

SEDE DE LA FUNDACIÓN CANAL IMPERIAL JUNTO A LAS ESCLUSAS DE CASABLANCA EN ZARAGOZA

Raquel Abad Villamor
Trabajo Fin de Máster | Noviembre de 2017
Tutor: Sergio Sebastián Franco

Trabajo Fin de Máster

Sede de la Fundación Canal Imperial
junto a las Esclusas de Casablanca en Zaragoza

Canal Imperial Foundation's headquarters next to
the Casablanca's locks in Zaragoza

Autor/es

Raquel Abad Villamor

Director/es

Sergio Sebastián Franco

ESCUELA DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA DE LA UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA
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. Raquel Abad Villamor,

con nº de DNI 25201890P 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)

Sede de la Fundación Canal Imperial junto a las Esclusas de Casablanca en
Zaragoza

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

Zaragoza, 24 de noviembre de 2017

Fdo: Raquel Abad Villamor

I. MEMORIA

1. Memoria descriptiva
 - 1.1 Agentes intervinientes
 - 1.2 Información previa
 - 1.3 Descripción del proyecto
2. Memoria constructiva
 - 2.1 Sustentación del edificio
 - 2.2 Sistema estructural
 - 2.3 Sistema envolvente
 - 2.4 Sistema de compartimentación y acabados
 - 2.5 Sistema de acondicionamiento e instalaciones
3. Cumplimiento del CTE
 - 3.1 DB SE: Seguridad estructural
 - 3.2 DB SI: Seguridad en caso de incendio
 - 3.3 DB SUA: Seguridad de utilización y accesibilidad
 - 3.4 DB HS: Salubridad
 - 3.5 DB HR: Protección frente al ruido
 - 3.6 DB HE: Ahorro de Energía
4. Anejos a la memoria
 - a) Cálculo de la estructura

II. PLANOS

1. Índice de planos
 - Definición urbanística
 - Arquitectura
 - Estructura
 - Construcción
 - Instalaciones

III. PLIEGO DE CONDICIONES

1. Pliego de cláusulas administrativas
 - 1.1 Disposiciones generales
 - 1.2 Disposiciones facultativas
 - 1.3 Disposiciones económicas
2. Pliego de condiciones técnicas particulares
 - 2.1 Prescripciones sobre los materiales
 - 2.2 Prescripciones en cuanto a la ejecución por unidades de obra
 - 2.3 Prescripciones sobre verificaciones en el edificio terminado

IV. PRESUPUESTO

I. MEMORIA

1. MEMORIA DESCRIPTIVA

1.1 Agentes intervinientes

Promotor: Universidad de Zaragoza

Arquitecto: Raquel Abad Villamor

1.2 Información previa

El solar propuesto se sitúa en un terreno de parque colindante al Canal imperial de Zaragoza, concretamente junto a las esclusas de Casablanca, donde se encuentra una antigua edificación de mismo nombre, icono de esta zona y parte de la historia del Canal Imperial. Se trata de un edificio colocado sobre una estructura de piedra bajo la que, antaño, pasaba el agua. Actualmente, solo se conserva parte de esta poética relación entre el canal y esta arquitectura, de tal forma que el agua pasa únicamente bajo tres de los arcos que crea la estructura inferior.

La labor del proyecto no solo es dar cobijo a la nueva sede de la Fundación Canal Imperial, sino reactivar toda una zona natural de parque actualmente en decadencia y poco transitada. Este enclave, punto de expansión natural en medio del tránsito fugaz de la ciudad, posee un potencial a explotar que podría crear una nueva zona natural y de ocio y dispersión para el barrio.

El objetivo principal de la propuesta debe centrarse en conseguir la introducción en la ciudad de este espacio natural e histórico, a la vez que el diálogo de la nueva y la antigua arquitectura.

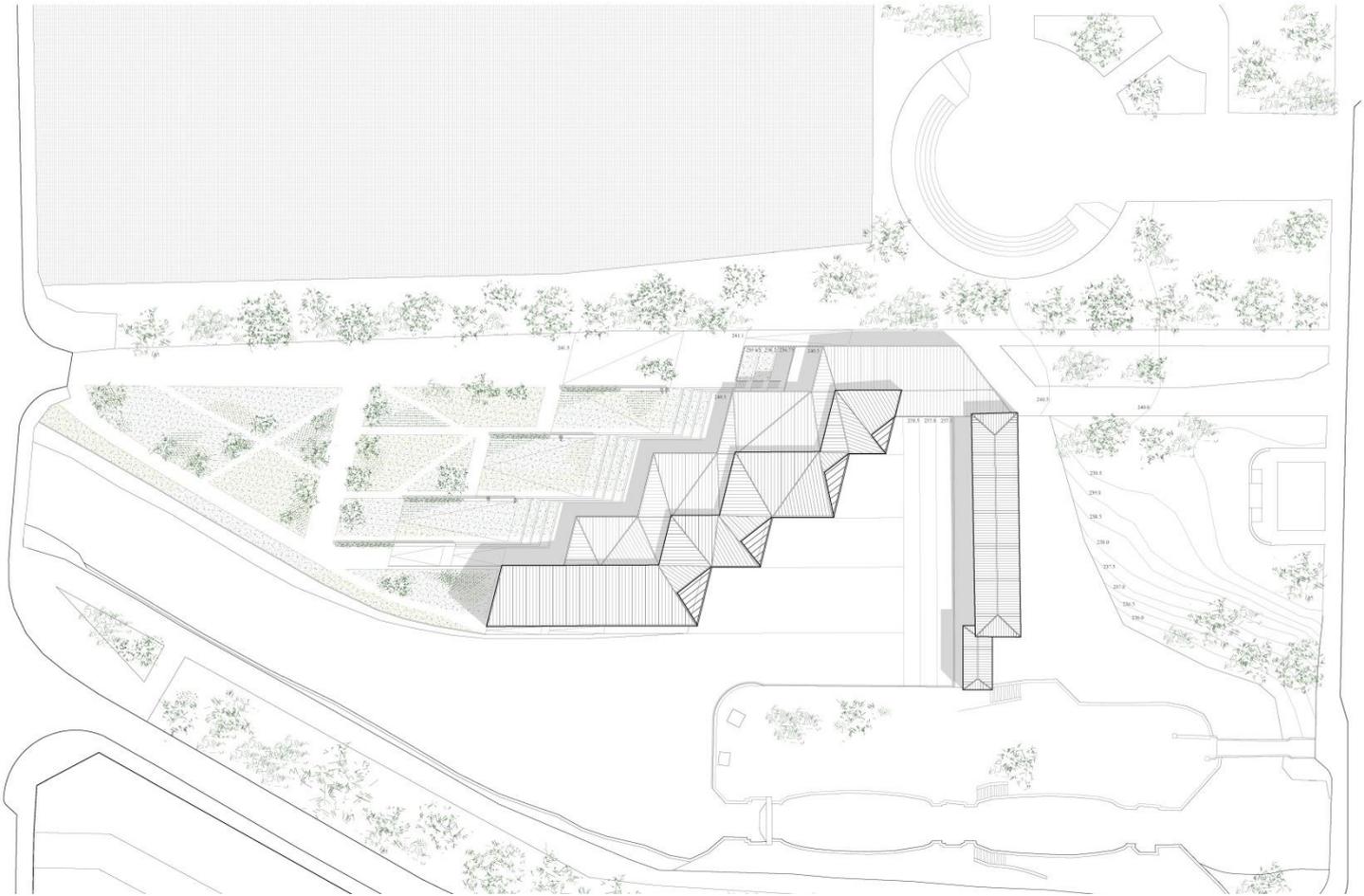
1.3 Descripción del proyecto

Implantación en el lugar e idea de proyecto

Debiéndose emplazar en la linde entre la ciudad de Zaragoza y las aguas olvidadas de su Canal Imperial, el proyecto aume la labor, no solo de acercar al ciudadano a este mundo natural con gran potencial urbano, sino de eliminar la noción de “límite” entre lo terrenal y el agua que tantos años ha dejado al Canal de Zaragoza relegado a un plano casi residual y sin uso en la ciudad. Así pues, se fijan como objetivos urbanos la reactivación del parque como zona de estar y de paso en la ciudad, y la recuperación de la antigua relación entre el agua y la arquitectura que se dio antaño. Y, por otro lado, la generación de una arquitectura que acompañe al ciudadano a descubrir el canal desde su llegada al parque, para que lo que antes era límite pase a ser el nexo de unión entre la ciudad y su Canal.

El proyecto se enfrenta a a dos mundos opuestos: el dinamismo y pequeña escala de un parque compuesto por muchos detalles, frente a la inmensidad de una lámina de agua en calma. Así pues, el proyecto se implanta frente a la Casablanca, en la parte posterior a la misma, quendando oculto desde la entrada principal al parque, dejando únicamente ver su acceso principal, que asoma respecto de la casa blanca dando señas de la aparición de algo nuevo en el lugar.

Una vez el ciudadano se acerca, edificio le descubre una plaza de agua que ha sido generada por el abrazo del proyecto a la casa blanca. La cual pone en relación ambas arquitecturas, que se miran y tienen un punto de encuentro común, el Canal.



Disposición de usos

El proyecto difumina los límites entre algunos de los usos del proyecto, mezclando algunos de ellos y dinamizando la relación entre el edificio y sus ocupantes. Tras el acceso, se abre un gran lobby que mira hacia la Casablanca y hacia el Canal, el cual crea una relación interior exterior gracias a la continuación del pavimento y usos en terrazas exteriores. Desde este lobby, el cual alberga los usos de cafetería, algunas zonas de trabajo y de lectura, se distribuyen el resto de los usos del edificio. Atravesando el límite de los muros del proyecto, el usuario pasa del mundo del agua del Canal al mundo de la vegetación del parque, donde los espacios son más acotados en altura, adaptándose a la menor escala de la composición del parque. En estos espacios se encuentran los espacios de trabajo, aulas, salón de actos, biblioteca y acceso a la exposición.

Esta última, nos conduce hacia un espacio de sótano que conecta el edificio de nueva planta con la Casablanca, de tal forma que todas las exposiciones que giran en torno al Canal pueden mostrar parte intrínseca de su historia.

La administración del edificio se encuentra en la planta baja de la Casablanca, teniendo un acceso independiente desde el exterior pero estando conectada al edificio mediante la planta sótano. En este edificio, y alejadas de la actividad diaria en el edificio, se encuentra, en la planta +1 de la Casablanca las habitaciones de la residencia para investigadores, la cual cuenta con una zona común en acceso independiente desde planta calle.

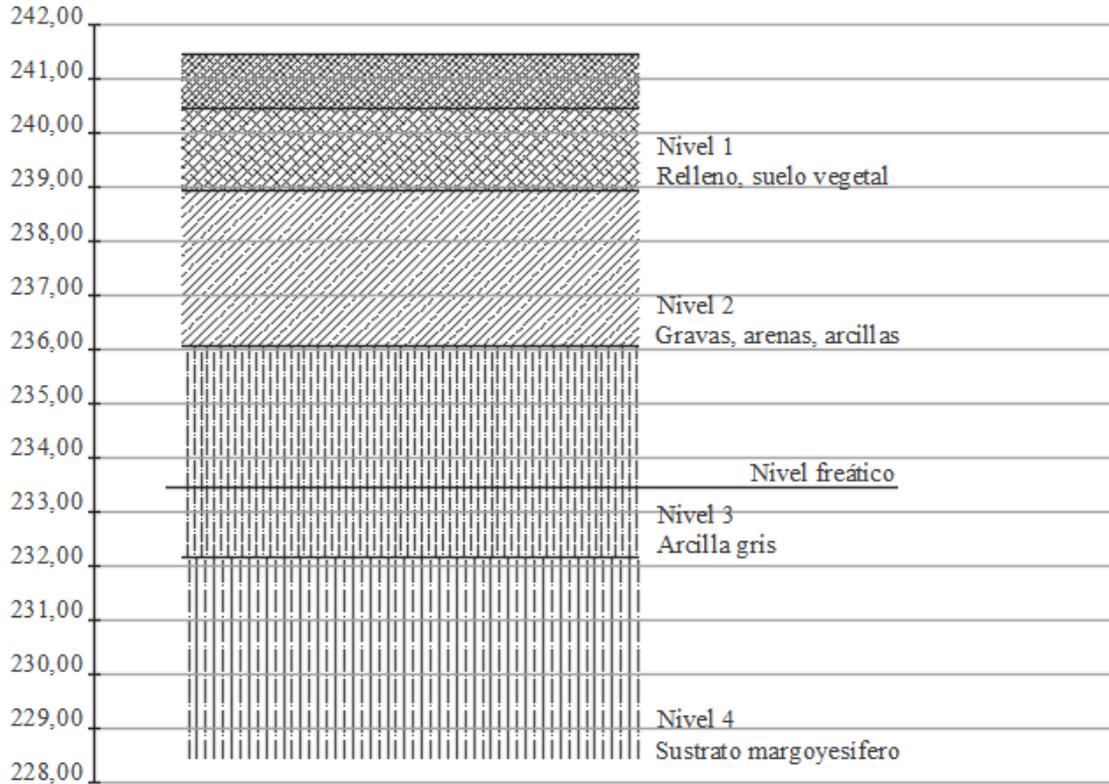
Cuadro de superficies

Superficie útil habitable	m ²		
1. Recepción	39.85	ÁREA DE TRABAJO E INVESTIGACIÓN	
ÁREA DE EXPOSICIONES		5.1 Zona de trabajo	102.85
2.1 Vestibulo	55.90	5.2 Sala de video conferencias 1	16.70
2.2 Zona de exposiciones permanentes	96.50	5.3 Sala de video conferencias 2	16.70
2.3 Zona de exposiciones temporales	211.70	5.4 Sala de reuniones 1	10.70
2.4 Archivo	74.40	SEMINARIOS	
2.5 Almacén	19.50	6.1 Aula 1	44.50
2.6 Cuarto de limpieza	6.20	6.2 Aula 2	43.50
2.7 Vestibulo de independencia	2.65	6.3 Sala de reuniones 2	18.60
2.8 Pasillo protegido	29.05	BIBLIOTECA	
2.9 Escalera protegida	35.60	7.1 Archivo	32.30
3. Cafeteria	15.80	7.2 Zona de trabajo y lectura	91.70
LOBBY		7.3 Sala de reuniones 3	14.45
4.1 Acceso y mesas de cafeteria	114.90	ÁREA DE CONGRESOS	
4.2 Zona de trabajo y ordenadores	156.15	8.1 Salón de actos	128.90
4.3 Zona de lectura	86.55	8.2 Sala de proyección	26.30
4.4 Zona de descanso	85.90	8.3 Almacén	32.40
ÁREA ADMINISTRATIVA		Superficie útil no habitable m ²	
9.1 Recepción	24.10	13. Acceso principal	28.75
9.2 Despacho de dirección	16.10	ESPACIOS EXTERIORES	
9.3 Administración	19.90	14.1 Terraza exterior cafeteria 1	26.50
9.4 Almacén	16.30	14.2 Terraza exterior cafeteria 2	79.20
9.5 Aseos	16.35	14.3 Terraza exterior biblioteca	50.25
9.6 Pasillo	8.85	14.4 Terraza exterior polivalente	107.40
RESIDENCIA DE INVESTIGADORES		INSTALACIONES	
10.1 Estar común	84.20	15.1 Cuarto U.T.A 1	16.45
10.2 Habitación 1	23.20	15.2 Cuarto U.T.A 2	21.10
10.3 Habitación 2	23.45	15.3 Cuarto U.T.A 3	17.85
10.4 Habitación 3	24.80	15.4 Cuarto U.T.A 4	17.10
10.5 Habitación 4	23.90	15.5 Cuarto U.T.A 5	28.30
10.6 Habitación 5	24.75	15.6 Cuarto grupo electrógeno	28.30
10.7 Habitación 6	24.15	15.7 Cuarto bombas, G.P y U.T.A	54.74
10.8 Pasillo	46.20	15.8 Cuarto C.G.D	19.70
11. Aseos 1	33.70	16 Almacén	28.30
12. Aseos 2	33.70		

2. MEMORIA CONSTRUCTIVA

2.1 Sustentación del edificio

Nos encontramos con un terreno colindante al Canal Imperial de Zaragoza, compuesto de las siguientes capas en su corte geotécnico:



Tras la primera capa de relleno o suelo vegetal, se encuentran directamente las capas originarias propias de las orillas sin tratar o parques próximos al Canal Imperial, acumuladas con el paso del tiempo, como es el terreno granular. Así, aparecen combinaciones de arcillas, arenas y gravas, cuya resistencia aumenta con la profundidad.

La base estructural del proyecto, losa de cimentación, se establecerá sobre la base de grava, terreno óptimo para la sustentación del edificio.

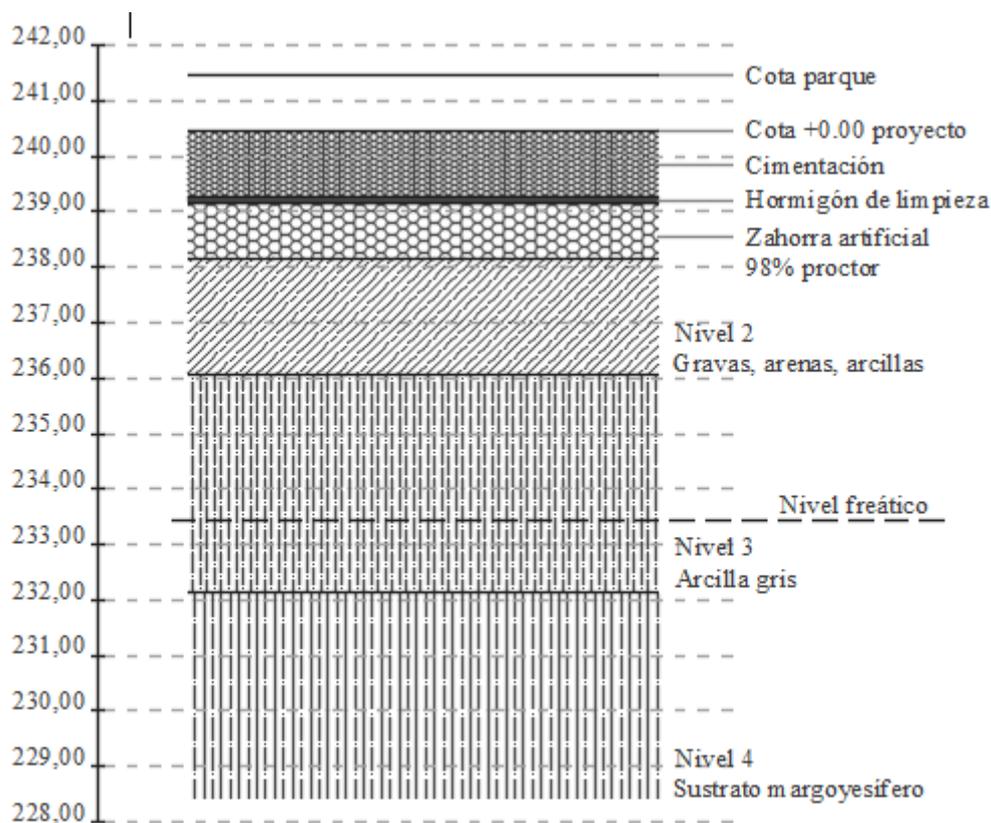
El nivel freático se encuentra en sustratos inferiores, sin perjudicar ni llegar a tocar la cimentación del edificio. Además, se tiene en cuenta que, el Canal, como obra hidráulica artificial, estaría totalmente impermeabilizado, sin posibilidad de filtración de agua hacia el terreno de construcción.

2.2 Sistema estructural

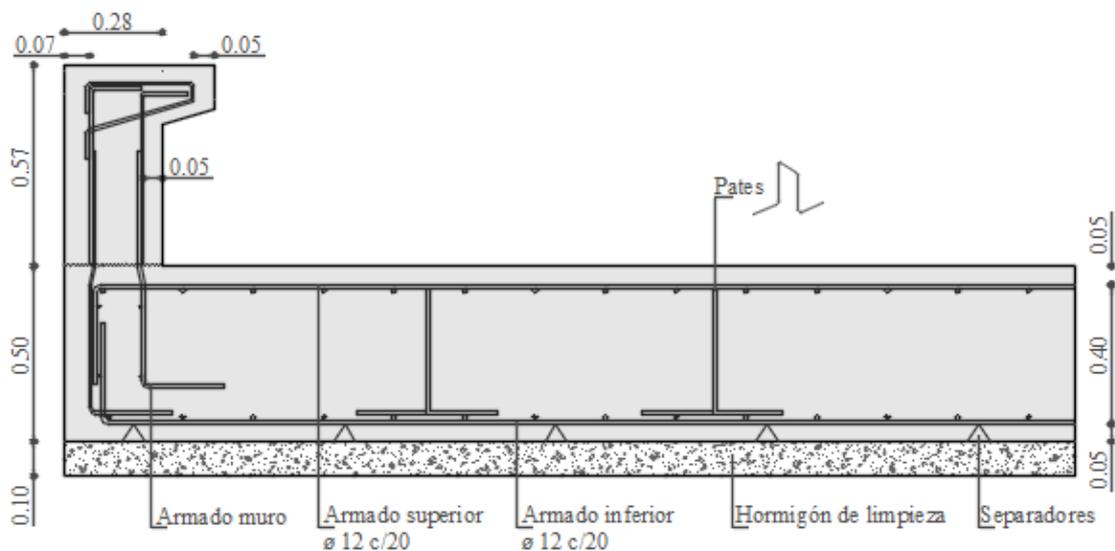
2.2.1 Cimentación

La cimentación del proyecto será losa de cimentación de hormigón armado para evitar asentamientos y repartir de forma regular las cargas al terreno. Dicha cimentación apoyará sobre estrato geotécnico de gravas, a una profundidad de 5,25 metros bajo la cota natural del parque, llegando por tanto a apoyar la cimentación del edificio a una profundidad intermedia del estrato de gravas, por lo que la resistencia de estas últimas será mayor.

Puesto que el edificio no cuenta con planta sótano en todo el proyecto, en aquella parte que solo se desarrolla en planta baja se realiza una excavación de 3,25 metros, retirando por tanto los 2,50 metros de estrato de relleno y suelo vegetal y parte del estrato de arcillas, arenas y gravas. Sobre la superficie del estrato de gravas se coloca una base de zahorra con compactación al 98% del Proctor Modificado, 10 cm de hormigón de limpieza, lámina impermeabilizante de caucho EPDM $e=0.8\text{mm}$ Gisolene y, sobre ella, la losa de cimentación de hormigón armado HA-30 y espesor de 500mm. Así pues, al excavar un total de 3,25 metros del terreno se tiene en cuenta el bulbo de la cimentación. Se sustituye el peso del terreno extraído por el peso del edificio, por lo que se compensa las cargas y se evita la sobrecarga en el terreno, evitando así hundimientos que puedan afectar a construcciones vecinas.



La losa de cimentación cuenta con muros de baja altura en la mayor parte del perímetro, con los que alcanzan la cota 0 de proyecto y apoyan los pilares metálicos y carpinterías.



Por otro lado, de la cimentación nacen muros de carga que recibirán, junto con los pilares, las cargas de la cubierta del edificio.

En el armado de la losa de cimentación se han tenido en cuenta las distancias del mismo respecto del exterior, según se trate de armadura colocada en cara exterior en contacto con el terreno o en cara interior, e igualmente se ha tenido en cuenta si se trata de armadura de cimentación o de muro de carga, ya que para este último los recubrimientos nominales son inferiores. A continuación se muestra una tabla con las características de los materiales.

Hormigones

Localización	Especificación del elemento	Recubrimiento nominal	Nivel de control	Coefficiente de seguridad
Cimentación	HA-30/B/IIa/20	(*) 50 - 70 mm	Estadístico	1,5
Muros	HA-30/B/I/16	35 mm	Estadístico	1,5
Losas macizas	HA-30/B/I/16	35 mm	Estadístico	1,5
Vigas	HA-30/B/I/16	35 mm	Estadístico	1,5
Hormigón de limpieza	HM-20/P/IIa/40	-	-	-
Solera	HA-25/P/IIa/20	35 mm	Estadístico	1,5

(*) Recubrimiento nominal cimentaciones:

- Recubrimiento inferior en contacto con hormigón de limpieza: 50 mm
- Recubrimiento lateral en contacto con el terreno: 70 mm
- Recubrimiento lateral libre: 50 mm

Aceros en perfiles	E (módulo de elasticidad), MPa	G (módulo de cortadura), MPa	f_y (límite elástico), MPa
Acero laminado S275	210000,00	81000,00	275
Acero conformado S275	210000,00	81000,00	275
Aceros armados (viguetas) S275	210000,00	81000,00	275

Acero armadura, B 500 S

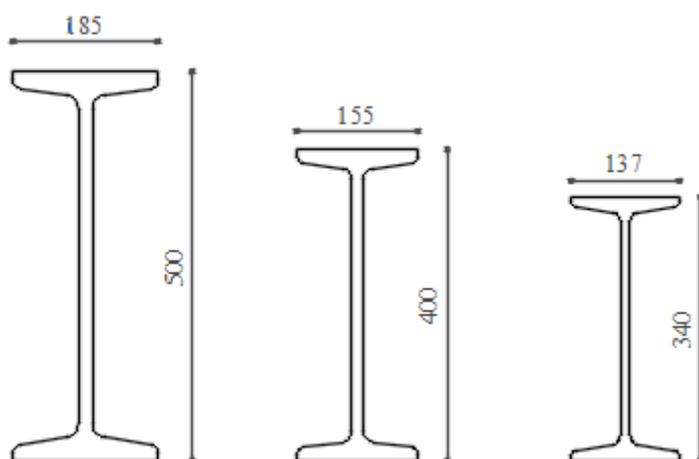
2.2.2 Estructura portante y estructura horizontal

La estructura horizontal del proyecto se resuelve mediante una cubierta metálica en la que se utilizan vigas IPN500, IPN340 e IPN400 como estructura principal, y viguetas metálicas de sección no estandarizada. Todas las cargas de las vigas IPN son recibidas por muros de carga de hormigón armado de espesores de 35, 30 y 25 cm, en función de la altura de cada uno de los muros, y por pilares metálicos de distintas secciones, que se explicarán a continuación.

Como forjado que separa y genera el techo del sótano de exposición, se realiza losa maciza por su facilidad de ejecución, por tener un ámbito de actuación entre 4 y 10 metros (siendo las luces del proyecto en las que se utilizará esta solución entre 3.1 y 8 metros), porque se adapta a geometrías que sean únicamente unidireccionales, porque tiene un buen comportamiento en cargas no homogéneas y porque, además, tiene un buen comportamiento acústico separando zonas de distinto uso, como las salas de instalaciones de sótano y la planta calle pública del edificio.

Estructura horizontal, vigas

A continuación se especifican los tipos de perfiles de las vigas principales, IPN500, IPN400 e IPN340, respectivamente:



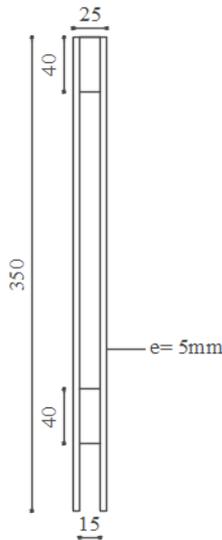
Estructura horizontal, viguetas

Las Viguetas o Correas se diseñan como finas líneas sobre las que se apoya la cubierta ligera. Se componen de dos chapas laterales de grosor 5mm a modo de almas y otras dos, más cortas, que se colocan entre las laterales, en las partes superior e inferior de la vigueta, estando, esta última, retranqueada 5 centímetros respecto de la cota inferior. El espesor de estas chapas centrales varía en cada uno de los tres tipos de vigueta con el objetivo de reducir el peso propio de las mismas conforme la longitud de la vigueta disminuye.

Todas las viguetas son iguales, exceptuando las piezas interiores que hay entre las dos chapas de 5mm. Según esto, hay tres tipos de vigueta. La que tiene un espesor de 15mm entre chapas es para las viguetas más desfavorables, de 13m de luz. La que tiene un espesor de 10 mm entre

chapas es para viguetas de entre 12 a 2 metros, no incluida esta última. Y el tipo de vigueta que tiene un espesor de 5mm entre chapas, para viguetas de 2 metros a 1 metro de luz. No hay ninguna vigueta de esta dimensión que lleve luminaria, por lo que la reducción de espacio en este último tipo de vigueta no influye en la instalación de las luminarias. La vigueta de 13 metros está optimizada al máximo. En el resto se ha disminuido su peso reduciendo el espesor entre chapas. Estas últimas no se han optimizado más debido a la condición de mantener el mismo canto de vigueta en todas ellas, 35 cm.

Perfil de acero armado S275



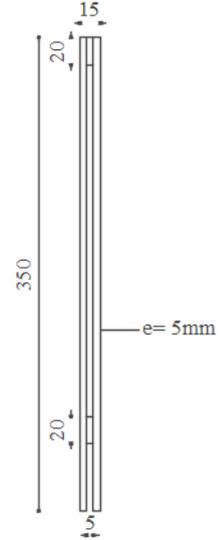
Viguetas de longitud 13 metros

Perfil de acero armado S275



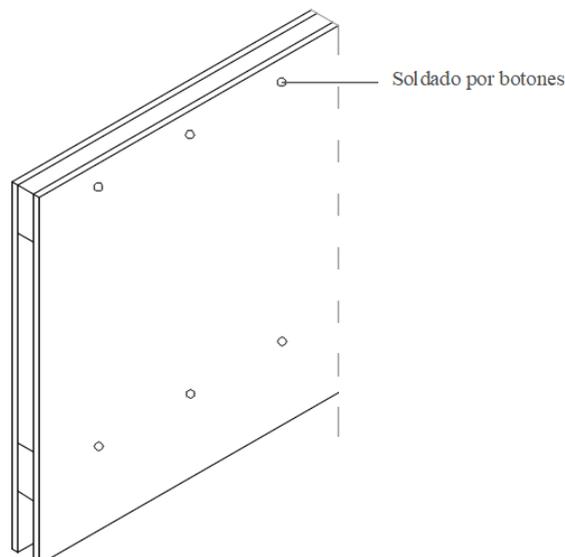
Viguetas de longitud entre 12 y 2 metros

Perfil de acero armado S275



Viguetas de longitud inferior a 2 metros

Las chapa interiores dela vigueta se unen a las exteriores mediante soldadura por botones, ya que no se puede soldar desde el interior. Tras la soldadura, se pule para obtener un acabado liso antes de aplicar la pintura intumescente. A continuación se muestra una imagen de los puntos de soldadura por botones que se realizarían:



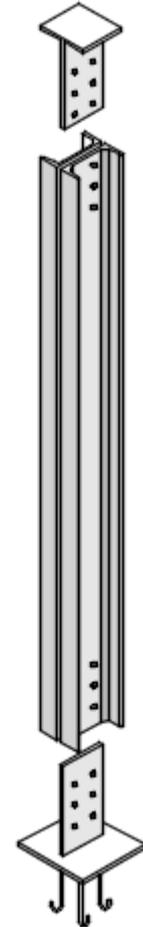
Estructura portante

Los **muros de carga** de hormigón armado tienen espesores de 35, 30 y 25 cm, ya que no todos los muros tienen la misma altura y, algunos de ellos, debido a la relación alto-ancho, necesitan de un espesor mayor para no ser demasiado esbeltos.

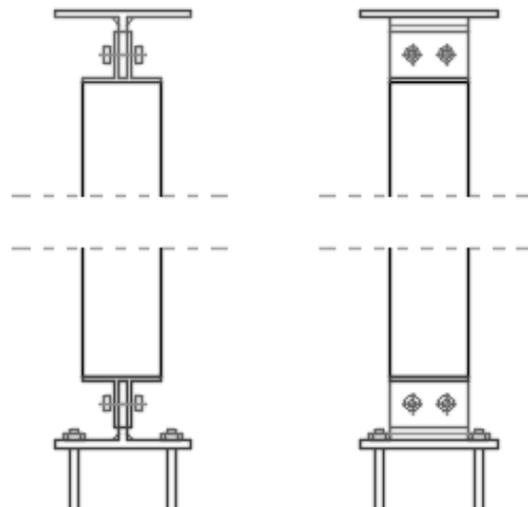
Por otro lado, hay cuatro tipos de **pilares** diferentes:

El primero de ellos está compuesto por dos **UPN200** separados 1,5 cm entre ellos. Ambos UPN, en la base, abrazan y se atornillan a una chapa vertical soldada a la placa de anclaje sobre el muro de hormigón, de tal forma que los UPN no llegan a tocar el suelo, igualando así la imagen de las lamas que acompañan a la fachada junto a los pilares. La unión en la parte superior del pilar es idéntica a la inferior, pero simétrica, tal como se muestra en la imagen de la derecha. Esta unión superior ha sido diseñada de tal manera para poder apoyar y atornillar las vigas principales de la cubierta sobre la pletina horizontal, a la vez que, al ser una unión articulada, no se transmite ningún momento de las vigas a estos pilares.

El segundo tipo de pilares está compuesto por dos **UPN100** separados 1,5cm entre ellos. El diseño del pilar es el mismo que en el caso de los UPN200, solo variando el tamaño del perfil UPN. Se ha elegido utilizar estos pilares para reducir el impacto visual del pilar, pudiendo llegar a asemejarse, debido a su dimensión, a carpinterías.

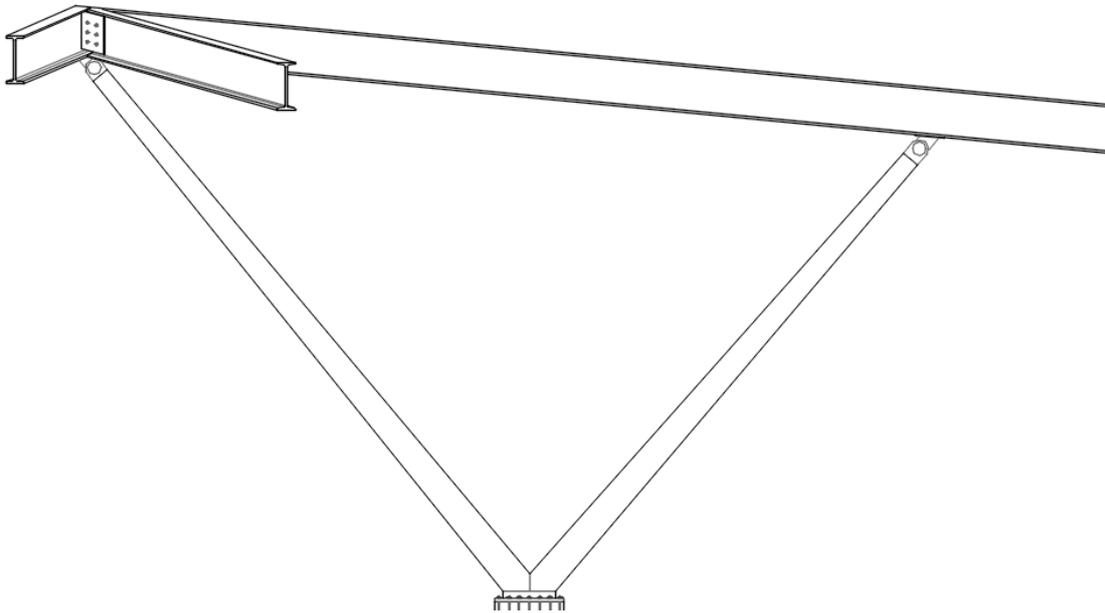


El tercer tipo de pilar se trata de un **perfil tubular cuadrado** 100mmx100mm al que se suelda una pieza como la que se ve en los detalles de la derecha tanto en la base como en la parte superior, la cual abrazará la pletina soldada a la placa de anclaje, para obtener la misma sensación de elevación del suelo que en el caso de los pilares UPN y de las lamas. Estos pilares únicamente se utilizan en el acceso al proyecto, donde la intención es que se asemejen lo máximo posible a las esbeltas carpinterías.



El cuarto tipo de **pilares** tienen **forma de V**. Llevando la estructura ramificada de la cubierta a su crecimiento y desarrollo hacia el canal, como si de un árbol se tratara, uno de los triángulos conformados en esta cubierta es abatido, llegando a tocar el suelo y obteniendo los pilares en V como una prolongación de esta estructura, que la une al suelo. Está compuesto por dos perfiles tubulares CHS, perfil hueco de sección circular, de 8mm de espesor. El diámetro de cada uno de estos perfiles es variable a lo largo de su longitud, yendo desde los 19.4 cm de diámetro en la unión articulada con las vigas IPN, y aumentando su diámetro hasta 32.5 cm como máximo en el punto donde se unen los dos pilares. Este crecimiento progresivo en el diámetro se debe a la armonía de proporciones, ligada a la idea del proyecto de tener un aspecto superior, de cubierta, más ligero, el cual se hace más pesado en su relación con el suelo.

Dichos pilares están calculados para un diámetro de 19.37 cm y un espesor de chapa de 8mm, por lo que cumplen en el caso de la sección de perfil más desfavorable.



2.3 Sistema envolvente

La cubierta inclinada del edificio va abriéndose hacia el sur, de tal manera que en la zona de del parque o zona norte, el edificio tiene una altura de 3 metros mientras que, en la zona que mira al Canal, o zona sur, el edificio alcanzar una altura de hasta 6 metros de altura. Así pues, aprovechando esta apertura hacia el Canal, se coloca una envolvente de vidrio doble, aislante, SGG Climalit Plus 8/16/8 bajo emisivo, con carpintería de acero galvanizado VISS façade de Jansen, retranqueado respecto de la cubierta. De esta forma, el ángulo de incidencia solar en invierno no interfiere con la cubierta, dejando entrar radiación solar al interior, pudiendo albergarse el calor en los muros de hormigón armado gracias a su inercia térmica, y pudiendo desprender el calor en las horas sin sol. Para el control de la posible iluminación excesiva según el uso, hay instalada una cortina exterior translúcida blanca para control solar. Por otro lado, el ángulo de incidencia solar en verano interfiere con el porche de la cubierta, de tal manera que la radiación solar no entra de forma directa al interior en parte de la longitud de la fachada.

Para la envolvente norte se plantea una fachada en la que aparecen caras de vidrio y caras opacas. El vidrio, al igual que el sur, es doble, aislante, SGG Climalit Plus 8/16/8 bajo emisivo, y con carpintería de acero galvanizado VISS SG façade de Jansen, las cuales resuelven, en los puntos extremos, se unen con el aislamiento de los muros de hormigón armado. Así pues, las caras opacas de la fachada norte están compuestas por muro de hormigón armado interior, revestido con aislamiento térmico, sobre el que se coloca una lámina impermeabilizante de caucho y se reviste hacia el exterior con zinc de 0,8mm de espesor, que continúa con la caída del agua de la cubierta. En los casos en los que estos muros no continúan con la caída de la cubierta, el hormigón queda visto al exterior, de tal forma que se coloca el aislamiento hacia el interior del edificio y se reviste con placa de yeso laminado.

En cuanto a la cubierta, está formada, desde el interior hacia el exterior, por chapa grecada de 4cm de canto y espesor 0,8mm sobre la que se coloca el aislamiento rígido de lana mineral de espesor 11cm. Sobre el aislamiento se coloca el impermeabilizante y, sobre este, los rastreles de madera de 8cm de alto, que crean una cámara ventilada que permite reducir la transmisión de calor al interior. El impermeabilizante protege el aislamiento de las posibles condensaciones que pudieran darse, siendo estas evacuadas hacia la misma evacuación en canalón que el agua de pluviales de la cubierta. Sobre los rastreles se coloca un panel de madera OSB de 1,8 cm de espesor, sobre el que se colocará el revestimiento de zinc.

2.4 Sistema de compartimentación y acabados

Los sistemas de compartimentación son tabiques de entramado autoportante metálico, con espesores entre 7,8 y 18,35 cm, cuyo acabado cambia según el uso de la sala, y sistemas de compartimentación compuestos por muros de carga revestidos con aislamiento y acabado según el caso.

Para la compartimentación de zonas del mismo uso se utiliza tabique de entramado autoportante de 7,8 cm de espesor con placa de yeso laminado en ambas caras como acabado. En el caso de los aseos, este yeso será hidrófugo y se reviste con alicatado de baldosas de gres porcelánico técnico.

Para la compartimentación de zonas de distinto uso, se utilizan tabiques de entramado autoportante de 9,8mm de espesor con placa de yeso laminado en ambas caras como acabado. En el caso de los aseos, este yeso será hidrófugo y se reviste con alicatado de baldosas de gres porcelánico técnico.

Para la compartimentación entre locales de riesgo bajo y el resto del edificio se utilizan tabiques de entramado autoportante de 16,85 cm de espesor con placa de yeso laminado en la cara exterior a la sala de riesgo y placas de yeso laminado Durlock ® Resistentes al fuego en los interiores dichas salas.

En el caso de la escalera protegida ubicada en la Casablanca, la partición entre la misma y las zonas colindantes se compone por muro de carga hormigón armado, aislamiento de lana mineral de 4 cm de espesor y placa de yeso laminado Durlock ® Resistentes al fuego en la cara exterior de la escalera protegida.

Por último, hay dos tipos de tabique que separan salas de instalaciones abiertas al exterior, debido a la necesidad de ventilarlas naturalmente, del resto del edificio. En este caso hay dos tipos de compartimentación. Una de ellas de entramado autoportante revestido con lámina impermeabilizante y con acabado de placas de yeso laminado Durlock® Aquaboard para exteriores, resistentes al agua y al fuego. Y, el segundo tipo, formado por muro de carga de hormigón armado, al que revisten aislamiento térmico, impermeabilizante y placa de yeso laminado Durlock® Aquaboard para exteriores.

En el edificio de nueva planta, los muros de carga de hormigón armado quedan vistos, con textura superficial obtenida con encofrado de tablas de madera.

En cuanto al pavimento, se plantea un acabado de gres porcelánico técnico sobre Suelo Técnico Elevado, con plots como soporte, ya que es un acabado apto para el uso tanto interior como exterior, pudiendo continuar así en pavimento hacia las terrazas del Canal, manteniendo la sensación de continuidad interior-exterior.

En el techo queda la chapa grecada vista, a excepción del interior de las cajas de usos de menor tamaño del proyecto y de las zonas de trabajo y salón de actos, donde el techo visto es falso techo acústico.

2.5 Sistema de acondicionamiento e instalaciones

2.5.1 Sistema de protección contra incendios

Datos de partida

Constituye el objeto de la presente memoria la descripción y justificación de la instalación de los sistemas de prevención y extinción de incendios diseñados para el proyecto.

Objetivos

La presente documentación tiene como fin la descripción y especificación de las características de los sistemas que garanticen el requisito básico *Seguridad en caso de incendio*. El objetivo consiste en reducir a límites aceptables el riesgo de que los usuarios de un edificio sufran daños derivados de un incendio de origen accidental, como consecuencia de las características del proyecto, construcción, uso y mantenimiento.

Descripción y características

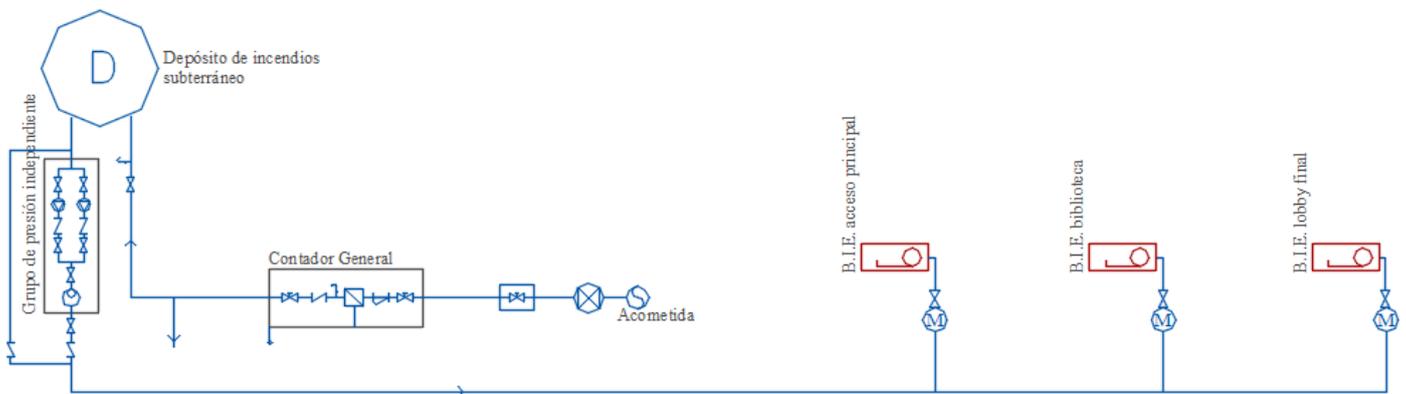
La distribución y dimensiones del edificio hace que el número total de salidas, tanto principales como de emergencia, en caso de incendio sea de 5 en el caso del edificio de nueva planta, y dos en la Casablanca. Los recorridos de evacuación, así como la ubicación donde haya extintores y BIE, quedan indicados mediante señales foto luminiscentes de acuerdo a la norma UNE 23034.

Se instalan extintores portátiles de eficacia 21A-113B de tal forma que cubran todo el edificio y puedan ser utilizados de manera fácil y rápida, estando situados a 15m de recorrido, como máximo, desde todo origen de evacuación.

Además, se instalan bocas de incendio equipadas ya que la superficie construida supera los 500 m² y se trata de edificio de pública concurrencia. Estas BIE se situarán a una distancia máxima de 5m de las salidas del sector de incendio, medida sobre un recorrido de evacuación, sin que este constituya obstáculo para la utilización de cada BIE. Dichas BIE son de 25mm.

Se dispone de alumbrado de emergencia que entre en funcionamiento en caso de fallo en el suministro del alumbrado normal, de un sistema de pulsadores de alarma ubicados en el recorrido de evacuación y de un sistema de detección de humos.

Esquema de principio. Llegada de agua a bocas de incendio equipadas



2.5.2 Sistema de electricidad, voz y datos

Datos de partida

Constituye el objeto de la presente memoria la descripción y justificación de la instalación de electricidad diseñada para el proyecto.

Objetivos

Descripción y especificación de las características de la instalación eléctrica, incluyendo acometida, Cuadro General de Distribución y Cuadros Secundarios y Terciarios de Distribución.

Descripción y características

Desde la acometida se llega hasta la Caja de Protección General ubicada al noreste del edificio, desde la que parte la Línea General de Alimentación hasta el contador general y, desde ahí, se llega al Cuadro General de Distribución ubicado en la sala de control en la planta sótano.

Del cuadro general parten nueve circuitos a cada uno de los Cuadros Secundarios de Distribución. Desde dos de los Cuadros Secundarios (control de recepción y control de viviendas) se deriva a Cuadros Terciarios de Distribución y desde estos a los puntos de consumo. En el resto de Cuadro Secundario se deriva directamente a los puntos de consumo. El Cuadro Secundario de control de recepción deriva la instalación eléctrica a la mayor parte de estancias públicas del edificio de nueva planta.

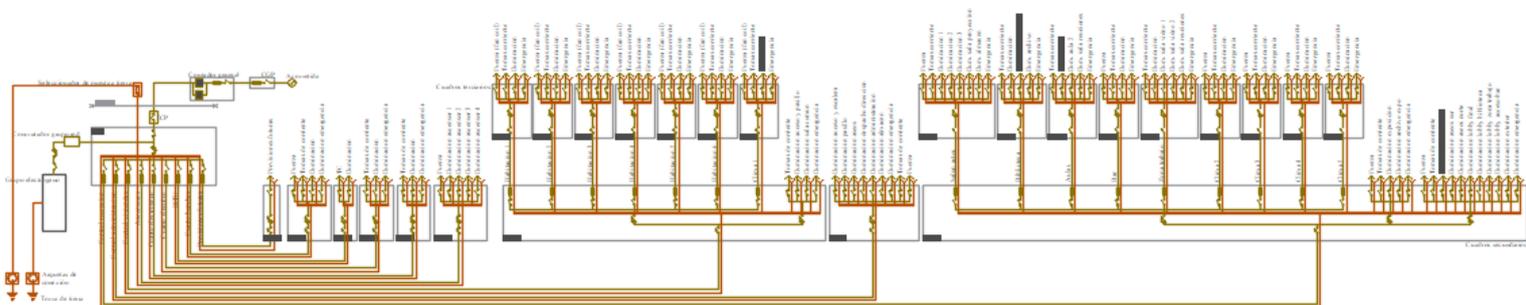
En el caso de fallo de la red, existe un suministro de socorro que da servicio al alumbrado de emergencia, el cual llega desde el grupo electrógeno, ubicado en la planta alta del edificio pequeño de la Casablanca, hasta el Cuadro General de Distribución.

Todas las luminarias instaladas en el edificio son lámparas de bajo consumo de tipo LED. Todos los espacios de la Casablanca, así como las salas ubicadas entre muros y las aulas, zona de trabajo y salón de actos cuentan con interruptor manual de encendido y apagado así como con iluminación de emergencia. Sin embargo, la iluminación y electricidad de todo el lobby se activa desde el Cuadro Secundario de Distribución de control de recepción.

La escalera protegida, la entrada principal a la administración, el pasillo de la zona de administrativa, el pasillo de acceso a las habitaciones de residencia y el rellano del ascensor de la sala de exposiciones poseen sensores de presencia para automatizar el encendido y apagado de las luminarias.

Todo el sistema de iluminación del edificio de nueva planta se coloca siguiendo la linealidad de las viguetas de la cubierta, llevando el ritmo de la estructura del proyecto también al diseño de la iluminación del mismo. El cableado de esta iluminación que llega a cada una de las luminarias individuales se coloca en el espacio entre las placas que componen las viguetas, y, soportadas por las mismas, cuelgan luminarias lineales descolgadas de 1, 1.5 y 2 metros de longitud y sección de 1x1cm, tipo de luminaria shanghai de Davide Groppi.

Esquema de principio



2.5.3 Sistema de fontanería

Datos de partida

Constituye el objeto de la presente memoria la descripción y justificación de la instalación de abastecimiento de agua diseñada para el proyecto.

Objetivos

Describir las características de la red de abastecimiento de agua, específicamente de los servicios de distribución de agua y de su almacenamiento.

Descripción y características

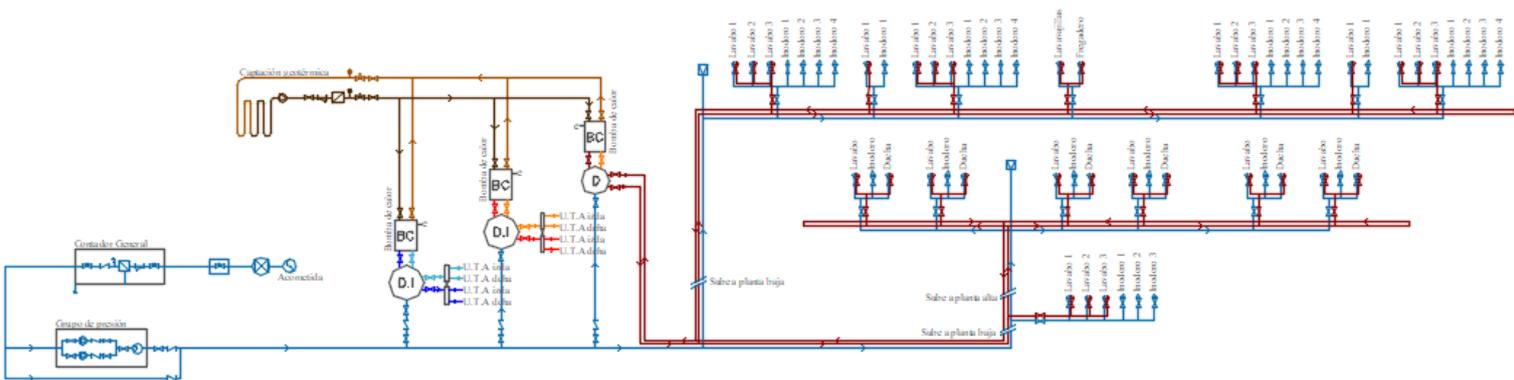
La red de suministro de agua fría sanitaria llega desde la red de suministro municipal. Desde la acometida, pasando por el Contador General, el agua de la red llega al grupo de presión y se distribuye por el edificio. El cuarto donde se alojan el grupo de presión se encuentra ubicado en planta sótano, en el punto intermedio en el encuentro entre el edificio de nueva planta y la Casablanca, con el propósito de que el punto de partida de la red de distribución sea central, bifurcándose en dos direcciones para abastecer, por un lado, los usos que se desarrollan en la Casablanca y, por otro, los puntos ubicados en el proyecto.

En la misma sala del grupo de presión también se encuentran las bombas de calor y los depósitos de inercia, de tal forma que el agua fría sanitaria, al pasar el grupo de presión, puede derivarse a cada punto de abastecimiento del edificio o puede dirigirse a alguno de los tres depósitos de inercia donde se acumula el agua que calienta la bomba de calor, la cual se utilizará como agua caliente sanitaria.

El principal aporte de calor para la obtención de ACS llega de captación geotérmica, teniendo como aporte complementario las bombas de calor conectadas a electricidad, que se utilizarían en caso de que el aporte de los pozos geotérmicos no permitiera cubrir la demanda.

La distribución tanto de agua caliente sanitaria como de agua fría sanitaria se distribuye a lo largo del edificio por los Suelos técnicos elevados, excepto en la Casablanca, donde se distribuye por falso techo, llegando a cada una de las tomas de agua fría o a los grifos hidromezcladores.

Esquema de principio



2.5.4 Sistema de saneamiento

Datos de partida

Constituye el objeto de la presente memoria la descripción y justificación de la instalación de saneamiento diseñada para el proyecto.

Objetivos

Describir las características de la red de saneamiento, específicamente de las redes de saneamientos residuales y pluviales.

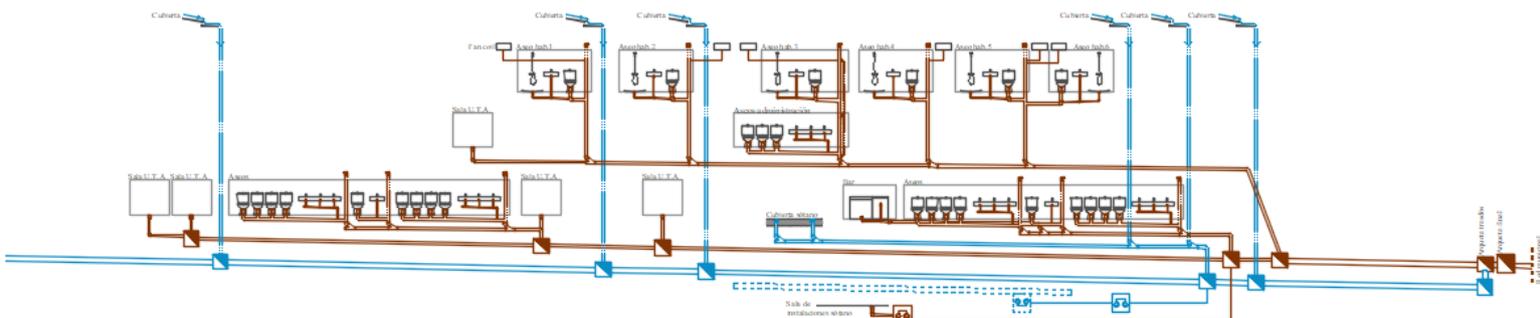
Descripción y características

La cubierta del proyecto, formada por una cubierta superior que inclina la caída de su pendiente hacia una cubierta inferior, permite caer el agua de forma continua desde la cubierta superior a la inferior, siendo en esta última donde se recoge toda la precipitación en los canalones ubicados en el borde de la cubierta, los cuales a su vez desembocan en los puntos de bajante de aguas pluviales. Desde estas bajantes, el agua llega a colectores enterrados que bordean el edificio en su fachada norte, pasando por arquetas colocadas en los cambios de dirección y en los puntos en los que se unen nuevas derivaciones al colector general, llegando así hasta la arqueta final de pluviales que desembocará en la arqueta trasdós global de evacuación de aguas residuales, donde confluyen la red de residuales y la red de pluviales.

La mayor parte de perímetro del edificio cuenta con un tubo drenante que se conecta al colector general de aguas pluviales, necesitando en algunos puntos de un pozo drenante con bombas de achique cuando el drenaje quede por debajo de la cota del colector general.

La red de residuales evacua las aguas grises de los aseos privados (residencia) y públicos de todo el edificio, así como de la cocina de la zona de bar. En el caso de la residencia, la distancia desde el inodoro hasta la bajante de cada uno de ellos se encuentra entre los 50cm y los 2 metros.

Esquema de principio



2.5.5 Sistema de ventilación y climatización

Datos de partida

Constituye el objeto de la presente memoria la descripción y justificación de la instalación de climatización diseñada para el proyecto.

Objetivos

Describir las características del sistema de ventilación y climatización utilizado en el edificio según la necesidad de las estancias y la demanda energética.

Descripción y características

Se utiliza un sistema de climatización todo aire con el que se consigue un acondicionamiento rápido de las estancias cuando sea necesario, lo cual es coherente con la falta de inercia térmica pero elevado aislamiento de los cerramientos.

Así, el edificio cuenta con siete unidades de tratamiento de aire, U.T.A, cada una de las cuales da servicio a una parte acondicionada independientemente del resto. Debido a las características del proyecto, se ha dispuesto, en el edificio de nueva planta, una U.T.A en cada una de las cajas intramuros, lo cual permite una distribución acorde con la organización del edificio.

Se cuenta con impulsión mediante difusores lineales, utilizados en las zonas más amplias del proyecto, mientras que las salas ubicadas entre muros y en la casa blanca impulsan la ventilación desde difusores rotacionales.

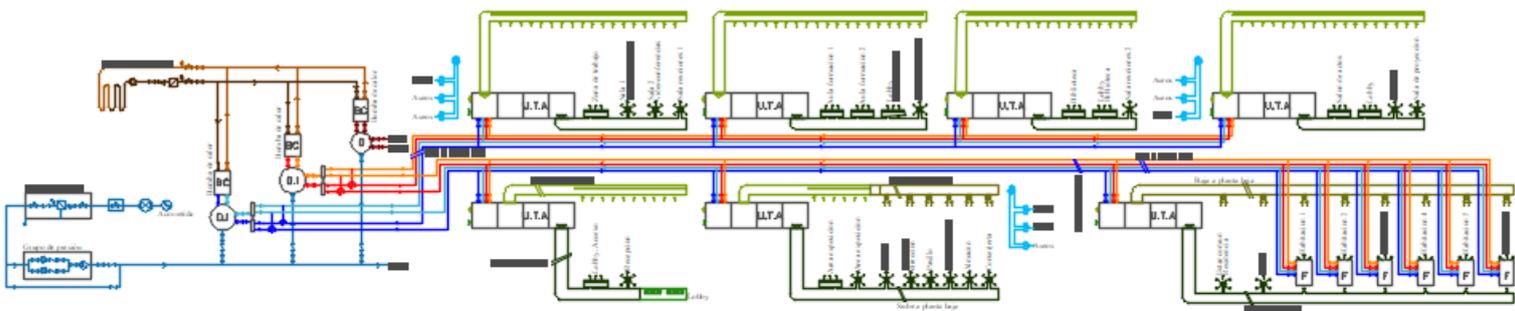
En el caso de las habitaciones de la residencia se cuenta con una U.T.A, ubicada en el edificio más pequeño de la casa blanca, que impulsa aire primario tratado a las habitaciones, el cual podrá ser regulado individualmente en cada habitación gracias a la presencia de un fan coil en cada habitación, el cual mueve el aire por la misma y permite que el usuario adapte la temperatura de la estancia a sus necesidades.

El lobby cuenta con una impulsión complementaria desde el suelo, ubicada debajo del vidrio de fachada sur, el cual ayuda a completar la impulsión desde difusor lineal de pared, al tratarse de un amplio espacio, a la vez que permite evitar posibles condensaciones en el vidrio.

Tanto las U.T.A como los fan coils tratan el aire, calentándolo o enfriándolo, gracias al aporte térmico de agua caliente o fría que llega a ellos desde la red de fontanería. Los circuitos de ida y retorno desde la red de fontanería hasta los fan coil o U.T.A son circuitos cerrados.

Algunas salas de instalaciones son ventiladas de forma natural debido a la exigencia del CTE según la maquinaria instalada en las mismas y, en el caso del cuarto de Cuadro General de electricidad, este se ventila mediante ventilación natural por medio de dos conductos que introducen y expulsan el aire directamente del exterior y al exterior.

Esquema de principio



3. CUMPLIMIENTO DEL CTE

3.1 DB SE: Seguridad estructural

Para el cálculo de las acciones sobre el proyecto, se realiza una combinación en función de los coeficientes de seguridad que encontramos en la Tabla 4.1:

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

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

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

Además, para las acciones variables que no sean la principal, se utilizan los valores de simultaneidad de la Tabla 4.2:

Tabla 4.2 Coeficientes de simultaneidad (ψ)

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

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

Con todo ello dimensionaremos la capacidad resistente, según el Estado Límite Último (E.L.U.).

En cuanto a otras restricciones como la deformación (flecha), se dimensiona según el Estado Límite de Servicio (E.L.S), en el que no deben considerarse los coeficientes de seguridad anteriores.

Para la evaluación de estas acciones, se distingue entre acciones permanentes y acciones variables.

Las acciones permanentes son el Peso Propio (PP) de los elementos estructurales y la Carga Permanente (CP) que incide sobre ellos, por lo que su valor depende de cada caso en concreto.

Las acciones variables serán la Sobrecarga de Uso (SU), el Viento (V) y la Nieve (N).

De la Tabla 3.1 se obtienen los valores de Sobrecarga de Uso en función del programa de necesidades del proyecto:

Tabla 3.1. Valores característicos de las sobrecargas de uso

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

En cuanto al viento, el valor de presión estática se obtiene a partir de la siguiente expresión:

$$q_e = q_b \cdot c_e \cdot c_p$$

En ella, $q_b = 0,45 \text{ kN/m}^2$, al encontrarse el proyecto en la Zona B de la Figura D1:



Figura D.1 Valor básico de la velocidad del viento, v_b

El coeficiente de exposición (c_e) será igual a 2, calculado a partir de la Tabla 3.4, para un grado de aspereza III y una altura de 5 metros:

Tabla 3.4. Valores del coeficiente de exposición c_e

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

Finalmente, el coeficiente de presión (c_p) depende de la forma y orientación de las superficies del proyecto respecto al viento. Para ello se utilizan de las tablas del Anejo D del DB SE-AE.

Con respecto a la nieve, al ser la localización Zaragoza, se obtiene el valor de $0,5 \text{ kN/m}^2$ a partir de la tabla 3.8.

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

Capital	Altitud m	s_k kN/m ²	Capital	Altitud m	s_k kN/m ²	Capital	Altitud m	s_k kN/m ²
Albacete	690	0,6	Guadalajara	680	0,6	Pontevedra	0	0,3
Alicante / <i>Alacant</i>	0	0,2	Huelva	0	0,2	Salamanca	780	0,5
Almería	1.130	0,2	Huesca	470	0,7	SanSebas- tián/ <i>Donostia</i>	0	0,3
Ávila	180	1,0	Jaén	570	0,4	Santander	1.000	0,3
Badajoz	0	0,2	León	820	1,2	Segovia	10	0,7
Barcelona	0	0,4	Lérida / <i>Lleida</i>	150	0,5	Sevilla	1.090	0,2
Bilbao / <i>Bilbo</i>	0	0,3	Logroño	380	0,6	Soria	0	0,9
Burgos	860	0,6	Lugo	470	0,7	Tarragona	0	0,4
Cáceres	440	0,4	Madrid	660	0,6	Tenerife	950	0,2
Cádiz	0	0,4	Málaga	0	0,2	Teruel	550	0,9
Castellón	0	0,2	Murcia	40	0,2	Toledo	0	0,5
Ciudad Real	640	0,6	Orense / <i>Ourense</i>	130	0,4	Valencia/ <i>València</i>	690	0,2
Córdoba	100	0,2	Oviedo	230	0,5	Valladolid	520	0,4
Coruña / <i>A Coruña</i>	0	0,3	Palencia	740	0,4	Vitoria / <i>Gasteiz</i>	650	0,7
Cuenca	1.010	1,0	Palma de Mallorca	0	0,2	Zamora	210	0,4
Gerona / <i>Girona</i>	70	0,4	Palmas, Las	0	0,2	Zaragoza	0	0,5
Granada	690	0,5	Pamplona/ <i>Iruña</i>	450	0,7	Ceuta y Melilla		0,2

Para el cálculo de la estructura en primer lugar se definen las cargas a las que ésta va estar sometida, posteriormente se diseñan las viguetas de modo que cumplan los límites de servicio y últimos que define la norma y no sobrepasen el peso límite definido para una cubierta ligera (1 kN/m²). Por último, conocido el peso propio final de la cubierta, se introduce la estructura 3d en el programa de cálculo Cype3d para dimensionar las barras principales.

Peso propio cubierta

Composición de la cubierta de (abajo a arriba):

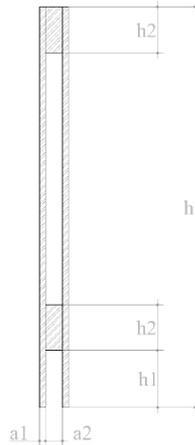
MATERIAL	dimensiones	densidad	peso (kN/m ²)
Panel de OSB.	18 mm	11,76 Kg/m ²	0,1176
Rastreles madera	5x8 cm	550 kg/m ³	0,022
Aislamiento de lana mineral	11cm	95 kg/m ²	0,11
Chapa grecada acero	8cm x 0.8mm		0.12
Zinc	0,8 mm	7100 kg /m ³	0.0568
TOTAL			0.4244 kN/m ²

Cálculo viguetas

Conocido el peso propio de la cubierta y las luces que han de cubrir se procede al cálculo de éstas. Dada la variedad de luces se considera un diseño para viguetas de hasta 2 metros, otro hasta 12 metros y otro para luces mayores, de hasta 13m.

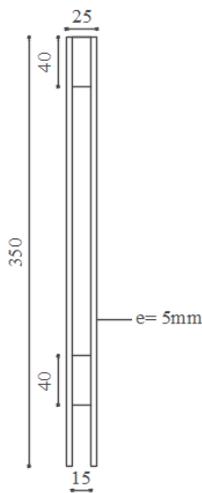
El cálculo se realiza manualmente asimilando las viguetas a barras biapoyadas con una carga constante distribuida igual al peso propio de la cubierta más el peso propio de la vigueta. Se realiza la comprobación a pandeo según el Eurocódigo 3 obteniéndose un momento crítico M_{cr} mayor que M_{ed} .

Sección orientativa con la notación que se usa en la tabla de justificación del cálculo:



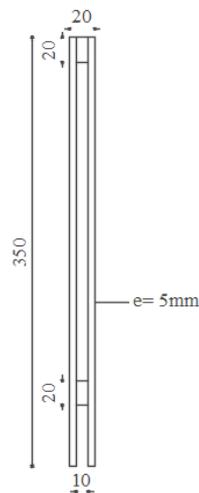
Secciones finales:

Perfil de acero armado S275



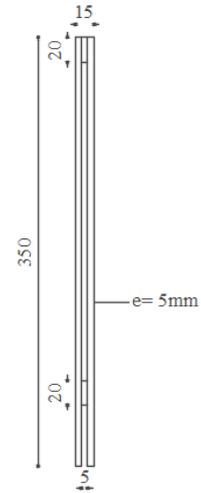
Viguetas de longitud 13 metros

Perfil de acero armado S275



Viguetas de longitud entre 12 y 2 metros

Perfil de acero armado S275



Viguetas de longitud inferior a 2 metros

El Material utilizado es Acero S275,

E	210000000 kN/m ²
σ_{adm}	275000 KN/m ²
G	80769230,8 kN/m ²
Coef. Minoración material	
γ	1,15
$\sigma_{adm,d}$	239130,435 KN/m ²

Tabla Justificativa del cálculo de las Viguetas

		Tipo 1 0-2 metros	Tipo 2 9-12 metros	Tipo3 13metros
DATOS GEOMETRÍA				
h	m	0,35	0,35	0,35
h1	m	0,05	0,05	0,05
h2	m	0,02	0,02	0,04
a1	m	0,005	0,005	0,005
a2	m	0,005	0,01	0,015
Ycdg	m	0,17635135	0,1775641	0,18138298
A	m ²	0,0037	0,0039	0,0047
Iz	m ⁴	3,98E-05	4,38E-05	3,98E-05
Iy	m ⁴	1,01E-07	2,18E-07	1,01E-07
W	m ⁻³	2,29E-04	2,54E-04	2,29E-04
i		1,04E-01	1,06E-01	7,14E-07
CLASE DE SECCIÓN				
E			0,924416278	
Comprobación Paneles flectados				
Valor de diseño		52	52	44
Valor límite para seccion tipo 1			66,557972	
Comprobación Paneles comprimidos				
Valor de diseño		0,25	0,5	0,375
Valor límite para seccion tipo 1			30,50573717	
CARGAS				
PP vigueta	kN/m ²	0,2849	0,3003	0,3619
PP cubierta	kN/m ²		0,4244	
PP total	kN/m ²	0,7093	0,7247	0,7863
Nieve	kN/m ²		0,5	
Coef.acciones permanentes			1,35	
Coef acciiones variables			1,5	
Q Total, mayorada	kN/m ²	1,32294	1,32294	1,32294
COMPROBACIÓN E.L.U				
ROTURA				
Luz	m	2	12	13
Md	kN·m	0,66147	23,81292	27,9471075
σ_{vm}	kN/m ²	2887,89537	93734,2308	83069,8214
σ_d	kN/m ²		239130,4348	
PANDEO LATERAL				
40·i		4,14724013	4,23934484	4,39449084
		Necesaria comprobación al ser valor menor que L		
λ_1		86,8026885	86,8026885	86,8026885
λE		0,22222741	1,30439557	1,36320636
χ		0,99211598	0,42476919	0,39763166
φ		0,52847117	1,53847115	1,62691087
α		0,34	0,34	0,34
$\gamma M1$		1	1	1
Mb,rd		62,4919154	29,6756431	36,7880902
COMPROBACIÓN E.L.S				
Flecha	m	3,2997E-05	0,03882777	0,04129886
F/300	m	0,00666667	0,04	0,04333333

Cálculo de vigas y pilares

Para el cálculo de la estructura metálica se introduce ésta en el programa de cálculo CYPE 3D con las siguientes consideraciones:

- Se asemejan los apoyos articulados de éstas en los muros de hormigón armado con apoyos articulados fijos, que permitan la rotación en el eje local Z pero no el movimiento.
- Se evita la introducción de las viguetas que actúan como correas y en su lugar se introduce su peso propio, sumado al de la cubierta, mediante la definición de paños que tienen como dirección de reparto la de éstas.
- Se evita la comprobación a pandeo de las vigas introducidas en la estructura al considerarse que el ala comprimida está suficientemente arriostrada mediante las viguetas.

Las cargas que se introducen son las siguientes:

Cargas Permanentes:

- Peso propio de la cubierta: 0,7863 kN/m² en sentido vertical hacia abajo

Cargas variables:

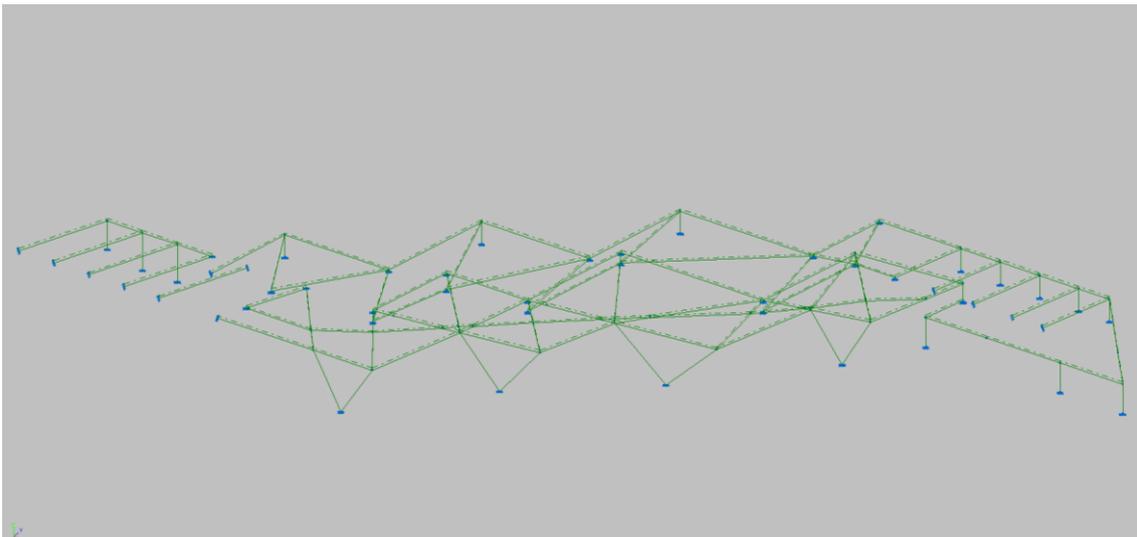
- Nieve: 0,5 kN/m² en sentido vertical hacia abajo
- Viento: Dos hipótesis, una con el viento viniendo del norte y la otra viniendo del sur, con los siguientes valores:

$$V_{\text{presión}} = 0,441 \text{ kN/m}^2$$

$$V_{\text{succión}} = 0,252 \text{ kN/m}^2$$

Aplicadas en sentido perpendicular a las superficies sobre las que actúa.

Ilustración mostrando la geometría introducida en Cype3d y el cumplimiento de todas las barras:



3.2 DB SI: Seguridad en caso de incendio

SI 1 - Propagación interior

1 Compartimentación en sectores de incendio

Los edificios se deben compartimentar en *sectores de incendio* según las condiciones que se establecen en la tabla 1.1 de esta Sección.

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 <i>establecimiento</i> debe constituir sector de incendio diferenciado del resto del edificio excepto, en edificios cuyo uso principal sea <i>Residencial Vivienda</i>, los establecimientos 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 <i>establecimiento</i> 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>.
Pública Concurrencia	<ul style="list-style-type: none">- La superficie construida de cada <i>sector de incendio</i> no debe exceder de 2.500 m², excepto en los casos contemplados en los guiones siguientes.
<i>Residencial Público</i>	<ul style="list-style-type: none">- La <i>superficie</i> construida de cada <i>sector de incendio</i> 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 <i>establecimientos</i> cuya superficie construida exceda de 500 m², puertas de acceso EI₂ 30-C5.

El proyecto podría ser un único sector de incendios si no fuera porque su superficie total supera los 2500 m². Por ellos, el proyecto se divide en dos sectores, uno que engloba toda la zona residencial y el adosado a la casa blanca donde se alojan una sala de UTA y el grupo electrógeno. (537.7 m² construidos) y, un segundo sector que englobaría el resto del edificio (2304.6 m² construidos).

Las únicas salas susceptibles de suponer un sector de incendios independiente serían La sala de exposiciones y el salón de actos, sin embargo, al no llegar al mínimo de 500 ocupantes que establece el CTE, no es necesario: la sala de exposiciones tiene una capacidad aproximada de 155 personas como máximo, y la ocupación de personas sentadas del salón de actos es de 165.

Los locales de riesgo se restan de la superficie considerada como “sector de incendios” debido a la siguiente consideración del apartado d1 del SII.

“2 A efectos del cómputo de la superficie de un *sector de incendio*, se considera que los locales de riesgo especial, las *escaleras y pasillos protegidos, los vestíbulos de independencia* y las escaleras compartimentadas como sector de incendios, que estén contenidos en dicho sector no forman parte del mismo.”

3 La *resistencia al fuego* de los elementos separadores de los *sectores de incendio* debe satisfacer las condiciones que se establecen en la tabla 1.2 de esta Sección. Como alternativa, cuando, conforme a lo establecido en la Sección SI 6, se haya adoptado el *tiempo equivalente de exposición al fuego* para los elementos estructurales, podrá adoptarse ese mismo tiempo para la *resistencia al fuego* que deben aportar los elementos separadores de los *sectores de incendio*.

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

Elemento	Plantas bajo rasante	Resistencia al fuego		
		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 <i>resistencia al fuego</i> requerido a la pared en la que se encuentre, o bien la cuarta parte cuando el paso se realice a través de un <i>vestíbulo de independencia</i> y de dos puertas.			

Las resistencias que se difieren de la aplicación de la tabla 1.2 son las siguientes:

- Forjado de separación de archivo (uso administrativo) y vivienda: EI 120 (porque es bajo rasante).
- Pared de separación entre escalera protegida (sector de riesgo mínimo) y sala común vivienda (sobre rasante): EI 120.
- Forjado de separación entre administración y viviendas: EI 60.
- Revestimiento de hueco de ascensores: EI120.

2 Locales y zonas de riesgo especial.

1 Los locales y zonas de riesgo especial integrados en los edificios se clasifican conforme los grados de riesgo alto, medio y bajo según los criterios que se establecen en la tabla 2.1. Los locales y las zonas así clasificados deben cumplir las condiciones que se establecen en la tabla 2.2.

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

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

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

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

Según la tabla 2.1, los locales de riesgo que hay en el proyecto son los siguientes:

- **Archivo de documentos de la exposición.** Volumen: 185 m³, por tanto, según la tabla 2.1. es local de riesgo bajo ya que no es mayor de 200 m³.
- **Salas de máquinas de instalaciones de climatización.** Es local de riesgo bajo.
- **Local de contadores de electricidad y de cuadros generales de distribución.** Es local de riesgo bajo.
- **Sala de maquinaria de ascensores.** Es local de riesgo bajo.
- **Sala de grupo electrógeno:** local de riesgo bajo.

El depósito de libros de la biblioteca (80 m³) no alcanza los 100 m³, por tanto no se considera local de riesgo.

Todos estos locales son de riesgo bajo y se les exige lo siguiente, según la tabla 2.2:

- Que la resistencia al fuego de la estructura portante sea R 90.
- Que la resistencia al fuego de las paredes y techos que separan estas zonas de resto del edificio sea EI 90.
- Que las puertas de comunicación con el resto del edificio sean EI₂ 45-C5.
- Que el máximo recorrido hasta alguna salida del local sea ≤ 25 m.

Como son de riesgo bajo, no se necesita vestíbulo de independencia.

⁽⁹⁾ 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,

Este punto se debe tener en cuenta en el forjado que hay sobre el archivo de la sala de exposición y en el forjado de la Casa Blanca que separa la sala de la UTA de la sala del grupo electrógeno.

3 Espacios ocultos. Paso de instalaciones a través de elementos de compartimentación de incendios.

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

En el presente proyecto, en la zona del archivo de la exposición se opta por colocar un falso techo con la misma resistencia al fuego que el elemento que compartimenta en caso de incendio, para que así, los patinillos queden aislados del archivo y no comuniquen el archivo con las plantas superiores.

En el caso del cuarto de bombas de calor, que conecta con la planta calle por la “falsa pared”, se reviste toda esta falsa pared y techo de este cuarto de instalaciones con elementos que tengan EI90, exigido en el caso de locales de bajo riesgo., que son el caso de este proyecto.

- 3 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. Para ello puede optarse por una de las siguientes alternativas:
- Disponer un elemento que, en caso de incendio, obture automáticamente la sección de paso y garantice en dicho punto una *resistencia al fuego* al menos igual a la del elemento atravesado, por ejemplo, una compuerta cortafuegos automática EI t (i↔o) siendo t el tiempo de *resistencia al fuego* requerida al elemento de compartimentación atravesado, o un dispositivo intumescente de obturación.
 - Elementos pasantes que aporten una resistencia al menos igual a la del elemento atravesado, por ejemplo, conductos de ventilación EI t (i↔o) siendo t el tiempo de *resistencia al fuego* requerida al elemento de compartimentación atravesado.

En el caso de este proyecto, se ha decidido que en el caso de los tubos de instalaciones que atraviesan paredes que conectan el edificio con las salas de instalaciones, para evitar que se pueda propagar el fuego, se aplica la opción b) citada arriba, por lo que los elementos pasantes aportaran una resistencia al menos igual que el elemento que atraviesan.

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

- 1 Los elementos constructivos deben cumplir las condiciones de *reacción al fuego* que se establecen 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}
Pasillos y escaleras protegidos	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⁾

Al proyecto deben aplicarse cada una de las exigencias de la tabla 4.1.

Los tabiques de locales de riesgo se finalizan con placa de yeso resistente al fuego y, en el caso de salas de instalaciones abiertas al exterior, la placa de yeso de acabado es resistente al fuego y al agua. Así, se alcanzan las exigencias de la tabla 4.1 de DB-SI.

- 4 En los edificios y *establecimientos* de uso Pública Concurrencia, los elementos decorativos y de mobiliario cumplirán las siguientes condiciones:
- Butacas y asientos fijos tapizados que formen parte del proyecto en cines, teatros, auditorios, salones de actos, etc.:
Pasan el ensayo según las normas siguientes:
 - UNE-EN 1021-1:2006 "Valoración de la inflamabilidad del mobiliario tapizado - Parte 1: fuente de ignición: cigarrillo en combustión".
 - UNE-EN 1021-2:2006 "Valoración de la inflamabilidad del mobiliario tapizado - Parte 2: fuente de ignición: llama equivalente a una cerilla".
 - Elementos textiles suspendidos, como telones, cortinas, cortinajes, etc.:
Clase 1 conforme a la norma UNE-EN 13773: 2003 "Textiles y productos textiles. Comportamiento al fuego. Cortinas y cortinajes. Esquema de clasificación".

SI 2 - Propagación exterior

1 Medianerías y fachadas

- 2 Con el fin de limitar el riesgo de propagación exterior horizontal del incendio a través de la fachada entre dos *sectores de incendio*, entre una zona de riesgo especial alto y otras zonas o hacia una *escalera protegida* o *pasillo protegido* desde otras zonas, los puntos de sus fachadas que no sean al menos EI 60 deben estar separados la distancia d en proyección horizontal que se indica a continuación, como mínimo, en función del ángulo α formado por los planos exteriores de dichas fachadas (véase figura 1.1). Para valores intermedios del ángulo α , la distancia d puede obtenerse por interpolación lineal.

Cuando se trate de edificios diferentes y colindantes, los puntos de la fachada del edificio considerado que no sean al menos EI 60 cumplirán el 50% de la distancia d hasta la bisectriz del ángulo formado por ambas fachadas.

α	0° ⁽¹⁾	45°	60°	90°	135°	180°
d (m)	3,00	2,75	2,50	2,00	1,25	0,50

⁽¹⁾ Refleja el caso de fachadas enfrentadas paralelas

La única parte del proyecto que debe considerarse en este apartado corresponde a la ventana de las escaleras protegidas de la Casa Blanca. Éstas tienen una ventana (elemento que pudiera tener EI menor de EI 60, pero está alejada de otras ventanas más de 0,50 cm, medida mínima que debe haber entre estos puntos de fachada cuando el ángulo entre ellos es de 180°.

- 3 Con el fin de limitar el riesgo de propagación vertical del incendio por fachada entre dos *sectores de incendio*, entre una zona de riesgo especial alto y otras zonas más altas del edificio, o bien hacia una *escalera protegida* o hacia un *pasillo protegido* desde otras zonas, dicha fachada debe ser al menos EI 60 en una franja de 1 m de altura, como mínimo, medida sobre el plano de la fachada (véase figura 1.7). En caso de existir elementos salientes aptos para impedir el paso de las llamas, la altura de dicha franja podrá reducirse en la dimensión del citado saliente (véase figura 1.8).
- 4 La clase de *reacción al fuego* de los materiales que ocupen más del 10% de la superficie del acabado exterior de las fachadas o de las superficies interiores de las cámaras ventiladas que dichas fachadas puedan tener, será B-s3,d2 hasta una altura de 3,5 m como mínimo, en aquellas fachadas cuyo arranque inferior sea accesible al público desde la rasante exterior o desde una cubierta, y en toda la altura de la fachada cuando esta exceda de 18 m, con independencia de donde se encuentre su arranque.

La clase de reacción al fuego de los materiales que ocupan más del 10% de la superficie del acabado exterior de las fachadas, será de B-s3,d2 hasta una altura de 3,5 metros como mínimo.

2 Cubiertas

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

En el proyecto, se alcanza este nivel REI 60 gracias a la pintura intumescente para estructuras metálicas. En el caso de las salas de UTAs del edificio nuevo, la cubierta debería tener REI 90 y, aunque la pintura puede llegar a alcanzar este valor, se añade un falso techo de yeso laminado resistente al fuego y aislante.

SI 3 - Evacuación de ocupantes

Para determinar la ocupación de nuestro edificio utilizaremos la Tabla 2.1 en función de los usos previstos en el proyecto y de las actividades que se realicen en cada espacio.

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. Aseos de planta	<i>Ocupación nula</i> 3
<i>Administrativo</i>	Plantas o zonas de oficinas Vestíbulos generales y zonas de uso público	10 2
<i>Docente</i>	Conjunto de la planta o del edificio Locales diferentes de aulas, como laboratorios, talleres, gimnasios, salas de dibujo, etc. Aulas (excepto de escuelas infantiles) Aulas de escuelas infantiles y salas de lectura de bibliotecas	10 5 1,5 2
<i>Pública concurrencia</i>	Zonas destinadas a espectadores sentados: con asientos definidos en el proyecto sin asientos definidos en el proyecto	1pers/asiento 0,5

Ocupación por espacios:

- **Administración** (4 personas) y su recepción: 11 personas (se incluyen las 4 personas de administración).
- **Aulas**: 48 personas sentadas en cada aula. 96 personas entre las dos aulas.
- **Salón de actos**: 135 personas sentadas.
- **Sala de proyección del salón de actos**: hasta 8 personas.
- **Sala de lectura**: 62 personas.
- **Exposición**: 166 personas.
- **Ordenadores**: 30 personas.
- **Zona de trabajo**: 24 personas.
- **Recepción**: 3 personas
- **Bar**: 2 personas.

Toda esta ocupación suma el total de **537 personas**. Hay algunos espacios del edificio cuya ocupación no ha sido sumada a la ocupación real, ya que son espacio servidores usados por las personas que trabajan en el edificio, por tanto, cuando se usen estos espacios, los espacios servidos se vacían. No hay simultaneidad de usos. Las ocupaciones de los espacios servidores son las siguientes:

- **Aseos públicos**: 4 personas en cada unidad de aseos de hombre y mujeres y 1 personas en cada unidad de aseo adaptado para minusválidos. Por tanto, suman 9 personas en cada bloque de aseos. Por tanto, en total, los aseos públicos del edificio tienen ocupación de 18 personas.

- **Viviendas:** 6 personas (ya que hay 6 habitaciones).
- **Archivo exposición:** 1 persona.
- **Almacén salón de actos:** 1 persona.
- **Cafetería (espacio interior):** 20 personas.
- **Salas de reuniones y videoconferencias:** 38 personas en total.
- **Vestíbulo lobby:** 99 personas.

3 Número de salidas y longitud de los recorridos de evacuación

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

Tabla 3.1. Número de salidas de planta y longitud de los recorridos de evacuación ⁽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 recorridos de evacuación hasta alguna salida de planta 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 uso Hospitalario 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 recorridos de evacuación desde su origen hasta llegar a algún punto desde el cual existan al menos dos recorridos alternativos no excede de 15 m en plantas de hospitalización o de tratamiento intensivo en uso Hospitalario o de la longitud máxima admisible cuando se dispone de una sola salida, en el resto de los casos.</p> <p>Si la altura de evacuación descendente de la planta obliga a que exista más de una salida de planta o si más de 50 personas precisan salvar en sentido ascendente una altura de evacuación mayor que 2 m, al menos dos salidas de planta conducen a dos escaleras diferentes.</p>
---	--

⁽¹⁾ La longitud de los recorridos de evacuación que se indican se puede aumentar un 25% cuando se trate de sectores de incendio protegidos con una instalación automática de extinción.

⁽²⁾ Si el establecimiento no excede de 20 plazas de alojamiento y está dotado de un sistema de detección y alarma, puede aplicarse el límite general de 28 m de altura de evacuación.

⁽³⁾ La planta de salida del edificio debe contar con más de una salida:

- en el caso de edificios de Uso Residencial Vivienda, cuando la ocupación total del edificio exceda de 500 personas.
- en el resto de los usos, cuando le sea exigible considerando únicamente la ocupación de dicha planta, o bien cuando el edificio esté obligado a tener más de una escalera para la evacuación descendente o más de una para evacuación ascendente.

La forma en que la tabla 4.1 se aplica a la configuración del proyecto es la siguiente:

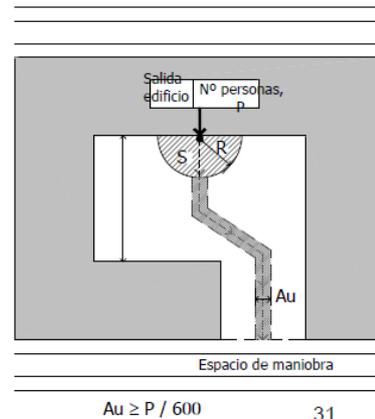
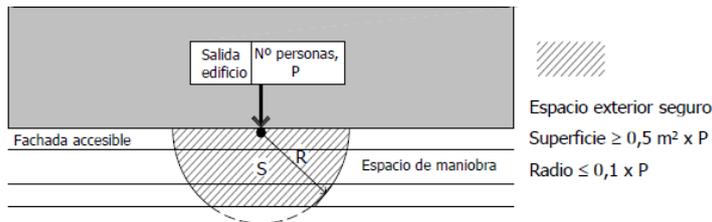
- Para salir de **vivienda** se puede tener una única salida de planta porque la ocupación de vivienda no excede las 100 personas (son 6 viviendas únicamente) y la longitud de los recorridos de evacuación hasta una salida de planta (que en este caso es la escalera) no debe superar los 25m.
- En vivienda pública, se cuenta la evacuación desde la puerta de la habitación.
- En **administración** y la caseta de instalaciones la distancia a salida de planta /salida de recinto es también de 25 metros máximo.
- Para salir de la **exposición**, la ocupación excede las 100 personas, por lo que no solo puede haber una salida de planta. La escalera principal de acceso a la exposición no constituye una salida de planta, ya que conecta la planta sótano con la planta baja por una doble altura. Por esta razón, existen dos salidas de planta alternativas, una de ellas ubicada en la casa blanca (escalera protegida) y la otra desembocando en un pasillo protegido. Este pasillo desemboca en un patio de sótano abierto al exterior, desde el que se sube a la planta calle mediante una escalera exterior.
- En la sala de exposición de mi proyecto no se debe superar los 25 metros de recorrido de evacuación desde el punto de partida hasta la salida de planta, ya que no hay recorrido alternativo una vez se elige un recorrido de evacuación.
- El resto del proyecto se desarrolla en planta calle, por lo que hay que tener en cuenta las “salidas de recinto”. La ocupación excede las 100 personas, por lo que, para evacuar, no puede haber una única salida del recinto. Tendrá que haber más de una salida de tal forma que la longitud de los recorridos de evacuación sea como máximo 50 metros siempre y cuando a los 25 metros haya dos posibles recorridos alternativos. Sino, el recorrido máximo de evacuación debe ser de 25 metros.

Espacio exterior seguro

3.4 Espacio exterior seguro

Espacio en el que se puede dar por finalizada la evacuación porque:

- Permite la dispersión de los ocupantes:
Superficie $\geq 0,5 \text{ m}^2/\text{pers.}$ en un radio $0,1 P$ (no hace falta si ≤ 50 pers)
- Comunicado con la red viaria, permite la intervención de bomberos
Si no está comunicado con la red viaria, espacio $\geq 15 \text{ m}$ fachada
- Permite una amplia disipación de calor, humos y gases
- * Puede ser la cubierta del edificio en condiciones muy restrictivas



Para el cálculo del espacio exterior seguro se toma el número de ocupantes y se multiplica por 0,1, obteniéndose así el radio necesario de espacio seguro. Se pueden consultar las superficies correspondientes en el plano I01 e I02 relativos a prevención de incendios.

4 Dimensionado de los medios de evacuación

4.1 Criterios para la asignación de los ocupantes

- 1 Cuando en una zona, en una *recinto*, en una planta o en el edificio deba existir más de una salida, considerando también como tales los puntos de paso obligado, la distribución de los ocupantes entre ellas a efectos de cálculo debe hacerse suponiendo inutilizada una de ellas, bajo la hipótesis más desfavorable.
- 2 A efectos del cálculo de la capacidad de evacuación de las escaleras y de la distribución de los ocupantes entre ellas, cuando existan varias, no es preciso suponer inutilizada en su totalidad alguna de las *escaleras protegidas, de las especialmente protegidas* o de las compartimentadas como los sectores de incendio, existentes. En cambio, cuando deban existir varias escaleras y estas sean no protegidas y no compartimentadas, debe considerarse inutilizada en su totalidad alguna de ellas, bajo la hipótesis más desfavorable.
- 3 En la planta de desembarco de una escalera, el flujo de personas que la utiliza deberá añadirse a la *salida de planta* que les corresponda, a efectos de determinar la anchura de esta. Dicho flujo deberá estimarse, o bien en $160 A$ personas, siendo A la anchura, en metros, del desembarco de la escalera, o bien en el número de personas que utiliza la escalera en el conjunto de las plantas, cuando este número de personas sea menor que $160A$.

Cuando hay más de una salida, la distribución de ocupantes que salen por una puerta debe hacerse suponiendo que la otra puerta disponible está inhabilitada. En la planta calle de este proyecto, siempre hay dos recorridos alternativos y, por tanto, dos puertas alternativas por las que desalojar el edificio en caso de incendio. Para asignar los ocupantes que saldrán por cada puerta se han tenido en cuenta los casos más desfavorables, sumando los ocupantes de las zonas destinadas a salir por cada puerta, y no dividiendo ese valor entre dos. Así, se calculará la dimensión de cada puerta tomando como premisa que una de las salidas alternativas del edificio está inhabilitada. Así pues, se ha calculado que la puerta principal del edificio y la puerta de emergencia de la exposición en planta calle evacuarán, en el peor de los casos, 139 personas (Sala de trabajo 24p + bar 2p + recepción 3p + exposición planta calle 10p + zona de ordenadores 30 personas + mesas bar interior y exterior 70 personas = 139 personas). Por otro lado, la puerta de emergencia sur y la puerta de emergencia de la biblioteca evacuarán, cada una

de ellas, 301 personas, teniendo en cuenta que una de las dos puestas esté inhabilitada (salón de actos 135p + biblioteca 62p + aulas 96p + sala proyección 8p = 301 personas).

En la evacuación por escaleras, cuando hay más de una, no hay que considerar inhabilitada una escalera protegida. Por tanto, siendo que la ocupación de la **sala de exposiciones** es de 166 personas, y que hay una escalera protegida y un pasillo protegido como salidas de planta, se divide 166 entre 2, de tal forma que **por cada una de estas salidas de planta saldrán 83 personas.**

El flujo de personas que sale de una escalera se calcula como $160 \cdot A$ ($160 \cdot$ anchura del desembarco de la escalera). Si el número de personas que sale de la escalera es menor que $160 \cdot A$, se coge el número de personas menor como flujo. El ancho de la escalera protegida en el proyecto es de 1,2 metros, que multiplicado por 160 da 192 personas. Como el número real de personas que sale por la escalera es menor, se coge este último como **flujo de personas que sale de la escalera: 83 personas.**

La ocupación máxima en la administración es 11 personas. $11 + 83 =$ **94 personas que saldrán por la puerta de salida del edificio de administración.**

El **número de personas que saldrán de la puerta principal de la residencia** es de **6 personas.**

4.2 Cálculo (según tabla 4.1 Dimensionado de los elementos de evacuación)

PUERTAS

- **Puerta principal:** $A \geq P (139 \text{ personas}) / 200 \geq 0,80 \text{ m.}$ Como $139 / 200 = 0.695$, y siendo que se trata de la puerta de acceso principal, se elige hacer una puerta de **doble hoja**, teniendo **cada hoja 80 cm.**

- **Puerta de emergencia exposición:** $A \geq P (139 \text{ personas}) / 200 \geq 0,80 \text{ m.}$ Como $139 / 200 = 0.695$, se ha elegido hacer una puerta de emergencia de **doble hoja**, **siendo cada hoja de 60 cm** mínimo. (PUEDE SER MÁS PEQUEÑA)

- **Puerta de emergencia biblioteca:** $A \geq P (301 \text{ personas}) / 200 \geq 0,80 \text{ m.}$ Como $301 / 200 = 1.505$, se ha elegido hacer una puerta de **doble hoja**, **siendo cada hoja de 80 cm.**

- **Puerta de emergencia sur:** $A \geq P (301 \text{ personas}) / 200 \geq 0,80 \text{ m.}$ Como $301 / 200 = 1.505$, se ha elegido hacer una puerta de **doble hoja**, **siendo cada hoja de 80 cm.**

- **Puerta principal administración:** $A \geq P (94 \text{ personas}) / 200 \geq 0,80 \text{ m.}$ Como $94 / 200 = 0.47$, y como mínimo una puerta de una hoja debe tener 80 cm, se ha elegido hacer una puerta de **dos hojas**, **siendo una de ellas de 90 cm** y la otra fija, de 25cm. En el caso de que por la escalera protegida salieran las 166 personas de la exposición, la puerta seguiría estando bien dimensionada, ya que se ha sobredimensionado para el caso de las 94 personas a evacuar.

- **Puerta principal vivienda:** $A \geq P (6 \text{ personas}) / 200 \geq 0,80 \text{ m.}$ Como el resultado es muy pequeño y como mínimo una puerta de una hoja debe tener 80 cm, se ha elegido hacer una puerta de **dos hojas**, **siendo una de ellas de 80 cm** y la otra fija, de 35cm.

- **Puerta sala UTA vivienda y grupo electrógeno:** se ha elegido hacer una puerta de **dos hojas, siendo una de ellas de 90 cm** y la otra fija, de 25cm, para el paso de la maquinaria.

- **Puerta de emergencia de salida del pasillo protegido (exposición):** $A \geq P$ (83 personas) / $200 \geq 0,80$ m. Como $83 / 200 = 0.415$, y como mínimo una puerta de una hoja debe tener 80 cm, se ha elegido hacer una puerta de **una hoja, siendo esta de 90 cm.**

PASILLOS

Pasillos administración y vivienda: según la tabla 4.1, La anchura mínima es 0,80 m en pasillos previstos para 10 personas, como máximo, y estas sean usuarios habituales. Los pasillos de la administración y de la vivienda tienen una anchura de 1 metro.

ESCALERAS NO PROTEGIDAS

Escalera vivienda, evacuación descendente: El SUA le adjudica 1 metro.

ESCALERAS PROTEGIDAS

Escalera administración: $E \leq 3 S + 160 A_s \rightarrow 83 \leq 3*27.8 + 160*1.2 \rightarrow 83 \leq 275.4$

Vista esta igualdad, se verifica que una anchura de 1.2 metros para la escalera protegida es suficiente.

PASILLOS PROTEGIDOS

Pasillo protegido: $P \leq 3 S + 200 A \rightarrow 83 \text{ personas} \leq 3*27.6 + 200*1.8 \rightarrow 83 \text{ personas} \leq 442.8$. Vista la igualdad anterior, se verifica que la anchura de 1.1 metros en su arranque y 1.8 metros en el resto del pasillo es suficiente.

ZONAS AL AIRE LIBRE

Rampa sur exterior de salida al parque: $A \geq P$ (301 pers.) / $600 = 0.50$ metros. Por tanto, la anchura de 1.50 metros es correcta.

Escalera exterior patio inglés: $A \geq P$ (83 pers.) / $480 = 0.17$ metros. Se ha colocado una anchura de escalera de 1.2 metros, la cual es correcta.

5 Protección de las escaleras

1 En la tabla 5.1 se indican las condiciones de protección que deben cumplir las escaleras previstas para evacuación.

Tabla 5.1. Protección de las escaleras

<i>Uso previsto</i> ⁽¹⁾	Condiciones según tipo de protección de la escalera		
	h = altura de evacuación de la escalera P = número de personas a las que sirve en el conjunto de plantas		
	No protegida	Protegida ⁽²⁾	Especialmente protegida
Escaleras para evacuación descendente			
<i>Residencial Vivienda</i>	h ≤ 14 m	h ≤ 28 m	
<i>Administrativo, Docente,</i>	h ≤ 14 m	h ≤ 28 m	
<i>Comercial, Pública Concu-</i> <i>rrencia</i>	h ≤ 10 m	h ≤ 20 m	
<i>Residencial Público</i>	Baja más una	h ≤ 28 m ⁽³⁾	Se admite en todo caso
<i>Hospitalario</i>			
zonas de hospitalización o de tratamiento intensivo	No se admite	h ≤ 14 m	
otras zonas	h ≤ 10 m	h ≤ 20 m	
<i>Aparcamiento</i>	No se admite	No se admite	
Escaleras para evacuación ascendente			
<i>Uso Aparcamiento</i>	No se admite	No se admite	
Otro uso: h ≤ 2,80 m	Se admite en todo caso	Se admite en todo caso	Se admite en todo caso
2,80 < h ≤ 6,00 m	P ≤ 100 personas	Se admite en todo caso	
h > 6,00 m	No se admite	Se admite en todo caso	

Escaleras residencia Casa Blanca: Al ser escaleras para evacuación descendente de residencial vivienda con una altura < 14m, la escalera de la residencia de investigadores puede ser **no protegida**.

Escalera protegida Casa Blanca: Al ser escaleras para evacuación ascendente de un uso que no es aparcamiento y tener una altura entre 2,80 y 6,00 metros, la escalera es protegida ya que el recinto de la exposición acoge a más de 100 personas. Toda **ESCALERA PROTEGIDA** debe tener elementos separadores EI120. Las puertas que abren a la escalera protegida son puertas EI2 60-C5. El recinto cuenta con protección frente al humo, gracias a una *Ventilación natural* mediante ventanas practicables o huecos abiertos al exterior con una superficie útil de ventilación de al menos 1 m² en cada planta.

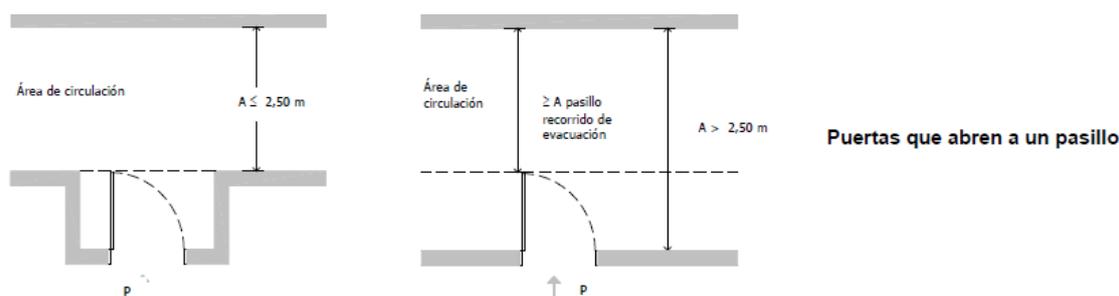
Escalera principal exposición: puede ser no protegida porque no constituye una salida de planta.

6 Puertas situadas en recorridos de evacuación

3.5 Puertas situadas en los recorridos de evacuación

- Puertas de salida **de planta, de edificio y de evacuación > 50 personas**
 - **Tipo de puerta:** → Batiente con eje de giro vertical
(pueden ser automáticas o giratorias con ciertas condiciones)
 - **Sistema de cierre:**
 - a) No actuará durante la evacuación
 - b) Dispositivo de fácil y rápida obertura, sin llave y sin actuar sobre más de un mecanismo:
 - Manilla o pulsador, UNE EN 179:1997: usuarios habituales
 - Barra antipánico UNE 1125:1997: usuarios no habituales
- Abertura en **sentido de evacuación** para:
 - > 200 P, uso residencial vivienda
 - > 100 P, en el resto de usos
 - > 50 P, ocupantes de recinto o espacio donde esté situada la puerta
 - Local de riesgo especial y aparcamiento: hacia el vestíbulo de independencia

En el proyecto, dos de las salas de reuniones tienen su puerta de evacuación hacia dentro porque tienen una ocupación de menos de 50 personas y porque invaden los espacios de entrada a las aulas y a la zona de trabajo y estos tienen una anchura menor o igual a 2,50 metros.



7 Señalización de los medios de evacuación

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

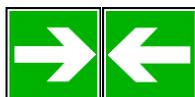
a) Las salidas de *recinto*, planta o edificio tendrán una señal con el rótulo "SALIDA".



b) La señal con el rótulo "Salida de emergencia" debe utilizarse en toda salida prevista para uso exclusivo en caso de emergencia.



- c) Deben disponerse señales indicativas de dirección de los recorridos, visibles desde todo *origen de evacuación* desde el que no se perciban directamente las salidas o sus señales indicativas y, en particular, frente a toda salida de un *recinto* con ocupación mayor que 100 personas que acceda lateralmente a un pasillo.



- g) Los *itinerarios accesibles* (ver definición en el Anejo A del DB SUA) para personas con discapacidad que conduzcan a una *zona de refugio*, a un *sector de incendio* alternativo previsto para la evacuación de personas con discapacidad, o a una salida del edificio accesible se señalarán mediante las señales establecidas en los párrafos anteriores a), b), c) y d) acompañadas del SIA (Símbolo Internacional de Accesibilidad para la movilidad). Cuando dichos *itinerarios accesibles* conduzcan a una *zona de refugio* o a un *sector de incendio* alternativo previsto para la evacuación de personas con discapacidad, irán además acompañadas del rótulo “ZONA DE REFUGIO”.



- h) La superficie de las *zonas de refugio* se señalará mediante diferente color en el pavimento y el rótulo “ZONA DE REFUGIO” acompañado del SIA colocado en una pared adyacente a la zona.



Todas estas señales serán fotoluminiscentes según lo establecido en las normas UNE 23035-1:2003, UNE 23035-2:2003 y UNE 23035-4:2003 y su mantenimiento se realizará conforme a lo establecido en la norma UNE 23035-3:2003.

9 Evacuación de personas con discapacidad en caso de incendio

La exigencia del CTE de colocar “zona de refugio” no se aplica a este proyecto. Sin embargo, se ha colocado, preventivamente, un espacio exterior considerado de refugio para una silla de ruedas, en la escalera protegida de la exposición y, se considera otra posible zona en el patio exterior de sótano, en el cual los usuarios que utilizan silla de ruedas serán evacuados por los bomberos.

SI 4 - Instalaciones de protección contra incendios

1 Dotación de instalaciones de protección contra incendios

Los edificios dispondrán de equipos e instalaciones en función del uso previsto y siguiendo las condiciones establecidas en la Tabla 1.1:

Tabla 1.1. Dotación de instalaciones de protección contra incendios

Uso previsto del edificio o establecimiento	Condiciones
Instalación	
En general	
Extintores portátiles	Uno de eficacia 21A -113B: <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
Hidrantas exteriores	Si la <i>altura de evacuación</i> descendente excede de 28 m o si la ascendente excede de 6 m, así como en <i>establecimientos</i> de densidad de ocupación mayor que 1 persona cada 5 m ² y cuya superficie construida está comprendida entre 2.000 y 10.000 m ² . Al menos un hidrante hasta 10.000 m ² de superficie construida y uno más por cada 10.000 m ² adicionales o fracción. ⁽³⁾
Instalación automática de extinción	Salvo otra indicación en relación con el uso, en todo edificio cuya <i>altura de evacuación</i> exceda de 80 m. 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⁾ 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.
Administrativo	
Bocas de incendio equipadas	Si la superficie construida excede de 2.000 m ² . ⁽⁷⁾
Columna seca ⁽⁵⁾	Si la <i>altura de evacuación</i> excede de 24 m.
Sistema de alarma ⁽⁶⁾	Si la superficie construida excede de 1.000 m ² .
Sistema de detección de incendio	Si la superficie construida excede de 2.000 m ² , detectores en zonas de riesgo alto conforme al capítulo 2 de la Sección 1 de este DB. Si excede de 5.000 m ² , en todo el edificio.
Hidrantas exteriores	Uno si la superficie total construida está comprendida entre 5.000 y 10.000 m ² . Uno más por cada 10.000 m ² adicionales o fracción. ⁽³⁾

Docente

Bocas de incendio equipadas	Si la superficie construida excede de 2.000 m ² . ⁽⁷⁾
Columna seca ⁽⁵⁾	Si la <i>altura de evacuación</i> excede de 24 m.
Sistema de alarma ⁽⁶⁾	Si la superficie construida excede de 1.000 m ² .
Sistema de detección de incendio	Si la superficie construida excede de 2.000 m ² , detectores en zonas de riesgo alto conforme al capítulo 2 de la Sección 1 de este DB. Si excede de 5.000 m ² , en todo el edificio.
Hidrantés exteriores	Uno si la superficie total construida está comprendida entre 5.000 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 <i>altura de evacuación</i> 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⁾
Hidrantés 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⁾

Las BIE se situarán siempre a una distancia, máxima, de 5 m, de las salidas del sector de incendio, medida sobre un recorrido de evacuación, sin que constituyan obstáculo para su utilización.

2 Señalización de las instalaciones manuales de protección contra incendios

- 1 Los medios de protección contra incendios de utilización manual (extintores, bocas de incendio, hidrantés exteriores, pulsadores manuales de alarma y dispositivos de disparo de sistemas de extinción) se deben señalar mediante señales definidas en la norma UNE 23033-1 cuyo tamaño sea:
 - a) 210 x 210 mm cuando la distancia de observación de la señal no exceda de 10 m;
 - b) 420 x 420 mm cuando la distancia de observación esté comprendida entre 10 y 20 m;
 - c) 594 x 594 mm cuando la distancia de observación esté comprendida entre 20 y 30 m.
- 2 Las señales deben ser visibles incluso en caso de fallo en el suministro al alumbrado normal. Cuando sean fotoluminiscentes, deben cumplir lo establecido en las normas UNE 23035-1:2003, UNE 23035-2:2003 y UNE 23035-4:2003 y su mantenimiento se realizará conforme a lo establecido en la norma UNE 23035-3:2003.



SI 5 - Intervención de los bomberos

No es de aplicación al ser la altura de evacuación descendente inferior siempre a 9 metros en todo momento

SI 6 - Resistencia al fuego de la estructura

Los elementos estructurales deberán alcanzar la clase indicada en la Tabla 3.1, que hace referencia al tiempo expresado en minutos ante la acción representada por la curva normalizada tiempo-temperatura:

Tabla 3.1 Resistencia al fuego suficiente de los elementos estructurales

Uso del sector de incendio considerado ⁽¹⁾	Plantas de sótano	Plantas sobre rasante altura de evacuación del edificio		
		≤15 m	≤28 m	>28 m
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

Esta misma exigencia será aplicable en zonas de riesgo especial a través de la Tabla 3.2:

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

Por último, en el caso de cubiertas ligeras de altura inferior a 28 metros sobre la rasante y carga permanente debida a su cerramiento de menos de 1KN/m², su estructura principal y elementos que la soporten podrán ser R30, siempre y cuando su fallo no ocasione daños ni comprometa la estabilidad de edificios próximos ni plantas inferiores.

Así pues, la estructura principal del edificio, que es la estructura de la cubierta ligera, debe tener una clase R30. Dado que dicha estructura es de acero visto, se obtendrá la protección frente al fuego mediante pintura intumescente capaz de brindar a la estructura de una protección entre R30 y R60 (hay algunos casos, con mucho espesor de esta pintura, en los que se puede llegar a alcanzar incluso R120).

En cuanto a la estructura de hormigón armado del sótano, los muros son lo suficientemente gruesos y tienen los recubrimientos adecuados para garantizar la resistencia R120 que se requiere, sin embargo, en las salas de instalaciones se recubren con aislamiento y una placa de yeso laminado resistente al fuego. Con respecto a los forjados de hormigón, estos alcanzan la resistencia requerida a través de la aplicación de un falso techo con aislamiento de lana mineral y placa de yeso resistente al fuego.

Los elementos estructurales de una escalera protegida tendrán una resistencia al fuego R30 como mínimo.

4 Elementos estructurales secundarios

Todo suelo que deba garantizar la resistencia al fuego R que establece la tabla 3.1 anterior, debe ser accesible al menos por una escalera que garantice esa misma resistencia o que sea protegida.

Escalera de viviendas: Debe tener la misma R que el suelo de forjado: R60, porque es la R que tiene que tener el uso residencial público y administración sobre rasante con altura de evacuación $< o = 15m$.

Escalera exposición: debe ser R90 por desembocar en un suelo que está sobre los locales técnicos, que son de riesgo especial bajo y su estructura debe tener R90 según la tabla 3.2.

3.3 DB SUA: Seguridad de utilización y accesibilidad

SUA 1 - Seguridad frente al riesgo de caídas

Para limitar la resbaladicidad de los pavimentos de los suelos en nuestros usos docente, administrativo y pública concurrencia, los clasificaremos según las exigencias que establece la Tabla 1.2 a partir de su localización y características:

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

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

Así, esta clasificación se realizará en función de su resistencia al deslizamiento a través de los valores de la Tabla 1.1:

Tabla 1.1 Clasificación de los suelos según su resbaladicidad

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

En cuanto a las discontinuidades en el pavimento, excepto en aquellas zonas de uso restringido, el suelo cumplirá estas condiciones:

- No tendrá juntas que presenten un resalto de más de 4 mm. Los elementos salientes del nivel del pavimento, puntuales y de pequeña dimensión (por ejemplo, los cerraderos de puertas) no deben sobresalir del pavimento más de 12 mm y el saliente que exceda de 6 mm en sus caras enfrentadas al sentido de circulación de las personas no debe formar un ángulo con el pavimento que exceda de 45°
- Los desniveles que no excedan de 5 cm se resolverán con una pendiente que no exceda el 25%.

- c) En zonas para circulación de personas, el suelo no presentará perforaciones o huecos por los que pueda introducirse una esfera de 1,5 cm de diámetro.

Por otro lado, cuando se dispongan barreras para delimitar zonas de circulación, tendrán una altura de 80 cm como mínimo.

Además, en zonas de circulación no se podrá disponer un escalón aislado, ni dos consecutivos, excepto en los casos siguientes:

- a) en zonas de uso restringido.
- b) en las zonas comunes de los edificios de uso Residencial Vivienda.
- c) en los accesos y en las salidas de los edificios;
- d) en el acceso a un estrado o escenario.

En estos casos, si la zona de circulación incluye un itinerario accesible, el o los escalones no podrán disponerse en el mismo.

En relación a las posibles caídas provocadas por los desniveles en el proyecto, existirán barreras de protección cuando la diferencia de cotas sea mayor que 55 cm, y su altura vendrá definida por los siguientes esquemas:

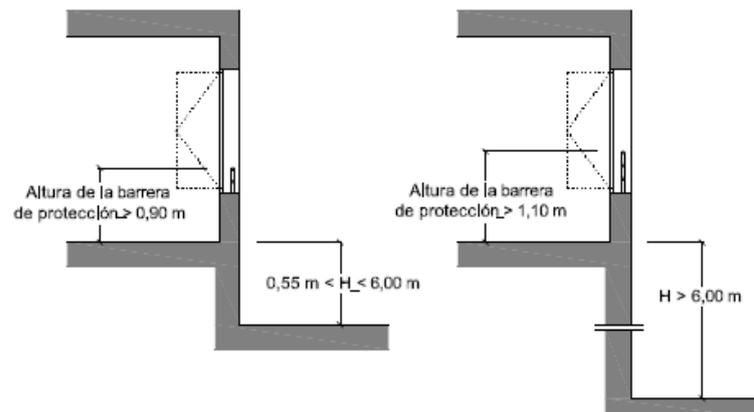


Figura 3.1 Barreras de protección en ventanas.

Así mismo, estas barreras cuando estén situadas en zonas de uso pública concurrencia, estarán diseñadas para que:

- a) No puedan ser fácilmente escaladas por los niños, para lo cual:
 - En la altura comprendida entre 30 cm y 50 cm sobre el nivel del suelo o sobre la línea de inclinación de una escalera no existirán puntos de apoyo, incluidos salientes sensiblemente horizontales con más de 5 cm de saliente.
 - En la altura comprendida entre 50 cm y 80 cm sobre el nivel del suelo no existirán salientes que tengan una superficie sensiblemente horizontal con más de 15 cm de fondo.
- b) No tengan aberturas que puedan ser atravesadas por una esfera de 10 cm de diámetro, exceptuándose las aberturas triangulares que forman la huella y la contrahuella de los

peldaños con el límite inferior de la barandilla, siempre que la distancia entre este límite y la línea de inclinación de la escalera no exceda de 5 cm (véase figura 3.2).

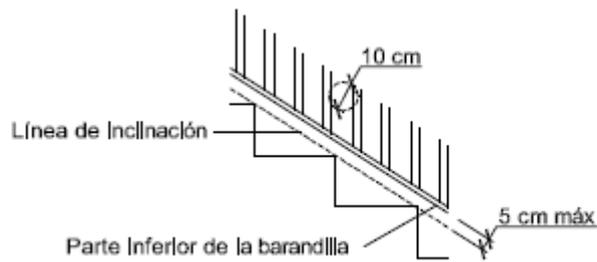


Figura 3.2 Línea de inclinación y parte inferior de la barandilla

Para el diseño de las escaleras, tanto de uso público como restringido, se tienen en cuenta las figuras 4.2 y la tabla 4.1.

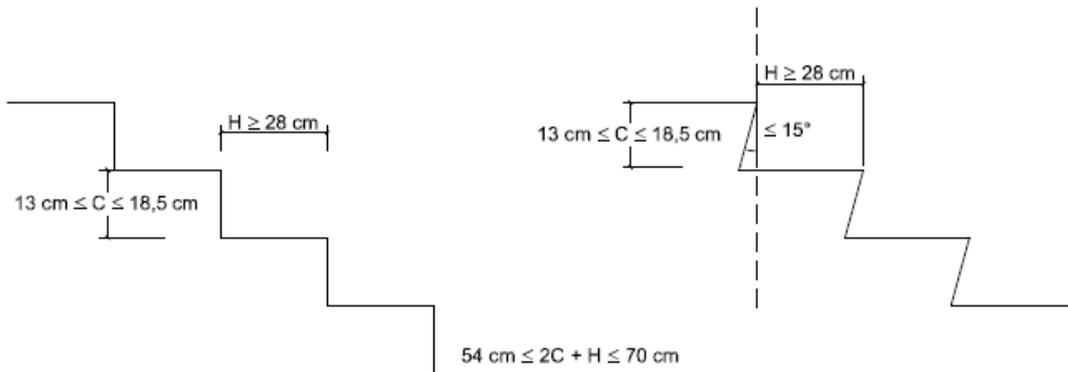


Figura 4.2 Configuración de los peldaños.

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

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

La aplicación de éstas en las escaleras del proyector resulta en las siguientes configuraciones:

Escaleras públicas Casa Blanca:

- Ancho tramo= 1,2m.

- Peldaños: 0,17 m de contrahuella y 0,30 m de huella.
- Altura que salva un tramo= 1,7m
- Un pasamanos (Anchura tramo < 1,2m)
- Ancho de mesetas: mismo ancho que el de la escalera

Escaleras residencia Casa Blanca:

- Ancho tramo= 1m
- Peldaños: 0,17 m de contrahuella y 0,30 m de huella.
- Altura que salva un tramo= 1,53m
- Un pasamanos (Anchura tramo < 1,2m)
- Ancho de meseta intermedia: mismo ancho que el de la escalera
- Distancia entre arranque de escalera y ascensor: 2m. La distancia entre el arranque de la escalera y la puerta del ascensor debe ser, como mínimo, de 1,5 metros para el radio de giro de una silla de ruedas.

La escalera de uso restringido de la caseta de la Casablanca, tiene que tener como mínimo un ancho de 80 cm, lo cual se cumple, ya que cada tramo tiene un ancho de 95 cm en el proyecto. La huella tiene 24 m y la contrahuella 20cm, siendo los mínimos para escalera restringida, según el SUA, 20 cm de contrahuella y 22 cm de huella.

SUA 2 - Seguridad frente al riesgo de impacto o atrapamiento

En relación al impacto con elementos fijos, las exigencias existentes son las siguientes:

1. La altura libre de paso en zonas de circulación será, como mínimo, 2,10 m en zonas de uso restringido y 2,20 m en el resto de las zonas. En los umbrales de las puertas la altura libre será 2 m, como mínimo.
2. Los elementos fijos que sobresalgan de las fachadas y que estén situados sobre zonas de circulación estarán a una altura de 2,20 m, como mínimo.
3. En zonas de circulación, las paredes carecerán de elementos salientes que no arranquen del suelo, que vuelen más de 15 cm en la zona de altura comprendida entre 15 cm y 2,20 m medida a partir del suelo y que presenten riesgo de impacto.
4. Se limitará el riesgo de impacto con elementos volados cuya altura sea menor que 2 m, tales como mesetas o tramos de escalera, de rampas, etc., disponiendo elementos fijos que restrinjan el acceso hasta ellos y permitirán su detección por los bastones de personas con discapacidad visual.

Del mismo modo, para evitar el impacto contra elementos practicables, las puertas situadas en el lateral de pasillos de recintos que no sean de ocupación nula, se dispondrán de manera que no lo invadan, según el siguiente esquema:

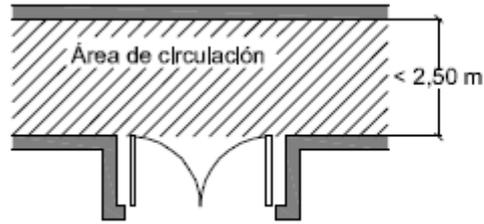


Figura 1.1 Disposición de puertas laterales a vías de circulación

Así mismo, las puertas de vaivén en las zonas de circulaciones permitirán percibir la aproximación de personas mediante partes transparentes o traslúcidas situadas entre 0,7 y 1,5 m de altura.

En el caso del impacto con elementos frágiles que no dispongan barreras de protección, tendrán unas prestaciones definidas en la Tabla 1.1, excepto para vidrios cuya mayor dimensión no exceda de 30 cm:

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

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

Estas posibles zonas con alto riesgo de impacto serían:

- a) 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.

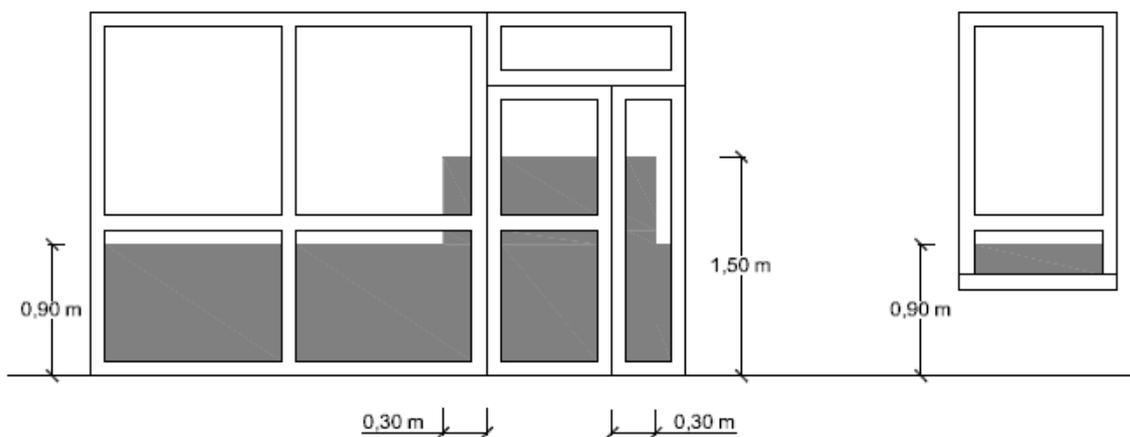


Figura 1.2 Identificación de áreas con riesgo de impacto

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

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

Por último, con el fin de limitar el riesgo de atrapamiento producido por una puerta corredera de accionamiento manual, incluidos sus mecanismos de apertura y cierre, la distancia “a” hasta el objeto fijo más próximo será como mínimo de 20 cm, tal y como se ve en la figura:

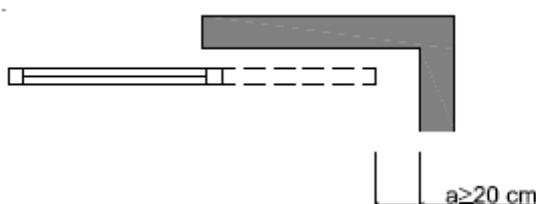


Figura 2.1 Holgura para evitar atrapamientos

En estas puertas correderas, sus elementos de apertura y cierre automáticos dispondrán de dispositivos de protección adecuados al tipo de accionamiento, y cumplirán con las especificaciones técnicas propias.

SUA 3 - Seguridad frente al riesgo de aprisionamiento en recintos

Para evitar el aprisionamiento de personas en los edificios del proyecto, se tomarán las siguientes precauciones:

- Cuando las puertas de un recinto tengan dispositivo para su bloqueo desde el interior y las personas puedan quedar accidentalmente atrapadas dentro del mismo, existirá algún sistema de desbloqueo de las puertas desde el exterior del recinto. Excepto en el caso de los baños o los aseos de viviendas, dichos recintos tendrán iluminación controlada desde su interior.
- En zonas de uso público, los aseos accesibles y cabinas de vestuarios accesibles dispondrán de un dispositivo en el interior fácilmente accesible, mediante el cual se transmita una llamada de asistencia perceptible desde un punto de control y que permita al usuario verificar que su llamada ha sido recibida, o perceptible desde un paso frecuente de personas.
- La fuerza de apertura de las puertas de salida será de 140 N, como máximo, excepto en las situadas en itinerarios accesibles, en las que será como máximo 25 N en general y 65 N cuando sean resistentes al fuego.

SUA 4 - Seguridad frente al riesgo causado por iluminación inadecuada

El alumbrado normal en zonas de circulación será a través de una instalación cuyo factor de uniformidad media sea del 40% como mínimo, y sea capaz de proporcionar una iluminancia mínima medida a nivel del suelo de:

- 20 lux en zonas exteriores
- 100 lux en zonas interiores
- 50 lux en aparcamientos interiores

Respecto al alumbrado de emergencia en caso de fallo del alumbrado normal, éste se situará en las siguientes zonas:

- a) Todo recinto cuya ocupación sea mayor que 100 personas.
- b) Los recorridos desde todo origen de evacuación hasta el espacio exterior seguro y hasta las zonas de refugio, incluidas estas últimas.
- c) Los aparcamientos cerrados o cubiertos cuya superficie construida exceda de 100 m², incluidos los pasillos y las escaleras que conduzcan hasta el exterior o hasta las zonas generales del edificio.
- d) Los locales que alberguen equipos generales de las instalaciones de protección contra incendios y los de riesgo especial.
- e) Los aseos generales de planta en edificios de uso público.
- f) Los lugares en los que se ubican cuadros de distribución o de accionamiento de la instalación de alumbrado de las zonas antes citadas.
- g) Las señales de seguridad.
- h) Los itinerarios accesibles.

Así, las luminarias de emergencia deberán cumplir las siguientes características:

- a) Se situarán al menos a 2 m por encima del nivel del suelo.
- b) Se dispondrá una en cada puerta de salida y en posiciones en las que sea necesario destacar un peligro potencial o el emplazamiento de un equipo de seguridad. Como mínimo se dispondrán en los siguientes puntos:
 - en las puertas existentes en los recorridos de evacuación.
 - en las escaleras, de modo que cada tramo de escaleras reciba iluminación directa.
 - en cualquier otro cambio de nivel.
 - en los cambios de dirección y en las intersecciones de pasillos.

Con ello, la instalación necesaria para este alumbrado de emergencia seguirá estas indicaciones:

1 La instalación será fija, estará provista de fuente propia de energía y debe entrar automáticamente en funcionamiento al producirse un fallo de alimentación en la instalación de alumbrado normal en las zonas cubiertas por el alumbrado de emergencia. Se considera como fallo de alimentación el descenso de la tensión de alimentación por debajo del 70% de su valor nominal.

2 El alumbrado de emergencia de las vías de evacuación debe alcanzar al menos el 50% del nivel de iluminación requerido al cabo de los 5 s y el 100% a los 60 s.

3 La instalación cumplirá las condiciones de servicio que se indican a continuación durante una hora, como mínimo, a partir del instante en que tenga lugar el fallo:

- a) En las vías de evacuación cuya anchura no exceda de 2 m, la iluminancia horizontal en el suelo debe ser, como mínimo, 1 lux a lo largo del eje central y 0,5 lux en la banda central que comprende al menos la mitad de la anchura de la vía. Las vías de evacuación con anchura superior a 2 m pueden ser tratadas como varias bandas de 2 m de anchura, como máximo.
- b) En los puntos en los que estén situados los equipos de seguridad, las instalaciones de protección contra incendios de utilización manual y los cuadros de distribución del alumbrado, la iluminancia horizontal será de 5 lux, como mínimo.
- c) A lo largo de la línea central de una vía de evacuación, la relación entre la iluminancia máxima y la mínima no debe ser mayor que 40:1.
- d) Los niveles de iluminación establecidos deben obtenerse considerando nulo el factor de reflexión sobre paredes y techos y contemplando un factor de mantenimiento que englobe la reducción del rendimiento luminoso debido a la suciedad de las luminarias y al envejecimiento de las lámparas.
- e) Con el fin de identificar los colores de seguridad de las señales, el valor mínimo del índice de rendimiento cromático Ra de las lámparas será 40.

Finalmente, la iluminación de las señales de evacuación indicativas de las salidas y de las señales indicativas de los medios manuales de protección contra incendios y de los de primeros auxilios, deben cumplir los siguientes requisitos:

- a) La luminancia de cualquier área de color de seguridad de la señal debe ser al menos de 2 cd/m² en todas las direcciones de visión importantes.
- b) La relación de la luminancia máxima a la mínima dentro del color blanco o de seguridad no debe ser mayor de 10:1, debiéndose evitar variaciones importantes entre puntos adyacentes.
- c) La relación entre la luminancia Lblanca, y la luminancia Lcolor >10, no será menor que 5:1 ni mayor que 15:1.
- d) Las señales de seguridad deben estar iluminadas al menos al 50% de la iluminancia requerida, al cabo de 5 s, y al 100% al cabo de 60 s.

SUA 5 - Seguridad frente al riesgo causado por situaciones con alta ocupación

Esta sección es de aplicación para espacios previstos para más de 3000 espectadores a pie el presente proyecto se encuentra fuera del marco de aplicación.

SUA 6 - Seguridad frente al riesgo de ahogamiento

En lo referido a piscinas de uso colectivo, no será exigible debido a la inexistencia de las mismas en el programa de necesidades del proyecto.

Ya en relación a los pozos, depósitos y conducciones abiertas con posibilidad de acceso a personas, y por tanto riesgo de ahogamiento, aparecerán sistemas de protección rígidos y resistentes (tapas y rejillas), así como cierres para permitir el acceso únicamente a personal autorizado.

SUA 7 - Seguridad frente al riesgo causado por vehículos en movimiento

El proyecto no contempla interacción con vehículos en movimiento en ningún punto, quedando fuera el ámbito de aplicación del presente artículo.

SUA 9 - Accesibilidad

Con el fin de facilitar el acceso y la utilización no discriminatoria, independiente y segura de los edificios a las personas con discapacidad se cumplirán las condiciones funcionales y de dotación de elementos accesibles que se establecen a continuación.

Como condiciones funcionales en los edificios con uso distinto al residencial, encontramos tres exigencias:

- En el exterior del edificio, la parcela dispondrá al menos de un itinerario accesible que comunique con una entrada principal del mismo.
- Los edificios en los que haya que salvar más de dos plantas desde alguna entrada principal accesible al edificio hasta alguna planta que no sea de ocupación nula, o cuando en total existan más de 200 m² de superficie útil, excluida la superficie de zonas de ocupación nula en plantas sin entrada accesible al edificio, dispondrán de ascensor accesible o rampa accesible que comunique las plantas que no sean de ocupación nula con las de entrada accesible al edificio. Las plantas que tengan zonas de uso público con más de 100 m² de superficie útil o elementos accesibles, dispondrán de ascensor accesible o rampa accesible que las comunique con las de entrada accesible al edificio.
- Los edificios dispondrán de un itinerario accesible que comunique, en cada planta, el acceso accesible a ella con las zonas de uso público, con todo origen de evacuación de las zonas de uso privado exceptuando las zonas de ocupación nula, y con los elementos accesibles.

A nivel de dotación de elementos accesibles, en nuestro proyecto serían necesarios:

- Servicios higiénicos accesibles:
 - a) Un aseo accesible por cada 10 unidades o fracción de inodoros instalados, pudiendo ser de uso compartido para ambos sexos.
 - b) En cada vestuario, una cabina de vestuario accesible, un aseo accesible y una ducha accesible por cada 10 unidades o fracción de los instalados. En el caso de que el vestuario no esté distribuido en cabinas individuales, se dispondrá al menos una cabina accesible.
- Mobiliario fijo: en zonas de atención al público incluirá al menos un punto de atención accesible. Como alternativa a lo anterior, se podrá disponer un punto de llamada accesible para recibir asistencia.
- Mecanismos: excepto en el interior de las viviendas y en las zonas de ocupación nula, los interruptores, los dispositivos de intercomunicación y los pulsadores de alarma serán mecanismos accesibles.

Finalmente, se señalarán los elementos accesibles con las siguientes características:

1. Las entradas al edificio accesibles, los itinerarios accesibles, las plazas de aparcamiento accesibles y los servicios higiénicos accesibles (aseo, cabina de vestuario y ducha accesible) se señalarán mediante SIA, complementado, en su caso, con flecha direccional.
2. Los ascensores accesibles se señalarán mediante SIA. Asimismo, contarán con indicación en Braille y arábigo en alto relieve a una altura entre 0,80 y 1,20 m, del número de planta en la jamba derecha en sentido salida de la cabina.
3. Los servicios higiénicos de uso general se señalarán con pictogramas normalizados de sexo en alto relieve y contraste cromático, a una altura entre 0,80 y 1,20 m, junto al marco, a la derecha de la puerta y en el sentido de la entrada.
4. Las bandas señalizadoras visuales y táctiles serán de color contrastado con el pavimento, con relieve de altura 3 ± 1 mm en interiores y 5 ± 1 mm en exteriores. Las exigidas en el apartado 4.2.3 de la Sección SUA 1 para señalar el arranque de escaleras, tendrán 80 cm de longitud en el sentido de la marcha, anchura la del itinerario y acanaladuras perpendiculares al eje de la escalera. Las exigidas para señalar el itinerario accesible hasta un punto de llamada accesible o hasta un punto de atención accesible, serán de acanaladura paralela a la dirección de la marcha y de anchura 40 cm.

Esta señalización se realizará en función de su localización en el edificio, siguiendo la Tabla 2.1:

Tabla 2.1 Señalización de elementos accesibles en función de su localización¹

Elementos accesibles	En zonas de uso privado	En zonas de uso público
Entradas al edificio accesibles	Cuando existan varias entradas al edificio	En todo caso
<i>Itinerarios accesibles</i>	Cuando existan varios recorridos alternativos	En todo caso
<i>Ascensores accesibles,</i>		En todo caso
Plazas reservadas		En todo caso
Zonas dotadas con bucle magnético u otros sistemas adaptados para personas con discapacidad auditiva		En todo caso
<i>Plazas de aparcamiento accesibles</i>	En todo caso, excepto en uso <i>Residencial Vivienda</i> las vinculadas a un residente	En todo caso
<i>Servicios higiénicos accesibles</i> (aseo accesible, ducha accesible, cabina de vestuario accesible)	---	En todo caso
Servicios higiénicos de <i>uso general</i>	---	En todo caso
<i>Itinerario accesible</i> que comunique la vía pública con los <i>puntos de llamada accesibles</i> o, en su ausencia, con los <i>puntos de atención accesibles</i>	---	En todo caso

3.4 DB HS: Salubridad

HS 1 Protección frente a la humedad

En relación al diseño de los muros, el grado de impermeabilidad exigido se obtiene de la Tabla 2.1:

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

Como la presencia de agua en el proyecto es baja, al situarse la cara inferior del suelo por encima del nivel freático, el grado de impermeabilidad mínimo exigido se considera 1.

Así, para determinar las condiciones exigidas a las soluciones constructivas, se hace uso de la Tabla 2.2:

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.

Los muros flexorresistentes existentes con impermeabilización por el exterior que encontremos deberán cumplir por tanto I2+I3+D1+D5, es decir:

- Impermeabilización: se realizará debe realizarse mediante la colocación en el exterior del muro de una lámina impermeabilizante. Cuando ésta sea adherida debe colocarse una capa antipunzonamiento en su cara exterior y cuando sea no adherida debe colocarse una capa

antipunzonamiento en cada una de sus caras. En ambos casos, si se dispone una lámina drenante puede suprimirse la capa antipunzonamiento exterior.

La impermeabilización también puede realizarse mediante la aplicación de una pintura impermeabilizante.

- Drenaje y evacuación: debe disponerse una capa drenante y una capa filtrante entre la capa de impermeabilización y el terreno. La capa drenante puede estar constituida por una lámina drenante, grava, una fábrica de bloques de arcilla porosos u otro material que produzca el mismo efecto. Cuando la capa drenante sea una lámina, el remate superior de la lámina debe protegerse de la entrada de agua procedente de las precipitaciones y de las escorrentías.

Debe disponerse una red de evacuación del agua de lluvia en las partes de la cubierta y del terreno que puedan afectar al muro y debe conectarse aquélla a la red de saneamiento o a cualquier sistema de recogida para su reutilización posterior.

Por último, como condiciones singulares del muro encontraremos las siguientes:

- Encuentro con las fachadas: Cuando el muro se impermeabilice por el exterior, en los arranques de las fachadas sobre el mismo, el impermeabilizante debe prolongarse más de 15 cm por encima del nivel del suelo exterior y el remate superior del impermeabilizante debe realizarse según lo descrito más adelante en el apartado de cubiertas, o disponiendo un zócalo según lo descrito en el apartado de fachadas.

Deben respetarse las condiciones de disposición de bandas de refuerzo y de terminación así como las de continuidad o discontinuidad, correspondientes al sistema de impermeabilización que se emplee.

- Paso de conductos: los pasatubos deben disponerse de tal forma que entre ellos y los conductos exista una holgura que permita las tolerancias de ejecución y los posibles movimientos diferenciales entre el muro y el conducto.

Debe fijarse el conducto al muro con elementos flexibles.

Debe disponerse un impermeabilizante entre el muro y el pasatubos y debe sellarse la holgura entre el pasatubos y el conducto con un perfil expansivo o un mástico elástico resistente a la compresión.

- Esquinas y rincones: debe colocarse en los encuentros entre dos planos impermeabilizados una banda o capa de refuerzo del mismo material que el impermeabilizante utilizado de una anchura de 15 cm como mínimo y centrada en la arista.

Cuando las bandas de refuerzo se apliquen antes que el impermeabilizante del muro deben ir adheridas al soporte previa aplicación de una imprimación.

- Juntas: en el caso de muros hormigonados in situ, tanto si están impermeabilizados con lámina o con productos líquidos, para la impermeabilización de las juntas verticales y horizontales, debe disponerse una banda elástica embebida en los dos testeros de ambos lados de la junta.

En relación al diseño de los suelos, su grado de impermeabilidad exigido lo obtendremos de la Tabla 2.3:

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

Como la presencia de agua en el proyecto es baja, al situarse la cara inferior del suelo por encima del nivel freático, el grado de impermeabilidad mínimo exigido será 2.

Sabido el grado de impermeabilidad, se obtienen las condiciones exigidas a partir de la tabla 2.4.

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
	≤ 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+D3+D4+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+I2+D1+D2+P1+P2+S1+S2+S3		C2+C3+D1+D2+I2+P2+S1+S2+S3	C2+C3+I1+I2+D1+D2+P1+P2+S1+S2+S3	C1+C2+C3+I1+I2+D1+D2+D3+D4+P1+P2+S1+S2+S3

En el caso de muro flexorresistente y placa con sub-base, la solución deberá cumplir C2+C3, es decir:

- Constitución del suelo: cuando el suelo se construya in situ debe utilizarse hormigón de retracción moderada.

Debe realizarse una hidrofugación complementaria del suelo mediante la aplicación de un producto líquido colmatador de poros sobre la superficie terminada del mismo.

Además, se utiliza como base de la losa de cimentación una capa drenante (encachado), con una lámina de EPDM por encima de ella.

Por último, como condiciones singulares del suelo encontraremos las siguientes:

- Encuentro con los muros: cuando el suelo y el muro sean hormigonados in situ, excepto en el caso de muros pantalla, debe sellarse la junta entre ambos con una banda elástica embebida en la masa del hormigón a ambos lados de la junta.

En relación al diseño de las fachadas, su grado de impermeabilidad exigido frente a la penetración de las precipitaciones lo obtendremos de la Tabla 2.5:

Tabla 2.5 Grado de impermeabilidad mínimo exigido a las fachadas

		<i>Zona pluviométrica de promedios</i>				
		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

Para ello, de la Figura 2.4, se obtiene la zona pluviométrica de promedios, en este caso la zona IV al situarse el proyecto en la ciudad de Zaragoza.

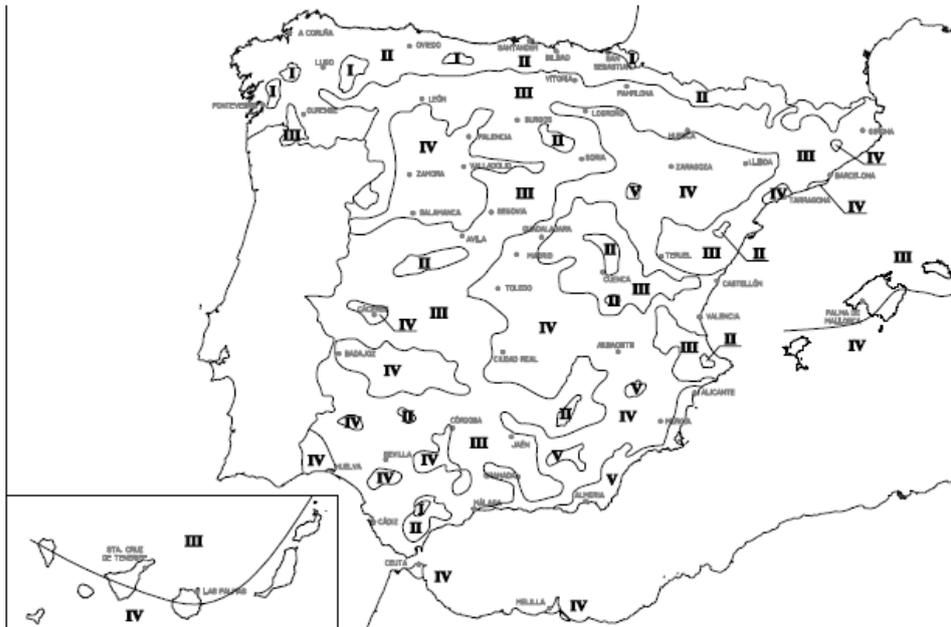


Figura 2.4 Zonas pluviométricas de promedios en función del índice pluviométrico anual

En relación al grado de exposición al viento, lo obtendremos de la Tabla 2.6:

Tabla 2.6 Grado de exposición al viento

		Clase del entorno del edificio					
		E1			E0		
		Zona eólica			Zona eólica		
		A	B	C	A	B	C
Altura del edificio en m	≤ 15	V3	V3	V3	V2	V2	V2
	16 - 40	V3	V2	V2	V2	V2	V1
	41 - 100 ⁽¹⁾	V2	V2	V2	V1	V1	V1

⁽¹⁾ Para edificios de más de 100 m de altura y para aquellos que están próximos a un desnivel muy pronunciado, el grado de exposición al viento debe ser estudiada según lo dispuesto en el DB-SE-AE.

Se consideran la clase de entorno como E0 (al tratarse de un terreno tipo III), la altura del edificio inferior a 15 metros, y la zona eólica B. Con todo ello, el grado de exposición al viento obtenido será V2. Así, el grado de impermeabilidad mínimo exigido en las fachadas será 3.

Para determinar las condiciones mínimas exigidas a las soluciones constructivas, se hace uso de la Tabla 2.7:

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 sola hoja, debe utilizarse C2.

En el caso de fachadas sin revestimiento exterior las condiciones a satisfacer son las siguientes se opta por la solución B1+C1+J1+N1:

B1. Disposición de una barrera de resistencia media a la filtración como un aislante no hidrófilo colocado en la cara interior de la hoja principal.

C1. Debe utilizarse al menos una hoja principal de espesor medio. El caso más desfavorable es el de una hoja de hormigón armado de 20 cm, superior a los 12 cm de bloque de hormigón, cogidos con mortero, que plantea la norma.

J1. A cerca de la resistencia a la filtración entre juntas de la pieza principal. Al ser muros continuos vertidos in situ no hay juntas que deban satisfacer este apartado.

N1. A cerca de la resistencia a la filtración del revestimiento intermedio de la cara interior de la hoja principal. Debe utilizarse al menos un revestimiento de resistencia media a la filtración. Se considera como tal un enfoscado de mortero con un espesor mínimo de 10mm.

Por último, como condiciones singulares de la fachada encontraremos las siguientes:

- Juntas de dilatación: el revestimiento exterior debe estar provisto de juntas de dilatación de tal forma que la distancia entre juntas contiguas sea suficiente para evitar su agrietamiento.

- Arranque desde la cimentación: debe disponerse una barrera impermeable que cubra todo el espesor de la fachada a más de 15 cm por encima del nivel del suelo exterior para evitar el ascenso de agua por capilaridad o adoptarse otra solución que produzca el mismo efecto.

Cuando no sea necesaria la disposición del zócalo, el remate de la barrera impermeable en el exterior de la fachada debe realizarse según lo descrito en el apartado de cubiertas o disponiendo un sellado.

- Encuentro con los forjados: cuando se disponga una junta de desolidarización, ésta debe disponerse dejando una holgura de 2 cm que debe rellenarse después con un material cuya elasticidad sea compatible con la deformación prevista del forjado y protegerse de la filtración con un goterón.

- Encuentro con los pilares: en nuestro caso, la fachada no se ve interrumpida en ningún momento por la disposición de los pilares, por lo que no debe hacer frente a ninguna exigencia en este aspecto.

- Encuentro con la carpintería: cuando la carpintería esté retranqueada respecto del paramento exterior de la fachada, debe rematarse el alféizar con un vierteaguas para evacuar hacia el exterior el agua de lluvia que llegue a él y evitar que alcance la parte de la fachada inmediatamente inferior al mismo y disponerse un goterón en el dintel para evitar que el agua de lluvia discurra por la parte inferior del dintel hacia la carpintería o adoptarse soluciones que produzcan los mismos efectos.

El vierteaguas debe tener una pendiente hacia el exterior de 10° como mínimo, debe ser impermeable o disponerse sobre una barrera impermeable fijada al cerco o al muro que se prolongue por la parte trasera y por ambos lados del vierteaguas y que tenga una pendiente hacia el exterior de 10° como mínimo. El vierteaguas debe disponer de un goterón en la cara inferior del saliente, separado del paramento exterior de la fachada al menos 2 cm, y su entrega lateral en la jamba debe ser de 2 cm como mínimo.

La junta de las piezas con goterón debe tener la forma del mismo para no crear a través de ella un puente hacia la fachada.

- Anclajes a la fachada: Cuando los anclajes de elementos tales como barandillas o mástiles se realicen en un plano horizontal de la fachada, la junta entre el anclaje y la fachada debe realizarse de tal forma que se impida la entrada de agua a través de ella mediante el sellado, un elemento de goma, una pieza metálica u otro elemento que produzca el mismo efecto.

- Aleros y cornisas: los aleros y las cornisas de constitución continua deben tener una pendiente hacia el exterior para evacuar el agua de 10° como mínimo y los que sobresalgan más de 20 cm del plano de la fachada deben:

- a) ser impermeables o tener la cara superior protegida por una barrera impermeable, para evitar que el agua se filtre a través de ellos.

b) disponer en el encuentro con el paramento vertical de elementos de protección prefabricados o realizados in situ que se extiendan hacia arriba al menos 15 cm y cuyo remate superior se resuelva de forma similar a la descrita en el apartado de cubiertas para evitar que el agua se filtre en el encuentro y en el remate.

c) disponer de un goterón en el borde exterior de la cara inferior para evitar que el agua de lluvia evacuada alcance la fachada por la parte inmediatamente inferior al mismo.

En el caso de que no se ajusten a las condiciones antes expuestas debe adoptarse otra solución que produzca el mismo efecto.

La junta de las piezas con goterón debe tener la forma del mismo para no crear a través de ella un puente hacia la fachada.

En relación al diseño de la cubierta, su grado de impermeabilidad exigido es único e independiente de factores climáticos. Cualquier solución constructiva alcanza este grado de impermeabilidad siempre que se cumplan las condiciones indicadas a continuación:

- Un sistema de formación de pendientes cuando la cubierta sea plana o cuando sea inclinada y su soporte resistente no tenga la pendiente adecuada al tipo de protección y de impermeabilización que se vaya a utilizar.

- Una barrera contra el vapor inmediatamente por debajo del aislante térmico cuando, según el cálculo descrito en el DB-HE, se prevea que vayan a producirse condensaciones en dicho elemento.

- Un aislante térmico, según se determine en DB-HE.

- Una capa separadora bajo la capa de impermeabilización, cuando deba evitarse el contacto entre materiales químicamente incompatibles o la adherencia entre la impermeabilización y el elemento que sirve de soporte en sistemas no adheridos.

- Una capa de impermeabilización cuando la cubierta sea plana o cuando sea inclinada y el sistema de formación de pendientes no tenga la pendiente exigida en la tabla 2.10 o el solapo de las piezas de la protección sea insuficiente.

- Una capa separadora entre la capa de protección y la capa de impermeabilización, cuando:

- Deba evitarse la adherencia entre ambas capas.

- La impermeabilización tenga una resistencia pequeña al punzonamiento estático.

- Se utilice como capa de protección solado flotante colocado sobre soportes, grava, una capa de rodadura de hormigón, una capa de rodadura de aglomerado asfáltico dispuesta sobre una capa de mortero o tierra vegetal; en este último caso además debe disponerse inmediatamente por encima de la capa separadora, una capa drenante y sobre ésta una capa filtrante. En el caso de utilizarse grava la capa separadora debe ser antipunzonante.

- Una capa separadora entre la capa de protección y el aislante térmico, cuando:

- Se utilice tierra vegetal como capa de protección; además debe disponerse inmediatamente por encima de esta capa separadora, una capa drenante y sobre ésta una capa filtrante.

- La cubierta sea transitable para peatones; en este caso la capa separadora debe ser antipunzonante.
- Se utilice grava como capa de protección, en este caso la capa separadora debe ser filtrante, capaz de impedir el paso de áridos finos y antipunzonante;
- Una capa de protección, cuando la cubierta sea plana, salvo que la capa de impermeabilización sea autoprotegida.
- Un tejado, cuando la cubierta sea inclinada, salvo que la capa de impermeabilización sea autoprotegida.
- Un sistema de evacuación de aguas, que puede constar de canalones, sumideros y rebosaderos.

En cuanto a los componentes, deberán cumplir las siguientes características:

- Formación de pendientes: debe tener una cohesión y estabilidad suficientes frente a las sollicitaciones mecánicas y térmicas, y su constitución debe ser adecuada para el recibido o fijación del resto de componentes.

Cuando el sistema de formación de pendientes sea el elemento que sirve de soporte a la capa de impermeabilización, el material que lo constituye debe ser compatible con el material impermeabilizante y con la forma de unión de dicho impermeabilizante a él.

El sistema de formación de pendientes en cubiertas planas debe tener una pendiente hacia los elementos de evacuación de agua incluida dentro de los intervalos que figuran en la Tabla 2.9 en función del uso de la cubierta y del tipo de protección:

Uso	Protección	Pendiente en %	
Transitables	Peatones	1-5 ⁽¹⁾	
	Vehículos	Solado fijo	1-5
		Solado flotante	1-5 ⁽¹⁾
No transitables	Capa de rodadura	1-5	
	Grava	1-5	
Ajardinadas	Lámina autoprotegida	1-15	
	Tierra vegetal	1-5	

La única cubierta plana corresponde a la de la sala de instalaciones. Siendo esta no transitable y recubriéndose de grava, se opta por una pendiente del 5%.

El sistema de formación de pendientes en cubiertas inclinadas, cuando éstas no tengan capa de impermeabilización, debe tener una pendiente hacia los elementos de evacuación de agua mayor que la obtenida en la Tabla 2.10 en función del tipo de tejado:

Tabla 2.10 Pendientes de cubiertas inclinadas

		Pendiente mínima en %		
Tejado (1) (2)	Teja (3)	Teja curva	32	
		Teja mixta y plana monocanal	30	
		Teja plana marselesesa o alicantina	40	
		Teja plana con encaje	50	
	Pizarra		60	
	Placas y perfiles	Cinc		10
		Fibro cemento	Placas simétricas de onda grande	10
			Placas asimétricas de nervadura grande	10
			Placas asimétricas de nervadura media	25
		Sintéticos	Perfiles de ondulado grande	10
			Perfiles de ondulado pequeño	15
			Perfiles de grecado grande	5
		Galvanizados	Perfiles de grecado medio	8
			Perfiles nervados	10
			Perfiles de ondulado pequeño	15
			Perfiles de grecado o nervado grande	5
			Perfiles de grecado o nervado medio	8
Perfiles de nervado pequeño			10	
Paneles	5			
Aleaciones ligeras	Perfiles de ondulado pequeño	15		
	Perfiles de nervado medio	5		

Las cubiertas inclinadas se resuelven con chapa de Zinc unida con junta alzada con inclinaciones que oscilan entre los 5 y los 8 grados, por ello se añade una lámina impermeabilizante de caucho EPDM en la parte baja de la cámara ventilada.

- Aislante térmico: el material debe tener una cohesión y una estabilidad suficiente para proporcionar al sistema la solidez necesaria frente a las sollicitaciones mecánicas.

Cuando el aislante térmico esté en contacto con la capa de impermeabilización, ambos materiales deben ser compatibles, en caso contrario debe disponerse una capa separadora entre ellos.

Cuando el aislante térmico se disponga encima de la capa de impermeabilización y quede expuesto al contacto con el agua, dicho aislante debe tener unas características adecuadas para esta situación.

- Capa de impermeabilización: debe aplicarse y fijarse de acuerdo con las condiciones para cada tipo de material constitutivo de la misma.

En nuestro caso utilizaremos materiales bituminosos, que deberán cumplir las siguientes características:

- Las láminas pueden ser de oxiasfalto o de betún modificado.
- Cuando se quiera independizar el impermeabilizante del elemento que le sirve de soporte para mejorar la absorción de movimientos estructurales, deben utilizarse sistemas no adheridos.
- Cuando se utilicen sistemas no adheridos debe emplearse una capa de protección pesada.
- Cámara de aire ventilada: Cuando se disponga una cámara de aire, ésta debe situarse en el lado exterior del aislante térmico y ventilarse mediante un conjunto de aberturas de tal forma que el

cociente entre su área efectiva total, S_s , en cm^2 , y la superficie de la cubierta, A_c , en m^2 cumpla la siguiente condición: $30 > (S_s / A_c) > 3$

- Capa de protección: material que la forma debe ser resistente a la intemperie en función de las condiciones ambientales previstas y debe tener un peso suficiente para contrarrestar la succión del viento. En nuestro caso usaremos un solado flotante que debe de cumplir las siguientes características:

- El solado flotante puede ser de piezas apoyadas sobre soportes, baldosas sueltas con aislante térmico incorporado u otros materiales de características análogas.

- Las piezas apoyadas sobre soportes deben disponerse horizontalmente. Los soportes deben estar diseñados y fabricados expresamente para este fin, deben tener una plataforma de apoyo para repartir las cargas y deben disponerse sobre la capa separadora en el plano inclinado de escorrentía. Las piezas deben ser resistentes a los esfuerzos de flexión a los que vayan a estar sometidos.

- Las piezas o baldosas deben colocarse con junta abierta.

- Tejado: debe estar constituido por piezas de cobertura tales como tejas, pizarra, placas, etc. El solapo de las piezas debe establecerse de acuerdo con la pendiente del elemento que les sirve de soporte y de otros factores relacionados con la situación de la cubierta, tales como zona eólica, tormentas y altitud topográfica.

Debe recibirse o fijarse al soporte una cantidad de piezas suficiente para garantizar su estabilidad dependiendo de la pendiente de la cubierta, la altura máxima del faldón, el tipo de piezas y el solapo de las mismas, así como de la ubicación del edificio.

Por último, como condiciones singulares de las cubiertas distinguiremos entre cubiertas planas y cubiertas inclinadas.

En cubiertas planas:

- Juntas de dilatación: Deben disponerse juntas de dilatación de la cubierta y la distancia entre juntas de dilatación contiguas debe ser como máximo 15 m. Siempre que exista un encuentro con un paramento vertical o una junta estructural debe disponerse una junta de dilatación coincidiendo con ellos. Las juntas deben afectar a las distintas capas de la cubierta a partir del elemento que sirve de soporte resistente.

Los bordes de las juntas de dilatación deben ser romos, con un ángulo de 45° aproximadamente, y la anchura de la junta debe ser mayor que 3 cm.

En las juntas debe colocarse un sellante dispuesto sobre un relleno introducido en su interior. El sellado debe quedar enrasado con la superficie de la capa de protección de la cubierta.

- Encuentro con un paramento vertical: La impermeabilización debe prolongarse por el paramento vertical hasta una altura de 20 cm como mínimo por encima de la protección de la cubierta.

El encuentro con el paramento debe realizarse redondeándose con un radio de curvatura de 5 cm aproximadamente o achaflanándose una medida análoga según el sistema de impermeabilización.

El remate superior de la impermeabilización debe realizarse de manera que el agua de las precipitaciones o la que se deslice por el paramento no se filtre por el mismo.

- Encuentro con el borde lateral: debe realizarse prolongando la impermeabilización 5 cm como mínimo sobre el frente del alero o el paramento. También puede disponerse un perfil angular con el ala horizontal, que debe tener una anchura mayor que 10 cm, anclada al faldón de tal forma que el ala vertical descuelgue por la parte exterior del paramento a modo de goterón y prolongando la impermeabilización sobre el ala horizontal.

- Encuentro con sumideros y canalones: debe ser una pieza prefabricada, de un material compatible con el tipo de impermeabilización que se utilice y debe disponer de un ala de 10 cm de anchura como mínimo en el borde superior.

El sumidero o el canalón deben estar provistos de un elemento de protección para retener los sólidos que puedan obturar la bajante. En cubiertas transitables este elemento debe estar enrasado con la capa de protección y en cubiertas no transitables, este elemento debe sobresalir de la capa de protección.

El elemento que sirve de soporte de la impermeabilización debe rebajarse alrededor de los sumideros o en todo el perímetro de los canalones, lo suficiente para que después de haberse dispuesto el impermeabilizante siga existiendo una pendiente adecuada en el sentido de la evacuación.

La impermeabilización debe prolongarse 10 cm como mínimo por encima de las alas.

La unión del impermeabilizante con el sumidero o el canalón debe ser estanca.

Cuando el sumidero se disponga en la parte horizontal de la cubierta, debe situarse separado 50 cm como mínimo de los encuentros con los paramentos verticales o con cualquier otro elemento que sobresalga de la cubierta.

El borde superior del sumidero debe quedar por debajo del nivel de escorrentía de la cubierta.

Cuando se disponga un canalón su borde superior debe quedar por debajo del nivel de escorrentía de la cubierta y debe estar fijado al elemento que sirve de soporte.

Cuando el canalón se disponga en el encuentro con un paramento vertical, el ala del canalón de la parte del encuentro debe ascender por el paramento y debe disponerse una banda impermeabilizante que cubra el borde superior del ala, de 10 cm como mínimo de anchura centrada sobre dicho borde resuelto.

- Encuentro de la cubierta con elementos pasantes: deben situarse separados 50 cm como mínimo de los encuentros con los paramentos verticales y de los elementos que sobresalgan de la cubierta.

Deben disponerse elementos de protección prefabricados o realizados in situ, que deben ascender por el elemento pasante 20 cm como mínimo por encima de la protección de la cubierta.

- Rincones y las esquinas: deben disponerse elementos de protección prefabricados o realizados in situ hasta una distancia de 10 cm como mínimo desde el vértice formado por los dos planos que conforman el rincón o la esquina y el plano de la cubierta.

- Accesos y las aberturas: situados en el paramento horizontal de la cubierta deben realizarse disponiendo alrededor del hueco un antepecho de una altura por encima de la protección de la cubierta de 20 cm como mínimo e impermeabilizado.

En cubiertas inclinadas:

- Encuentro con borde lateral: deben disponerse piezas especiales que vuelen lateralmente más de 5 cm o baberos protectores realizados in situ. En el último caso el borde puede rematarse con piezas especiales o con piezas normales que vuelen 5 cm.

- Cumbres y limatesas: deben disponerse piezas especiales, que deben solapar 5 cm como mínimo sobre las piezas del tejado de ambos faldones. Las piezas del tejado de la última hilada horizontal superior y las de la cumbrera y la limatesa deben fijarse.

Cuando no sea posible el solape entre las piezas de una cumbrera en un cambio de dirección o en un encuentro de cumbres este encuentro debe impermeabilizarse con piezas especiales o baberos protectores.

- Encuentro con elementos pasantes: no deben disponerse en las limahoyas.

La parte superior del encuentro del faldón con el elemento pasante debe resolverse de tal manera que se desvíe el agua hacia los lados del mismo.

En el perímetro del encuentro deben disponerse elementos de protección prefabricados o realizados in situ, que deben cubrir una banda del elemento pasante por encima del tejado de 20 cm de altura como mínimo.

- Anclaje de elementos: no deben disponerse en las limahoyas. Deben disponerse elementos de protección prefabricados o realizados in situ, que deben cubrir una banda del elemento anclado de una altura de 20 cm como mínimo por encima del tejado.

- Canalones: para su formación deben disponerse elementos de protección prefabricados o realizados in situ.

Los canalones deben disponerse con una pendiente hacia el desagüe del 1% como mínimo.

Las piezas del tejado que vierten sobre el canalón deben sobresalir 5 cm como mínimo sobre el mismo.

Cuando el canalón sea visto, debe disponerse el borde más cercano a la fachada de tal forma que quede por encima del borde exterior del mismo.

En el encuentro sea en la parte inferior del faldón, los elementos de protección deben disponerse por debajo de las piezas del tejado de tal forma que cubran una banda a partir del encuentro de 10 cm de anchura como mínimo.

Los elementos de protección prefabricados o realizados in situ de tal forma deben cubrir una banda del paramento vertical por encima del tejado de 25 cm como mínimo y su remate se realizará de forma similar a la vista para cubiertas planas.

Por último, se procede a dimensionar el drenaje que nos ayudará a la protección del edificio contra la humedad. Para ello se hace uso de la Tabla 3.1, teniendo en cuenta que el grado de impermeabilidad corresponde a 1 para muros y 2 para suelos.

Tabla 3.1 Tubos de drenaje

Grado de impermeabilidad⁽¹⁾	Pendiente mínima en ‰	Pendiente máxima en ‰	Diámetro nominal mínimo en mm	
			Drenes bajo suelo	Drenes en el perímetro del muro
1	3	14	125	150
2	3	14	125	150
3	5	14	150	200
4	5	14	150	200
5	8	14	200	250

Así, se dispondrán tubos de drenaje con un diámetro mínimo de 150 mm en el perímetro de los muros, con pendientes de entre 3 y 14. La superficie de orificios de los mismos será de 10 cm² por metro lineal, tal y como exigirá la Tabla 3.2:

Tabla 3.1 Tubos de drenaje

Grado de impermeabilidad⁽¹⁾	Pendiente mínima en ‰	Pendiente máxima en ‰	Diámetro nominal mínimo en mm	
			Drenes bajo suelo	Drenes en el perímetro del muro
1	3	14	125	150
2	3	14	125	150
3	5	14	150	200
4	5	14	150	200
5	8	14	200	250

HS 2 Recogida y evacuación de residuos

Esta sección se aplicará a edificios de viviendas de nueva construcción en lo referente a la recogida de los residuos ordinarios generados.

Por ello, para los usos previstos en el presente proyecto no será exigible, sino que será necesario un estudio específico para el tratamiento de los mismos y siguiendo criterios análogos.

HS 3 Calidad del aire interior

Esta sección es exigible en edificios residenciales a las propias viviendas, almacenes de residuos, trasteros, aparcamientos y garajes, y en edificios de otros usos a los aparcamientos y garajes únicamente.

En este caso, se hace uso del Reglamento de Instalaciones Térmicas de los Edificios (RITE) para hacer frente a las exigencias básicas establecidas en el mismo.

Inicialmente se fijan unas condiciones interiores de diseño para cumplir la exigencia de calidad térmica del ambiente. Se plantea así la siguiente tabla para el caso de personas con actividad metabólica sedentaria de 1,2 met, con grado de vestimenta de 0,5 clo en verano y 1 clo en invierno y un PPD entre el 10 y el 15 %, que recogerá los valores de la temperatura operativa y de la humedad relativa:

Tabla 1.4.1.1 Condiciones interiores de diseño		
Estación	Temperatura operativa °C	Humedad relativa %
Verano	23...25	45...60
Invierno	21...23	40...50

Así mismo, se contemplarán dos casos para la velocidad media admisible en zonas ocupadas con temperaturas de entre 20° y 27°C:

a) Con difusión por mezcla, intensidad de la turbulencia del 40 % y PPD por corrientes de aire del 15 %: $V \text{ (m/s)} = (t/100) - 0,07$

b) Con difusión por desplazamiento, intensidad de la turbulencia del 15 % y PPD por corrientes de aire menor que el 10 %: $V \text{ (m/s)} = (t/100) - 0,10$

En segundo lugar se encuentran las exigencias para garantizar la calidad del aire interior, con el aporte del suficiente caudal de aire exterior que evite, en los distintos locales en los que se realice alguna actividad humana, la formación de elevadas concentraciones de contaminantes.

Así, en función del uso del edificio o local, la categoría de calidad del aire interior (IDA) que se deberá alcanzar será, como mínimo, la siguiente:

IDA 1 (aire de óptima calidad): hospitales, clínicas, laboratorios y guarderías.

IDA 2 (aire de buena calidad): oficinas, residencias (locales comunes de hoteles y similares, residencias de ancianos y de estudiantes), salas de lectura, museos, salas de tribunales, aulas de enseñanza y asimilables y piscinas.

IDA 3 (aire de calidad media): edificios comerciales, cines, teatros, salones de actos, habitaciones de hoteles y similares, restaurantes, cafeterías, bares, salas de fiestas, gimnasios, locales para el deporte (salvo piscinas) y salas de ordenadores.

IDA 4 (aire de calidad baja)

Con relación al presente proyecto, se considera IDA 2 para los espacios de despachos, la zona de exposiciones y las zonas comunes de la residencia temporal para científicos, considerándose IDA 3 para el resto de espacios.

Con ello, se calcula el caudal mínimo de aire exterior de ventilación necesario para alcanzar las categorías de calidad anteriores, utilizando de los siguientes métodos en función de la ocupación de la estancia:

a) Método indirecto de caudal de aire exterior por persona (zonas ocupadas):

Tabla 1.4.2.1 Caudales de aire exterior, en dm³/s por persona	
Categoría	dm ³ /s por persona
IDA 1	20
IDA 2	12,5
IDA 3	8
IDA 4	5

b) Método indirecto de caudal de aire por unidad de superficie (sin ocupación permanente):

Tabla 1.4.2.4 Caudales de aire exterior por unidad de superficie de locales no dedicados a ocupación humana permanente.	
Categoría	dm ³ /(s·m ²)
IDA 1	no aplicable
IDA 2	0,83
IDA 3	0,55
IDA 4	0,28

Este aire exterior de ventilación deberá introducirse debidamente filtrado en los edificios, con unas clases de filtración mínimas a emplear, en función de la calidad del aire exterior (ODA), de acuerdo con los siguientes niveles:

ODA 1: aire puro que se ensucia sólo temporalmente (por ejemplo polen).

ODA 2: aire con concentraciones altas de partículas y, o de gases contaminantes.

ODA 3: aire con concentraciones muy altas de gases contaminantes (ODA 3G) y, o de partículas (ODA 3P).

Se considera que, por la situación del proyecto en una zona urbana con gran espacio abierto a su alrededor, la calidad del aire exterior corresponde a ODA 1. De este modo, según la tabla 1.4.2.5, para las estancias que corresponden a una calidad de aire interior IDA 2 se obtiene una clase de filtración F8, mientras que para las IDA3 se obtendrá una F7.

Tabla 1.4.2.5 Clases de filtración				
Calidad del aire exterior	Calidad del aire interior			
	IDA 1	IDA 2	IDA 3	IDA 4
ODA 1	F9	F8	F7	F5
ODA 2	F7 + F9	F6 + F8	F5 + F7	F5 + F6
ODA 3	F7+GF (*)+F9	F7+GF+F9	F5 + F7	F5 + F6

Se emplearán prefiltros para mantener limpios los componentes de las unidades de ventilación y tratamiento de aire, así como para alargar la vida útil de los filtros finales. Los prefiltros se instalarán en la entrada del aire exterior a la unidad de tratamiento, así como en la entrada del aire de retorno.

Los filtros finales se instalarán después de la sección de tratamiento y, cuando los locales sean especialmente sensibles a la suciedad (locales en los que haya que evitar la contaminación por mezcla de partículas), después del ventilador de impulsión, procurando que la distribución de aire sobre la sección de filtros sea uniforme.

En cuanto al aire de extracción, se clasificará en función del uso del edificio o local:

AE 1 (bajo nivel de contaminación): aire que procede de los locales en los que las emisiones más importantes de contaminantes proceden de los materiales de construcción y decoración, además de las personas (oficinas, aulas, salas de reuniones, espacios de uso público, escaleras, pasillos...).

AE2 (moderado nivel de contaminación): aire de locales ocupado con más contaminantes que la categoría anterior (restaurantes, habitaciones de hoteles, vestuarios, aseos, cocinas domésticas, bares, almacenes...).

AE3 (alto nivel de contaminación): aire que procede de locales con producción de productos químicos y humedad (saunas, cocinas industriales, imprentas...).

AE 4 (muy alto nivel de contaminación): aire que contiene sustancias olorosas y contaminantes perjudiciales para la salud en concentraciones mayores que las permitidas en el aire interior de la zona ocupada (extracción de campanas de humos, aparcamientos, locales para manejo de pinturas y solventes, laboratorios químicos...).

Se clasifican como AE2 los espacios que pueden generar un moderado nivel de contaminación, tales como los aseos. El aire de esta categoría puede ser empleado solamente como aire de transferencia de un local hacia locales de servicio, aseos y garajes. En este caso se extrae directamente al exterior.

Al resto de estancias del proyecto les corresponde una calidad de aire de extracción AE1, pudiéndose recircular.

Conviene decir que cuando se mezclen aires de extracción de diferentes categorías el conjunto tendrá la categoría del más desfavorable, con el objeto de evitar la posible contaminación de las distintas categorías.

Por último, señalar que al determinar las condiciones generales de bienestar en un edificio se deberá tener en consideración muchos otros aspectos:

- a) Molestias por corrientes de aire.
- b) Diferencia vertical de la temperatura del aire. Estratificación.
- c) Suelos calientes y fríos.
- d) Asimetría de temperatura radiante.

HS 4 Suministro de Agua

En primer lugar debemos calcular el caudal instantáneo de agua necesario para el suministro de todos los aparatos y equipos existentes en nuestro proyecto. Para ello nos valdremos de la Tabla 2.1 que nos lo indica tanto para agua fría como para agua caliente sanitaria (ACS):

Tabla 2.1 Caudal instantáneo mínimo para cada tipo de aparato

Tipo de aparato	Caudal instantáneo mínimo de agua fría [dm³/s]	Caudal instantáneo mínimo de ACS [dm³/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	-
Urinaris con grifo temporizado	0,15	-
Urinaris 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	-

Además, deberemos cumplir las siguientes condiciones mínimas de suministro:

- En los puntos de consumo la presión mínima debe ser:
 - a) 100 kPa para grifos comunes.
 - b) 150 kPa para fluxores y calentadores.

- La presión en cualquier punto de consumo no debe superar 500 kPa.
- La temperatura de ACS en los puntos de consumo debe estar comprendida entre 50°C y 65°C excepto en las instalaciones ubicadas en edificios dedicados a uso exclusivo de vivienda siempre que estas no afecten al ambiente exterior de dichos edificios.

Del mismo modo, seguiremos estas indicaciones para favorecer el ahorro de agua:

- Debe disponerse un sistema de contabilización tanto de agua fría como de agua caliente para cada unidad de consumo individualizable.
- En las redes de ACS debe disponerse una red de retorno cuando la longitud de la tubería de ida al punto de consumo más alejado sea igual o mayor que 15 m.
- En las zonas de pública concurrencia de los edificios, los grifos de los lavabos y las cisternas deben estar dotados de dispositivos de ahorro de agua.

Planteamos así un esquema general con contador general único debido a la existencia de una única titularidad en el proyecto, que seguiría el esquema de la Figura 3.1, compuesto por la acometida, la instalación general que contiene un armario o arqueta del contador general, un tubo de alimentación, un distribuidor principal y las derivaciones colectivas:

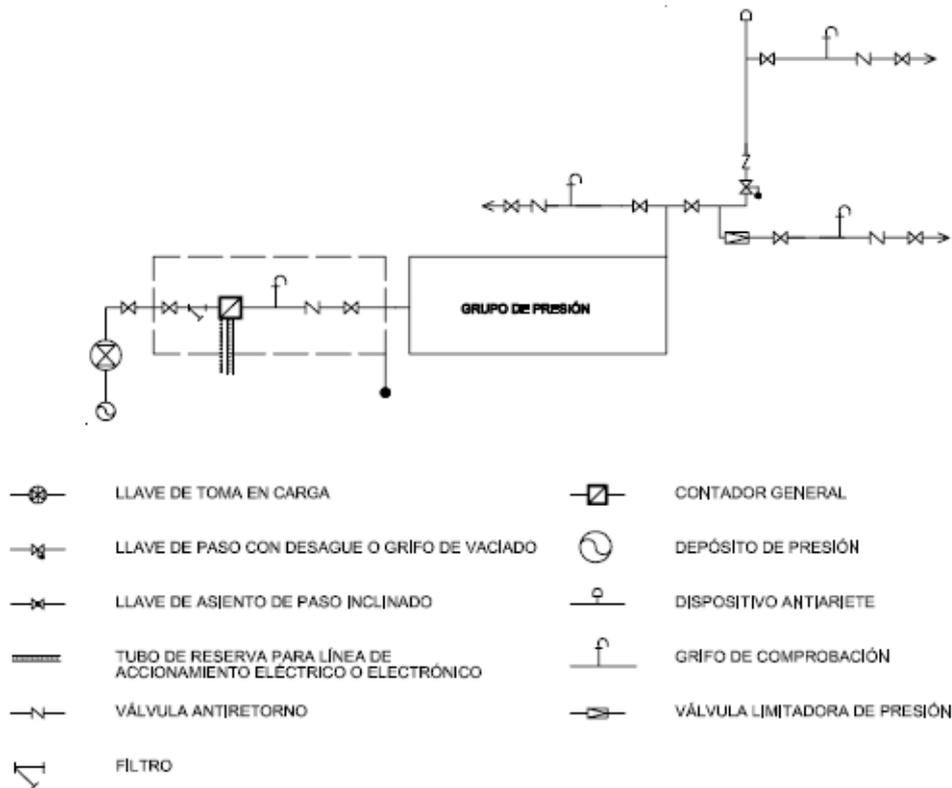
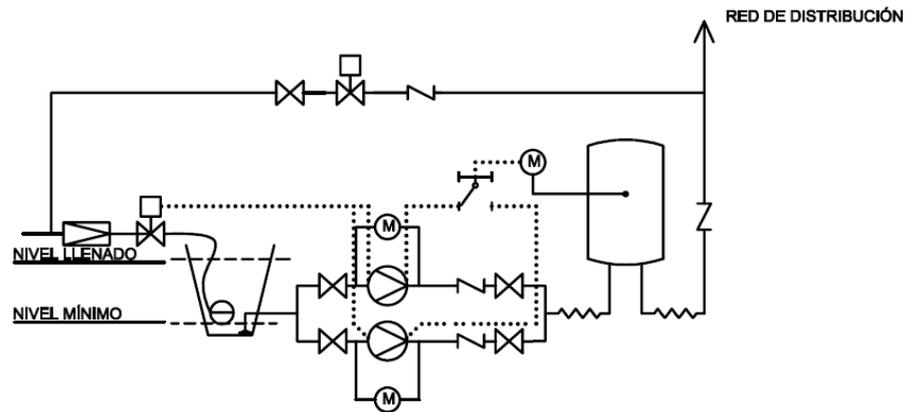


Figura 3.1 Esquema de red con contador general

Así, el grupo de presión será convencional y contará con:

- Depósito auxiliar de alimentación, que evite la toma de agua directa por el equipo de Bombeo.
- Equipo de bombeo, compuesto, como mínimo, de dos bombas de iguales prestaciones y funcionamiento alterno, montadas en paralelo.
- Depósitos de presión con membrana, conectados a dispositivos suficientes de valoración de los parámetros de presión de la instalación, para su puesta en marcha y parada automáticas.



HS 5 Evacuación de aguas

Se plantea un sistema separativa para recoger las aguas residuales y pluviales que se juntan antes de la última arqueta y se unen a la red municipal unitaria.

La red de evacuación deberá cumplir las siguientes características:

- El trazado de la red debe ser lo más sencillo posible para conseguir una circulación natural por gravedad, evitando los cambios bruscos de dirección y utilizando las piezas especiales adecuadas.
- Deben conectarse a las bajantes, cuando por condicionantes del diseño esto no fuera posible, se permite su conexión al manguetón del inodoro.
- La distancia del bote sifónico a la bajante no debe ser mayor que 2,00 m.
- Las derivaciones que acometan al bote sifónico deben tener una longitud igual o menor que 2,50 m, con una pendiente comprendida entre el 2 y el 4 %.
- En los aparatos dotados de sifón individual deben tener las características siguientes:
- En los fregaderos, lavaderos, lavabos y bidés la distancia a la bajante debe ser 4,00 m como máximo, con pendientes comprendidas entre un 2,5 y un 5 %.
- En las bañeras y las duchas la pendiente debe ser menor o igual que el 10 %.
- El desagüe de los inodoros a las bajantes debe realizarse directamente o por medio de un manguetón de acometida de longitud igual o menor que 1,00 m, siempre que no sea posible dar al tubo la pendiente necesaria.
- Debe disponerse un rebosadero en los lavabos, bidés, bañeras y fregaderos.
- No deben disponerse desagües enfrentados acometiendo a una tubería común.
- Las uniones de los desagües a las bajantes deben tener la mayor inclinación posible, que en cualquier caso no debe ser menor que 45°.
- Cuando se utilice el sistema de sifones individuales, los ramales de desagüe de los aparatos sanitarios deben unirse a un tubo de derivación, que desemboque en la bajante o si esto no fuera posible, en el manguetón del inodoro, y que tenga la cabecera registrable con tapón roscado.
- Excepto en instalaciones temporales, deben evitarse en estas redes los desagües bombeados.
- Las bajantes y canalones de nuestro proyecto deberán cumplir las siguientes características:
- Las bajantes deben realizarse sin desviaciones ni retranqueos y con diámetro uniforme en toda su altura excepto, en el caso de bajantes de residuales, cuando existan obstáculos insalvables en su recorrido y cuando la presencia de inodoros exija un diámetro concreto desde los tramos superiores que no es superado en el resto de la bajante.
- El diámetro no debe disminuir en el sentido de la corriente.
- Podrá disponerse un aumento de diámetro cuando acometan a la bajante caudales de magnitud mucho mayor que los del tramo situado aguas arriba.

En cuanto a los colectores, distinguiremos los requisitos en función del tipo al que pertenezcan. Así, Para los colectores colgados:

- Las bajantes deben conectarse mediante piezas especiales, según las especificaciones técnicas del material. No puede realizarse esta conexión mediante simples codos, ni en el caso en que estos sean reforzados.
- La conexión de una bajante de aguas pluviales al colector en los sistemas mixtos, debe disponerse separada al menos 3 m de la conexión de la bajante más próxima de aguas residuales situada aguas arriba.
- Deben tener una pendiente del 1% como mínimo.
- No deben acometer en un mismo punto más de dos colectores.
- En los tramos rectos, en cada encuentro o acoplamiento tanto en horizontal como en vertical, así como en las derivaciones, deben disponerse registros constituidos por piezas especiales, según el material del que se trate, de tal manera que los tramos entre ellos no superen los 15 m.

Por el contrario, en los colectores enterrados:

- Los tubos deben disponerse en zanjas de dimensiones adecuadas en función de las características del terreno y de las características de los materiales de las canalizaciones a enterrar, y se situarán por debajo de la red de distribución de agua potable.
- Deben tener una pendiente del 2 % como mínimo.
- La acometida de las bajantes y los manguetones a esta red se hará con interposición de una arqueta de pie de bajante, que no debe ser sifónica.
- Se dispondrán registros de tal manera que los tramos entre los contiguos no superen 15 m.

Además, los elementos de conexión entre las distintas partes de nuestra instalación seguirán las siguientes exigencias:

- En redes enterradas la unión entre las redes vertical y horizontal y en ésta, entre sus encuentros y derivaciones, debe realizarse con arquetas dispuestas sobre cimiento de hormigón, con tapa practicable. Sólo puede acometer un colector por cada cara de la arqueta, de tal forma que el ángulo formado por el colector y la salida sea mayor que 90°.
- Deben tener las siguientes características:
 - o La arqueta a pie de bajante debe utilizarse para registro al pie de las bajantes cuando la conducción a partir de dicho punto vaya a quedar enterrada; no debe ser de tipo sifónico.
 - o En las arquetas de paso deben acometer como máximo tres colectores.
 - o Las arquetas de registro deben disponer de tapa accesible y practicable.
 - o La arqueta de trasdós debe disponerse en caso de llegada al pozo general del edificio de más de un colector.
- Al final de la instalación y antes de la acometida debe disponerse el pozo general del edificio.
- Cuando la diferencia entre la cota del extremo final de la instalación y la del punto de acometida sea mayor que 1 m, debe disponerse un pozo de resalto como elemento de conexión de la red interior de evacuación y de la red exterior de alcantarillado o los sistemas de depuración.

- Los registros para limpieza de colectores deben situarse en cada encuentro y cambio de dirección e intercalados en tramos rectos.

Por último, la ventilación de la misma, se optará por un subsistema de ventilación primaria, ya que se considera suficiente en edificios con menos de 7 plantas. Deberá cumplir las siguientes características:

- Las bajantes de aguas residuales deben prolongarse al menos 1,30 m por encima de la cubierta del edificio, si esta no es transitable. Si lo es, la prolongación debe ser de al menos 2,00 m sobre el pavimento de la misma.
- La salida de la ventilación primaria no debe estar situada a menos de 6 m de cualquier toma de aire exterior para climatización o ventilación y debe sobrepasarla en altura.
- Cuando existan huecos de recintos habitables a menos de 6 m de la salida de la ventilación primaria, ésta debe situarse al menos 50 cm por encima de la cota máxima de dichos huecos.
- La salida de la ventilación debe estar convenientemente protegida de la entrada de cuerpos extraños y su diseño debe ser tal que la acción del viento favorezca la expulsión de los gases.
- No pueden disponerse terminaciones de columna bajo marquesinas o terrazas.

Para el dimensionado de la red de evacuación de agua residuales, se comenzará calculando los caudales de desagüe en función del número de aparatos sanitarios existentes en el proyecto y que ya hemos visto anteriormente. Para ello, se hace uso de la Tabla 4.1 para obtener el diámetro mínimo de sifones y derivaciones individuales de cada uno de ellos:

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	4	5	100
	Con fluxómetro	8	10	100
Urinario	Pedestal	-	4	50
	Suspendido	-	2	40
	En batería	-	3.5	-
Fregadero	De cocina	3	6	40
	De laboratorio, restaurante, etc.	-	2	40
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

Entrando ya en la instalación particular para cada uno de ellos, se procedería al cálculo de ramales, bajantes y colectores en función de las unidades de desagüe a las que sirvan y del recorrido de la instalación que veremos en los planos de saneamiento.

Los ramales colectores que conecten los aparatos sanitarios con la bajante los obtendremos de la Tabla 4.3, teniendo en cuenta también la pendiente de los mismos:

Tabla 4.3 Diámetros de ramales colectores entre aparatos sanitarios y bajante

Máximo número de UD			Diámetro (mm)
Pendiente			
1 %	2 %	4 %	
-	1	1	32
-	2	3	40
-	6	8	50
-	11	14	63
-	21	28	75
47	60	75	90
123	151	181	110
180	234	280	125
438	582	800	160
870	1.150	1.680	200

El mismo proceso se realizaría para el cálculo de las bajantes a través de la Tabla 4.4, optando por una altura inferior a 3 plantas:

Tabla 4.4 Diámetro de las bajantes según el número de alturas del edificio y el número de UD

Máximo número de UD, para una altura de bajante de:		Máximo número de UD, en cada ramal para una altura de bajante de:		Diámetro (mm)
Hasta 3 plantas	Más de 3 plantas	Hasta 3 plantas	Más de 3 plantas	
10	25	6	6	50
19	38	11	9	63
27	53	21	13	75
135	280	70	53	90
360	740	181	134	110
540	1.100	280	200	125
1.208	2.240	1.120	400	160
2.200	3.600	1.680	600	200
3.800	5.600	2.500	1.000	250
6.000	9.240	4.320	1.650	315

Por último, los colectores horizontales los dimensionaremos a partir de la Tabla 4.5 en función de su pendiente, y recordando que en el caso de que sean enterrados, ésta no debe ser inferior al 2%:

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

En cuanto al dimensionado de la red de evacuación de aguas pluviales, las cubiertas inclinadas se resuelven mediante el uso de canalones, y la pequeña cubierta plana sobre la sala de instalaciones mediante un sumidero bajo la cobertura de grava. El suelo exterior de las terrazas que dan a la Casablanca vierte el agua directamente al canal.

El diámetro nominal de los canalones equivalentes de sección semicircular se obtienen de la Tabla 4.7, en función de la superficie a la que sirva y de la pendiente del mismo:

Tabla 4.7 Diámetro del canalón para un régimen pluviométrico de 100 mm/h

Máxima superficie de cubierta en proyección horizontal (m ²)				Pendiente del canalón	Diámetro nominal del canalón (mm)
0.5 %	1 %	2 %	4 %		
35	45	65	95		100
60	80	115	165		125
90	125	175	255		150
185	260	370	520		200
335	475	670	930		250

En cuanto a las bajantes, siguiendo el mismo procedimiento anterior a través de la Tabla 4.8:

Tabla 4.8 Diámetro de las bajantes de aguas pluviales para un régimen pluviométrico de 100 mm/h

Superficie en proyección horizontal servida (m ²)	Diámetro nominal de la bajante (mm)
65	50
113	63
177	75
318	90
580	110
805	125
1.544	160
2.700	200

Para el caso de los colectores se hace uso de la Tabla 4.9:

Tabla 4.9 Diámetro de los colectores de aguas pluviales para un régimen pluviométrico de 100 mm/h

Superficie proyectada (m ²)			Pendiente del colector	Diámetro nominal del colector (mm)
1 %	2 %	4 %		
125	178	253		90
229	323	458		110
310	440	620		125
614	862	1.228		160
1.070	1.510	2.140		200
1.920	2.710	3.850		250
2.016	4.589	6.500		315

Finalmente, se calcularían las dimensiones de las distintas arquetas, tanto para la red de evacuación de aguas residuales como para la de pluviales. Para ello, utilizaremos la Tabla 4.13 en función del diámetro colector de salida de las mismas:

Tabla 4.13 Dimensiones de las arquetas

L x A [cm]	Diámetro del colector de salida [mm]								
	100	150	200	250	300	350	400	450	500
	40 x 40	50 x 50	60 x 60	60 x 70	70 x 70	70 x 80	80 x 80	80 x 90	90 x 90

3.5 DB HR: Protección frente al ruido

Aislamiento acústico a ruido aéreo

Los elementos constructivos interiores de separación, así como las fachadas, las cubiertas, las medianerías y los suelos en contacto con el aire exterior que conforman cada recinto de un edificio deben tener, en conjunción con los elementos constructivos adyacentes, unas características tales que se cumpla:

a) En los recintos protegidos:

i) Protección frente al ruido generado en recintos pertenecientes a la misma unidad de uso en edificios de uso residencial privado:

– El índice global de reducción acústica, ponderado A, RA, de la tabiquería no será menor que 33 dBA.

ii) Protección frente al ruido generado en recintos no pertenecientes a la misma unidad de uso:

– El aislamiento acústico a ruido aéreo, DnT,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, RA, de éstas no será menor que 30 dBA y el índice global de reducción acústica, ponderado A, RA, del cerramiento no será menor que 50 dBA.

iii) Protección frente al ruido generado en recintos de instalaciones y en recintos de actividad:

– El aislamiento acústico a ruido aéreo, DnT,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, D2m,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, Ld, 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, RA, de la tabiquería no será menor que 33 dBA.

ii) Protección frente al ruido generado en recintos no pertenecientes a la misma unidad de uso:

– El aislamiento acústico a ruido aéreo, $D_{nT,A}$, 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.

La tabiquería deberá cumplir los siguientes requisitos:

Tabla 3.1. Parámetros de la tabiquería

Tipo	m kg/m²	R_A dBA
<i>Fábrica o paneles prefabricados pesados con apoyo directo</i>	70	35
<i>Fábrica o paneles prefabricados pesados con bandas elásticas</i>	65	33
<i>Entramado autoportante</i>	25	43

En el presente proyecto, los datos correspondientes a la tabiquería interior son:

Tabiques sencillos de entramado autoportante: masa 26 kg/m² $R_A=43$ dBa

Dobles (dos placas de yeso laminado) a ambos lados: masa 44 kg/m² $R_A=52$ dBa

Por otro lado, para los elementos de partición verticales se deberán cumplir las exigencias relativas al Tipo 3, es decir, de elementos de dos hojas de entramado autoportante, que correspondan:

Tabla 3.2. Parámetros acústicos de los componentes de los elementos de separación verticales

Elementos de separación verticales				
Tipo	Elemento base ⁽¹⁾⁽²⁾ (Eb - Ee)		Trasdoso ⁽³⁾ (Tr) (en función de la tabiquería)	
			Tabiquería de fábrica o paneles prefabricados pesados ⁽⁴⁾	Tabiquería de entramado autoportante
	m kg/m ²	R _A dBA	ΔR _A dBA	ΔR _A dBA
TIPO 3 Entramado autoportante	44 ⁽¹²⁾	58 ⁽¹²⁾		
	(52) ⁽⁹⁾	(64) ⁽⁹⁾		
	(60) ⁽¹⁰⁾	(68) ⁽¹⁰⁾		

En este caso, se trata de un entramado autoportante metálico de dos hojas con una separación de un centímetro, aisladas con lana de roca y acabadas con dos placas de yeso laminado:

Masa: 55kg/m² R_A= 58 dBA

3.6 DB HE: Ahorro de Energía

Se procede a calcular la transmitancia límite de los elementos del proyecto que, al estar situado en Zaragoza, deberemos cumplir las exigencias relativas a la zona climática D.

Para los elementos de nuestra envolvente térmica, se tiene en cuenta la transmitancia térmica y la permeabilidad al aire según la Tabla 2.3:

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.

En cuanto a las particiones interiores y medianerías, seguiremos la Tabla 2.4 o la Tabla 2.5 según el caso que nos corresponda:

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

Cerramientos:

Fachada 1. Muro hormigón armado con acabado exterior de zinc

	Espesor (m)	Conductividad térmica W/m·°K	Resistencia térmica m ² °K/W
Muro de hormigón armado visto	0,250	1,630	0,153
Aislamiento termico lana de roca	0,080	0,036	2,222
Chapade Zinc	0,008	106,000	0,000
Resistencias superficiales			0,170
Resistencia total			2,546
(U = 1 / Resistencia total)	U=	Kcal/h m ² °C 0,338	W/m ² °K 0,393 < 0,60

Fachada 2. Muro hormigón armado visto con acabado interior de yeso

	Espesor (m)	Conductividad térmica W/m·°K	Resistencia térmica m ² °K/W
Muro de hormigón armado visto	0,250	1,630	0,153
Aislamiento termico lana de roca	0,080	0,036	2,222
Placa yeso laminado	0,015	0,250	0,060
Resistencias superficiales			0,170
Resistencia total			2,606
(U = 1 / Resistencia total)	U=	Kcal/h m ² °C 0,330	W/m ² °K 0,384 < 0,60

Cubierta

	Espesor (m)	Conductividad térmica W/m·°K	Resistencia térmica m ² °K/W
chapa grecada	0,008	1,630	0,005
Aislamiento termico de lana de roca	0,100	0,036	2,778
Cámara de aire	8,000		0,180
Panel OSB	0,020	0,130	0,154
Chapa de Zinc	0,008	106,000	0,000
Resistencias superficiales			0,14
Resistencia total			3,257
(U = 1 / Resistencia total)	U=	Kcal/h m ² °C 0,264	W/m ² °K 0,307 < 0,4

Particiones interiores verticales:

Partición interior 1. Entramado autoportante metálico

	Espesor (m)	Conductividad térmica W/m·°K	Resistencia térmica m ² °K/W
placa de yeso laminado	0,015	0,250	0,060
Aislamiento termico lana de roca	0,048	0,036	1,333
placa de yeso laminado	0,015	0,250	0,060
Resistencias superficiales			0,170
Resistencia total			1,623
		Kcal/h m ² °C	W/m ² °K
(U = 1 / Resistencia total)	U=	0,530	0,616 < 1,20

Partición interior 2. Entramado autoportante metálico (zonas húmedas)

	Espesor (m)	Conductividad térmica W/m·°K	Resistencia térmica m ² °K/W
placa de yeso laminado	0,015	0,250	0,060
Aislamiento termico lana de roca	0,048	0,040	1,200
placa de yeso laminado	0,015	0,250	0,060
cemento cola	0,005	0,180	0,028
Alicatado cerámico	0,010	1,000	0,010
Resistencias superficiales			0,170
Resistencia total			1,528
		Kcal/h m ² °C	W/m ² °K
(U = 1 / Resistencia total)	U=	0,563	0,655 < 1,20

Partición interior 3. Entramado autoportante metálico (zonas húmedas)

	Espesor (m)	Conductividad térmica W/m·°K	Resistencia térmica m ² °K/W
Alicatado cerámico	0,010	1,000	0,010
cemento cola	0,005	0,180	0,028
placa de yeso laminado	0,013	0,250	0,050
Aislamiento termico lana de roca	0,048	0,040	1,200
placa de yeso laminado	0,013	0,250	0,050
cemento cola	0,005	0,180	0,028
Alicatado cerámico	0,010	1,000	0,010
Resistencias superficiales			0,170
Resistencia total			1,546
		Kcal/h m ² °C	W/m ² °K
(U = 1 / Resistencia total)	U=	0,556	0,647 < 1,20

Partición interior 4. Entramado autoportante metálico

	Espesor (m)	Conductividad térmica W/m·°K	Resistencia térmica m ² °K/W
2 placas de yeso laminado	0,025	0,250	0,100
Aislamiento termico lana de roca	0,048	0,040	1,200
2 placas de yeso laminado	0,025	0,250	0,100
Resistencias superficiales			0,170
Resistencia total			1,570
		Kcal/h m ² °C	W/m ² °K
(U = 1 / Resistencia total)	U=	0,548	0,637 < 0,85

Partición interior 5. Entramado autoportante metálico (zonas húmedas)

	Espesor (m)	Conductividad térmica W/m·°K	Resistencia térmica m ² °K/W
2 placas de yeso laminado	0,025	0,250	0,100
Aislamiento termico lana de roca	0,048	0,040	1,200
2 placas de yeso laminado	0,025	0,250	0,100
cemento cola	0,005	0,180	0,028
Alicatado cerámico	0,010	1,000	0,010
Resistencias superficiales			0,170
Resistencia total			1,608
		Kcal/h m ² °C	W/m ² °K
(U = 1 / Resistencia total)	U=	0,535	0,622 < 0,85

Partición interior 6. Entramado autoportante metálico

	Espesor (m)	Conductividad térmica W/m·°K	Resistencia térmica m ² °K/W
2 placas de yeso laminado	0,025	0,250	0,100
Aislamiento termico lana de roca	0,048	0,040	1,200
1 placas de yeso laminado	0,013	0,250	0,050
Cámara de aire	1,000		0,150
Aislamiento termico lana de roca	0,048	0,040	1,200
2 placas de yeso laminado	0,025	0,250	0,100
Resistencias superficiales			0,170
Resistencia total			2,970
		Kcal/h m ² °C	W/m ² °K
(U = 1 / Resistencia total)	U=	0,290	0,337 < 0,6

Partición interior 7. Muro de hormigón armado con aislamiento

	Espesor (m)	Conductividad térmica W/m·°K	Resistencia térmica m ² °K/W
Muro de hormigón armado visto	0,250	1,630	0,153
Aislamiento termico lana de roca	0,040	0,040	1,000
Placa yeso laminado RF	0,013	0,250	0,050
Resistencias superficiales			0,170
Resistencia total			1,373
		Kcal/h m ² °C	W/m ² °K
(U = 1 / Resistencia total)	U=	0,626	0,728 < 0,85

Partición entre interior y sala abierta al exterior. Entramado autoportante metálico

	Espesor (m)	Conductividad térmica W/m·°K	Resistencia térmica m ² °K/W
2 placas de yeso laminado	0,025	0,250	0,100
Aislamiento termico lana de roca	0,048	0,040	1,200
1 placas de yeso laminado	0,013	0,250	0,050
Cámara de aire	1,000		0,150
Aislamiento termico lana de roca	0,048	0,040	1,200
2 placas de yeso laminado aquaboard	0,025	0,250	0,100
Resistencias superficiales			0,170
Resistencia total			2,970
		Kcal/h m ² °C	W/m ² °K
(U = 1 / Resistencia total)	U=	0,290	0,337 < 0,85

Partición entre interior y sala abierta al exterior. Entramado autoportante metálico (zonas húmedas)

	Espesor (m)	Conductividad térmica W/m·°K	Resistencia térmica m ² °K/W
Alicatado cerámico	0,010	1,000	0,010
cemento cola	0,005	0,180	0,028
2 placas de yeso laminado	0,025	0,250	0,100
Aislamiento termico lana de roca	0,048	0,040	1,200
1 placas de yeso laminado	0,013	0,250	0,050
Cámara de aire	1,000		0,150
Aislamiento termico lana de roca	0,048	0,040	1,200
2 placas de yeso laminado aquaboard	0,025	0,250	0,100
Resistencias superficiales			0,170
Resistencia total			3,008
		Kcal/h m ² °C	W/m ² °K
(U = 1 / Resistencia total)	U=	0,286	0,332 < 0,85

Partición entre interior y sala abierta al exterior. Muro de hormigón armado

	Espesor (m)	Conductividad térmica W/m·°K	Resistencia térmica m ² °K/W
Muro de hormigón armado visto	0,250	1,630	0,153
Cámara de aire	1,000		0,150
Aislamiento termico lana de roca	0,048	0,040	1,200
Placa yeso laminado Aquaboard	0,013	0,250	0,050
Resistencias superficiales			0,170
Resistencia total			1,723
 (U = 1 / Resistencia total)	U=	Kcal/h m ² °C 0,499	W/m ² °K 0,580 < 0,60

Cubierta

	Espesor (m)	Conductividad térmica W/m·°K	Resistencia térmica m ² °K/W
chapa grecada	0,008	1,630	0,005
Aislamiento termico de lana de roca	0,100	0,036	2,778
Cámara de aire	8,000		0,180
Panel OSB	0,020	0,130	0,154
Chapa de Zinc	0,008	106,000	0,000
Resistencias superficiales			0,14
Resistencia total			3,257
 (U = 1 / Resistencia total)	U=	Kcal/h m ² °C 0,264	W/m ² °K 0,307 < 0,4

4. ANEJOS A LA MEMORIA

a1. Cálculo de la estructura

Se adjunta extracto resumen del cálculo en Cype 3D.

DATOS DE OBRA

Normas consideradas

Aceros laminados y armados: CTE DB SE-A

Categoría de uso: G1. Cubiertas accesibles únicamente para mantenimiento. No concomitante con el resto de acciones variables

Estados límite

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

Situaciones de proyecto

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

- **Con coeficientes de combinación**

- **Sin coeficientes de combinación**

- Donde:

G_k Acción permanente

P_k Acción de pretensado

Q_k Acción variable

γ_G Coeficiente parcial de seguridad de las acciones permanentes

γ_P Coeficiente parcial de seguridad de la acción de pretensado

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

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

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

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

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

E.L.U. de rotura. Acero laminado: CTE DB SE-A

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

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Nieve (Q)	0.000	1.500	1.000	0.500

Persistente o transitoria (G1)				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	0.800	1.350	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.500	1.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.500	0.000	0.000
Nieve (Q)	0.000	1.500	0.000	0.000

Desplazamientos

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	0.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Nieve (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Viento (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Nieve (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000

Flechas

Referencias:

Pos.: Valor de la coordenada sobre el eje 'X' local del grupo de flecha en el punto donde se produce el valor p esimo de la flecha.

L.: Distancia entre dos puntos de corte consecutivos de la deformada con la recta que une los nudos extremos del grupo de flecha.

Flechas								
Grupo	Flecha máxima absoluta xy		Flecha máxima absoluta xz		Flecha activa absoluta xy		Flecha activa absoluta xz	
	Flecha máxima relativa xy		Flecha máxima relativa xz		Flecha activa relativa xy		Flecha activa relativa xz	
	Pos. (m)	Flecha (mm)						
N7/N6	3.862	0.12	5.150	0.25	3.862	0.08	4.506	0.21
	3.862	L/(>1000)	5.150	L/(>1000)	3.862	L/(>1000)	3.862	L/(>1000)
N8/N7	1.600	0.12	2.880	0.55	1.600	0.11	3.200	0.34
	1.600	L/(>1000)	2.880	L/(>1000)	1.600	L/(>1000)	3.200	L/(>1000)
N10/N9	2.375	2.40	1.900	0.05	2.375	3.86	2.138	0.03
	2.375	L/(>1000)	1.900	L/(>1000)	2.375	L/(>1000)	2.138	L/(>1000)
N11/N10	1.900	1.25	1.900	0.04	1.900	1.98	2.138	0.02
	1.900	L/(>1000)	1.900	L/(>1000)	1.900	L/(>1000)	2.138	L/(>1000)
N12/N11	2.137	0.38	1.425	0.05	2.137	0.63	1.662	0.04
	2.137	L/(>1000)	1.425	L/(>1000)	2.137	L/(>1000)	1.662	L/(>1000)
N30/N15	1.110	0.08	1.110	0.28	1.110	0.14	1.110	0.19
	1.110	L/(>1000)	1.110	L/(>1000)	1.110	L/(>1000)	1.110	L/(>1000)
N16/N30	3.191	1.43	5.203	0.58	3.191	1.36	5.538	0.27
	3.191	L/(>1000)	5.203	L/(>1000)	3.191	L/(>1000)	5.203	L/(>1000)
N17/N16	5.242	1.29	3.932	1.34	5.242	1.03	3.932	0.69
	5.242	L/(>1000)	3.932	L/(>1000)	5.242	L/(>1000)	3.932	L/(>1000)
N20/N19	1.055	0.04	1.055	0.09	1.055	0.04	1.055	0.07
	1.055	L/(>1000)	1.055	L/(>1000)	1.055	L/(>1000)	1.055	L/(>1000)
N21/N20	3.249	1.52	2.508	1.00	3.249	2.14	2.878	0.70
	3.249	L/(>1000)	2.508	L/(>1000)	3.249	L/(>1000)	2.878	L/(>1000)
N22/N21	6.650	2.52	5.541	5.57	6.650	2.55	5.541	3.21
	6.650	L/(>1000)	5.541	L/(>1000)	6.650	L/(>1000)	5.541	L/(>1000)
N25/N24	2.205	2.21	3.111	0.22	2.432	2.97	3.111	0.25
	2.205	L/(>1000)	3.111	L/(>1000)	1.753	L/(>1000)	3.111	L/(>1000)
N26/N25	3.937	1.96	2.953	0.59	3.937	2.28	2.953	0.22
	3.937	L/(>1000)	2.953	L/(>1000)	3.937	L/(>1000)	2.953	L/(>1000)
N28/N27	5.261	9.56	5.845	11.45	5.261	14.92	6.430	7.11
	5.261	L/(>1000)	5.845	L/(>1000)	5.261	L/(>1000)	6.430	L/(>1000)
N1/N9	5.061	36.27	5.623	6.30	5.061	57.92	5.623	3.50
	5.061	L/310.1	5.623	L/(>1000)	5.061	L/310.4	5.623	L/(>1000)
N2/N10	5.623	2.31	5.623	11.03	5.623	2.31	5.623	7.22
	5.623	L/(>1000)	5.623	L/(>1000)	5.623	L/(>1000)	5.623	L/(>1000)
N3/N11	5.623	2.31	5.623	11.03	5.623	2.31	5.623	7.22
	5.623	L/(>1000)	5.623	L/(>1000)	5.623	L/(>1000)	5.623	L/(>1000)
N4/N12	6.326	0.87	6.326	3.96	6.326	0.87	6.326	2.60
	6.326	L/(>1000)	6.326	L/(>1000)	6.326	L/(>1000)	6.326	L/(>1000)
N5/N13	5.623	4.66	5.623	20.16	5.623	4.66	5.623	14.54
	5.623	L/(>1000)	5.623	L/557.8	5.623	L/(>1000)	5.623	L/773.6
N29/N14	0.000	0.00	3.804	0.43	0.000	0.00	0.000	0.00
	-	L/(>1000)	3.804	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)
N8/N16	6.689	1.16	5.575	4.89	6.132	1.39	5.575	2.32

Flechas								
Grupo	Flecha máxima absoluta xy Flecha máxima relativa xy		Flecha máxima absoluta xz Flecha máxima relativa xz		Flecha activa absoluta xy Flecha activa relativa xy		Flecha activa absoluta xz Flecha activa relativa xz	
	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)
		6.689	L/(>1000)	5.575	L/(>1000)	6.689	L/(>1000)	5.575
N18/N15	5.124 5.124	2.14 L/(>1000)	2.329 2.329	2.42 L/(>1000)	5.124 5.124	3.90 L/(>1000)	2.329 7.453	1.57 L/(>1000)
N17/N21	3.751 3.751	0.58 L/(>1000)	4.688 4.688	2.34 L/(>1000)	4.688 4.219	0.91 L/(>1000)	4.688 4.688	1.06 L/(>1000)
N23/N19	6.537 1.783	2.43 L/(>1000)	3.565 3.565	3.25 L/(>1000)	7.131 1.783	3.29 L/(>1000)	3.565 10.102	1.76 L/(>1000)
N25/N22	4.772 4.772	1.34 L/(>1000)	5.965 5.965	5.28 L/(>1000)	5.369 4.176	1.85 L/(>1000)	5.965 5.965	2.15 L/(>1000)
N27/N24	8.731 9.895	1.13 L/(>1000)	2.910 9.313	1.62 L/(>1000)	9.313 9.895	1.59 L/(>1000)	9.313 8.731	1.34 L/(>1000)
N26/N28	7.952 7.952	3.00 L/(>1000)	5.964 5.964	6.62 L/(>1000)	8.653 7.718	4.04 L/(>1000)	5.964 5.964	3.22 L/(>1000)
N7/N14	5.212 3.882	1.37 L/(>1000)	5.661 5.661	18.35 L/725.1	7.459 4.313	2.08 L/(>1000)	5.661 5.661	13.20 L/(>1000)
N8/N15	6.520 6.520	1.10 L/(>1000)	6.112 6.112	19.91 L/644.7	5.297 6.112	1.14 L/(>1000)	6.112 6.112	13.56 L/946.5
N16/N18	4.316 4.316	2.73 L/(>1000)	5.354 5.354	13.74 L/843.2	3.277 3.277	1.84 L/(>1000)	5.354 5.354	9.77 L/(>1000)
N16/N19	3.658 3.658	1.93 L/(>1000)	4.771 4.771	4.32 L/(>1000)	4.029 4.400	1.89 L/(>1000)	4.771 4.771	2.84 L/(>1000)
N17/N19	6.299 6.299	1.28 L/(>1000)	5.304 5.304	11.88 L/977.9	7.627 7.378	1.20 L/(>1000)	5.636 5.636	8.31 L/(>1000)
N21/N23	8.346 8.346	5.53 L/(>1000)	6.479 6.479	8.98 L/(>1000)	8.968 8.346	5.69 L/(>1000)	7.101 7.101	4.71 L/(>1000)
N21/N24	6.254 6.254	5.13 L/(>1000)	6.806 6.806	7.99 L/(>1000)	6.806 6.254	7.35 L/(>1000)	6.806 6.806	3.87 L/(>1000)
N22/N24	5.233 10.298	1.83 L/(>1000)	5.669 5.669	10.72 L/(>1000)	4.797 10.298	1.70 L/(>1000)	5.669 5.669	7.71 L/(>1000)
N25/N27	4.335 4.335	4.21 L/(>1000)	5.445 5.445	10.48 L/(>1000)	4.335 4.335	3.76 L/(>1000)	5.445 5.445	6.48 L/(>1000)
N26/N27	10.928 11.426	1.39 L/(>1000)	6.948 6.948	26.73 L/539.1	9.933 11.426	1.98 L/(>1000)	6.948 6.948	17.65 L/816.7
N35/N34	5.625 5.625	7.69 L/(>1000)	6.328 6.328	2.27 L/(>1000)	5.625 5.625	12.11 L/(>1000)	6.328 6.328	0.80 L/(>1000)
N39/N38	5.850 5.850	9.69 L/(>1000)	5.850 5.850	5.23 L/(>1000)	5.850 5.850	16.15 L/(>1000)	5.850 5.850	2.52 L/(>1000)
N43/N42	7.210 7.210	25.72 L/560.7	7.931 7.931	11.96 L/(>1000)	7.210 7.210	42.98 L/564.0	7.931 7.931	7.26 L/(>1000)
N44/N43	3.160 3.160	0.94 L/(>1000)	3.160 3.160	0.99 L/(>1000)	3.160 3.160	1.34 L/(>1000)	2.873 3.160	0.70 L/(>1000)
N45/N44	1.708 1.708	0.26 L/(>1000)	3.202 3.202	0.08 L/(>1000)	1.921 1.708	0.35 L/(>1000)	2.775 3.416	0.09 L/(>1000)
N51/N50	4.415 4.415	4.50 L/(>1000)	4.967 4.967	0.68 L/(>1000)	4.415 4.415	7.15 L/(>1000)	5.519 5.519	0.27 L/(>1000)
N52/N51	2.929 2.929	0.51 L/(>1000)	2.663 2.663	0.05 L/(>1000)	2.929 2.929	0.79 L/(>1000)	2.396 2.396	0.02 L/(>1000)
N53/N55	2.130	0.47	2.130	0.02	2.130	0.74	1.864	0.00

Flechas								
Grupo	Flecha máxima absoluta xy Flecha máxima relativa xy		Flecha máxima absoluta xz Flecha máxima relativa xz		Flecha activa absoluta xy Flecha activa relativa xy		Flecha activa absoluta xz Flecha activa relativa xz	
	Pos. (m)	Flecha (mm)						
	2	2.130	L/(>1000)	2.130	L/(>1000)	2.130	L/(>1000)	1.864
N54/N53	1.325	0.36	2.120	0.01	1.325	0.67	1.590	0.01
	1.325	L/(>1000)	2.120	L/(>1000)	1.325	L/(>1000)	1.855	L/(>1000)
N55/N54	1.234	1.39	1.645	0.02	1.234	2.51	1.439	0.02
	1.234	L/(>1000)	1.645	L/(>1000)	1.234	L/(>1000)	1.439	L/(>1000)
N34/N31	5.574	6.85	4.645	3.71	5.574	11.39	4.645	2.30
	5.574	L/(>1000)	4.645	L/(>1000)	5.574	L/(>1000)	4.645	L/(>1000)
N32/N34	4.506	0.80	5.007	6.33	4.506	0.80	5.007	3.94
	4.506	L/(>1000)	5.007	L/(>1000)	4.506	L/(>1000)	5.007	L/(>1000)
N32/N35	5.141	1.29	5.141	5.63	5.141	1.33	5.141	3.72
	5.141	L/(>1000)	5.141	L/(>1000)	5.141	L/(>1000)	5.141	L/(>1000)
N33/N36	4.669	6.63	2.802	1.48	4.669	10.01	7.938	0.92
	4.669	L/(>1000)	7.938	L/(>1000)	4.669	L/(>1000)	7.938	L/(>1000)
N38/N35	5.936	10.24	4.749	3.85	5.936	15.78	4.156	2.31
	5.936	L/(>1000)	4.749	L/(>1000)	5.936	L/(>1000)	4.156	L/(>1000)
N38/N36	7.847	2.01	6.036	10.74	7.847	2.01	6.036	6.88
	7.847	L/(>1000)	6.036	L/(>1000)	7.847	L/(>1000)	6.036	L/(>1000)
N39/N36	8.495	3.60	7.080	12.00	8.495	3.58	7.080	7.92
	8.495	L/(>1000)	7.080	L/(>1000)	8.495	L/(>1000)	7.080	L/(>1000)
N37/N39	5.213	5.24	5.213	4.78	5.213	5.06	5.213	3.22
	5.213	L/(>1000)	5.213	L/(>1000)	5.213	L/(>1000)	5.213	L/(>1000)
N40/N37	5.348	11.09	1.783	2.73	5.942	21.37	2.377	2.35
	5.348	L/(>1000)	1.783	L/(>1000)	5.348	L/(>1000)	2.971	L/(>1000)
N42/N39	6.381	5.97	9.282	0.87	6.381	9.76	8.702	0.88
	6.381	L/(>1000)	9.282	L/(>1000)	6.381	L/(>1000)	9.282	L/(>1000)
N40/N42	5.105	6.78	6.240	3.77	5.105	6.65	6.240	1.93
	5.105	L/(>1000)	6.240	L/(>1000)	5.105	L/(>1000)	6.240	L/(>1000)
N40/N43	7.980	12.89	7.980	53.72	7.980	13.21	7.980	39.06
	7.980	L/(>1000)	7.980	L/330.1	7.980	L/(>1000)	7.980	L/454.0
N41/N43	5.727	4.94	5.727	4.81	5.154	6.78	6.299	3.11
	5.727	L/(>1000)	5.727	L/(>1000)	5.727	L/(>1000)	6.299	L/(>1000)
N50/N43	3.816	1.25	5.936	1.73	3.816	1.47	5.936	1.32
	3.816	L/(>1000)	5.936	L/(>1000)	3.816	L/(>1000)	5.936	L/(>1000)
N44/N41	6.403	9.83	6.403	6.43	6.403	17.75	6.403	3.40
	6.403	L/(>1000)	6.403	L/(>1000)	6.403	L/(>1000)	6.403	L/(>1000)
N44/N50	4.781	0.72	4.781	1.67	5.650	0.99	4.346	1.09
	4.781	L/(>1000)	4.781	L/(>1000)	5.216	L/(>1000)	4.346	L/(>1000)
N45/N51	4.254	0.62	4.254	5.01	4.254	0.60	4.254	3.50
	4.254	L/(>1000)	4.254	L/(>1000)	4.254	L/(>1000)	4.254	L/(>1000)
N47/N53	4.254	0.43	4.254	4.07	4.254	0.43	4.254	2.70
	4.254	L/(>1000)	4.254	L/(>1000)	4.254	L/(>1000)	4.254	L/(>1000)
N48/N54	4.254	0.38	4.254	3.68	4.254	0.38	4.254	2.39
	4.254	L/(>1000)	4.254	L/(>1000)	4.254	L/(>1000)	4.254	L/(>1000)
N49/N55	4.254	15.30	4.254	1.98	4.254	23.78	4.254	1.05
	4.254	L/556.1	4.254	L/(>1000)	4.254	L/556.1	4.254	L/(>1000)
N58/N57	4.400	3.07	4.062	2.37	4.062	5.49	4.062	1.66
	4.400	L/(>1000)	4.062	L/(>1000)	4.400	L/(>1000)	4.062	L/(>1000)
N57/N5	7.463	93.57	7.960	21.45	7.463	133.26	7.960	14.51

Flechas								
Grupo	Flecha máxima absoluta xy Flecha máxima relativa xy		Flecha máxima absoluta xz Flecha máxima relativa xz		Flecha activa absoluta xy Flecha activa relativa xy		Flecha activa absoluta xz Flecha activa relativa xz	
	Pos. (m)	Flecha (mm)						
	6	7.463	L/155.4	7.960	L/677.8	7.463	L/155.5	7.960
N56/N59	4.328 -	0.00 L/(>1000)	2.308 2.308	0.10 L/(>1000)	4.039 -	0.00 L/(>1000)	2.597 2.597	0.05 L/(>1000)
N35/N33	6.955 6.955	1.13 L/(>1000)	5.465 5.465	2.69 L/(>1000)	6.459 6.955	2.03 L/(>1000)	5.465 5.465	1.92 L/(>1000)
N64/N55	5.168 5.168	24.09 L/429.1	4.651 4.651	12.63 L/818.2	5.685 5.168	40.96 L/430.7	5.168 5.168	7.57 L/(>1000)
N58/N64	2.780 2.780	4.36 L/(>1000)	3.058 3.058	1.99 L/(>1000)	3.058 2.780	4.87 L/(>1000)	3.058 3.058	1.06 L/(>1000)
N65/N51	1.342 1.342	0.56 L/(>1000)	1.342 1.342	0.07 L/(>1000)	1.342 1.342	0.39 L/(>1000)	1.342 1.342	0.03 L/(>1000)
N66/N52	1.342 1.342	0.49 L/(>1000)	1.342 1.342	0.01 L/(>1000)	1.342 1.342	0.33 L/(>1000)	1.342 1.342	0.02 L/(>1000)
N67/N53	1.342 1.342	0.43 L/(>1000)	1.342 1.342	0.02 L/(>1000)	1.342 1.342	0.29 L/(>1000)	1.342 1.342	0.03 L/(>1000)
N68/N54	1.342 1.342	0.04 L/(>1000)	1.342 1.342	0.02 L/(>1000)	1.342 1.342	0.01 L/(>1000)	1.342 1.342	0.02 L/(>1000)
N69/N55	1.342 1.342	3.60 L/639.3	1.342 1.342	0.03 L/(>1000)	1.342 1.342	2.14 L/(>1000)	1.342 1.342	0.03 L/(>1000)
N70/N34	0.958 -	0.00 L/(>1000)	0.958 -	0.00 L/(>1000)	0.958 -	0.00 L/(>1000)	1.533 -	0.00 L/(>1000)
N71/N38	0.958 -	0.00 L/(>1000)	1.533 -	0.00 L/(>1000)	0.958 -	0.00 L/(>1000)	0.767 -	0.00 L/(>1000)
N72/N42	0.958 -	0.00 L/(>1000)	0.767 -	0.00 L/(>1000)	0.958 -	0.00 L/(>1000)	0.958 -	0.00 L/(>1000)
N73/N9	1.744 -	0.00 L/(>1000)	2.906 -	0.00 L/(>1000)	2.325 -	0.00 L/(>1000)	1.744 -	0.00 L/(>1000)
N74/N10	3.587 -	0.00 L/(>1000)	3.331 -	0.00 L/(>1000)	2.563 -	0.00 L/(>1000)	2.563 -	0.00 L/(>1000)
N75/N11	2.563 -	0.00 L/(>1000)	3.844 -	0.00 L/(>1000)	2.819 -	0.00 L/(>1000)	3.587 -	0.00 L/(>1000)
N44/N27	0.575 0.575	0.05 L/(>1000)	0.575 0.575	0.19 L/(>1000)	0.575 0.575	0.09 L/(>1000)	0.575 0.575	0.22 L/(>1000)
N59/N28	0.740 0.740	0.23 L/(>1000)	0.740 0.740	0.01 L/(>1000)	0.740 0.740	0.29 L/(>1000)	0.740 0.740	0.02 L/(>1000)
N76/N56	1.348 -	0.00 L/(>1000)	1.348 -	0.00 L/(>1000)	1.348 -	0.00 L/(>1000)	1.348 -	0.00 L/(>1000)
N77/N57	1.348 -	0.00 L/(>1000)	1.348 -	0.00 L/(>1000)	1.348 -	0.00 L/(>1000)	1.348 -	0.00 L/(>1000)
N78/N58	1.348 -	0.00 L/(>1000)	1.348 -	0.00 L/(>1000)	1.348 -	0.00 L/(>1000)	1.348 -	0.00 L/(>1000)
N18/N19	3.955 3.955	2.67 L/(>1000)	3.076 3.076	1.33 L/(>1000)	4.395 4.395	4.34 L/(>1000)	2.637 2.637	0.83 L/(>1000)
N23/N24	7.700 7.700	20.66 L/745.5	6.737 6.737	3.01 L/(>1000)	7.700 7.700	31.84 L/748.0	11.550 11.550	0.57 L/(>1000)
N60/N7	2.820 2.820	1.18 L/(>1000)	3.626 3.626	0.35 L/(>1000)	2.820 2.820	0.85 L/(>1000)	2.820 0.403	0.05 L/(>1000)
N60/N8	2.901	0.23	3.730	0.41	2.901	0.14	2.901	0.07

Flechas								
Grupo	Flecha máxima absoluta xy Flecha máxima relativa xy		Flecha máxima absoluta xz Flecha máxima relativa xz		Flecha activa absoluta xy Flecha activa relativa xy		Flecha activa absoluta xz Flecha activa relativa xz	
	Pos. (m)	Flecha (mm)						
		2.901	L/(>1000)	3.730	L/(>1000)	2.901	L/(>1000)	0.414
N61/N1	2.858	1.20	3.674	0.50	2.858	0.73	2.858	0.07
6	2.858	L/(>1000)	4.083	L/(>1000)	2.858	L/(>1000)	0.408	L/(>1000)
N61/N1	3.145	0.16	4.044	0.67	3.145	0.10	3.145	0.13
7	3.145	L/(>1000)	4.493	L/(>1000)	3.145	L/(>1000)	0.449	L/(>1000)
N62/N2	3.238	0.73	4.163	0.91	3.238	0.36	3.238	0.17
1	3.238	L/(>1000)	4.163	L/(>1000)	3.238	L/(>1000)	0.463	L/(>1000)
N62/N2	3.453	0.22	4.440	1.10	3.453	0.15	3.453	0.18
2	3.453	L/(>1000)	4.933	L/(>1000)	3.453	L/(>1000)	0.493	L/(>1000)
N63/N2	2.584	0.78	3.322	0.29	2.584	0.56	2.584	0.03
5	2.584	L/(>1000)	3.322	L/(>1000)	2.584	L/(>1000)	0.369	L/(>1000)
N63/N2	2.830	0.31	3.639	0.34	2.830	0.41	2.830	0.08
6	2.830	L/(>1000)	4.043	L/(>1000)	2.830	L/(>1000)	0.404	L/(>1000)
N52/N4	4.254	0.43	4.254	4.07	4.254	0.43	4.254	2.71
6	4.254	L/(>1000)	4.254	L/(>1000)	4.254	L/(>1000)	4.254	L/(>1000)
N79/N2	3.488	54.71	3.488	0.59	3.488	85.97	6.278	0.00
9	3.488	L/127.5	3.488	L/(>1000)	3.488	L/127.5	-	L/(>1000)
N88/N7	2.849	23.08	2.849	0.26	2.849	36.26	0.570	0.00
9	2.849	L/246.9	2.849	L/(>1000)	2.849	L/246.9	-	L/(>1000)
N88/N8	3.221	36.14	3.221	0.43	3.221	56.79	4.831	0.00
9	3.221	L/178.2	3.221	L/(>1000)	3.221	L/178.2	-	L/(>1000)
N89/N8	0.723	0.10	0.723	0.00	0.723	0.15	0.903	0.00
7	0.723	L/(>1000)	0.723	L/(>1000)	0.723	L/(>1000)	-	L/(>1000)
N86/N8	0.673	0.03	0.673	0.00	0.673	0.04	0.673	0.00
7	0.673	L/(>1000)	0.673	L/(>1000)	0.898	L/(>1000)	0.673	L/(>1000)
N86/N8	2.754	19.61	2.754	0.31	2.754	30.71	2.754	0.07
5	2.754	L/280.8	2.754	L/(>1000)	2.754	L/280.8	2.754	L/(>1000)
N90/N8	3.150	33.41	3.150	0.39	3.150	52.50	4.094	0.00
5	3.150	L/188.5	3.150	L/(>1000)	3.150	L/188.5	-	L/(>1000)
N90/N8	0.613	0.05	0.613	0.00	0.613	0.08	1.021	0.00
4	0.613	L/(>1000)	0.613	L/(>1000)	0.613	L/(>1000)	-	L/(>1000)
N83/N8	1.625	2.36	1.625	0.03	1.625	3.71	2.234	0.00
4	1.625	L/(>1000)	1.625	L/(>1000)	1.625	L/(>1000)	-	L/(>1000)
N82/N8	4.628	151.93	4.628	3.75	4.628	235.81	4.628	1.54
3	4.628	L/60.9	4.628	L/(>1000)	4.628	L/60.9	4.628	L/(>1000)
N82/N9	2.478	12.47	2.478	0.20	2.478	19.51	2.478	0.04
1	2.478	L/397.4	2.478	L/(>1000)	2.478	L/397.4	2.478	L/(>1000)
N91/N8	0.344	0.01	0.344	0.00	0.344	0.01	0.344	0.00
1	0.344	L/(>1000)	0.344	L/(>1000)	0.344	L/(>1000)	-	L/(>1000)
N81/N8	2.474	13.32	2.474	0.20	2.474	20.87	2.474	0.04
0	2.474	L/371.5	2.474	L/(>1000)	2.474	L/371.5	2.474	L/(>1000)
N92/N8	2.763	21.65	2.763	0.39	2.763	33.84	2.763	0.13
0	2.763	L/255.2	2.763	L/(>1000)	2.763	L/255.2	2.763	L/(>1000)

Comprobaciones E.L.U. (Completo)

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

Barra N82/N83

Perfil: UPN 380 Material: Acero (S275)									
Nudos			Características mecánicas						
Inicia l	Fina l	Longitud (m)	Área (cm ²)	I _v ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)	y _a ⁽³⁾ (mm)	z _a ⁽³⁾ (mm)	
N82	N83	9.255	80.40	15760.00	615.00	59.10	-27.20	0.00	
Notas: (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme (3) Coordenadas del centro de gravedad									
		Pandeo		Pandeo lateral					
		Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.				
β		0.00	0.00	0.00	0.00				
L _K		0.000	0.000	0.000	0.000				
C _m		1.000	1.000	1.000	1.000				
C ₁		-		1.000					
Notación: β: Coeficiente de pandeo L _K : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico									

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

$$\bar{\lambda} < \underline{0.01} \quad \checkmark$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

Clase : 1

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

A : 80.40 cm²

f_v: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_v : 275.00 MPa

N_{cr}: Axil crítico elástico de pandeo mínimo, teniendo en cuenta que las longitudes de pandeo son nulas.

N_{cr} : ∞

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$25.78 \leq 388.69 \quad \checkmark$$

Donde:

h_w : Altura del alma.

t_w : Espesor del alma.

A_w : Área del alma.

$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida.

k : Coeficiente que depende de la clase de la sección.

E : Módulo de elasticidad.

f_{vf} : Límite elástico del acero del ala comprimida.

Siendo:

$$h_w : \underline{348.00} \text{ mm}$$

$$t_w : \underline{13.50} \text{ mm}$$

$$A_w : \underline{46.98} \text{ cm}^2$$

$$A_{fc,ef} : \underline{16.32} \text{ cm}^2$$

$$k : \underline{0.30}$$

$$E : \underline{210000} \text{ MPa}$$

$$f_{vf} : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.010} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N83, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 0.9 \cdot V1 + 1.5 \cdot N1$.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{t,Ed} : \underline{21.68} \text{ kN}$$

La resistencia de cálculo a tracción $N_{t,Rd}$ viene dada por:

$$N_{t,Rd} : \underline{2105.71} \text{ kN}$$

Donde:

A : Área bruta de la sección transversal de la barra.

$$A : \underline{80.40} \text{ cm}^2$$

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{vd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

f_v : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_v : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{Mo} : \underline{1.05}$$

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.003} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N82, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V2.

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $N_{c,Ed}$: 5.99 kN

La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

$N_{c,Rd}$: 2105.71 kN

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

Clase : 1

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

A : 80.40 cm²

f_{vd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{vd} : 261.90 MPa

Siendo:

f_v: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_v : 275.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{M0} : 1.05

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo son nulas.

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

η : 0.063 ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 4.628 m del nudo N82, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·N1.

M_{Ed}⁺: Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

M_{Ed}⁺ : 16.60 kN·m

Para flexión negativa:

M_{Ed}⁻: Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

M_{Ed}⁻ : 0.00 kN·m

El momento flector resistente de cálculo **M_{c,Rd}** viene dado por:

M_{c,Rd} : 264.52 kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de

Clase : 1

deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,y} : \underline{1010.00} \text{ cm}^3$$

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{vd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

f_v : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_v : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.850} \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 4.628 m del nudo N82, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V1.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{32.96} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 4.628 m del nudo N82, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V2.

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{18.20} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} : \underline{38.76} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

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

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,z} : \underline{148.00} \text{ cm}^3$$

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{vd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

f_v : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_v : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.009} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N82, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·N1.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{7.32} \text{ kN}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$V_{c,Rd} : \underline{793.55} \text{ kN}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{52.48} \text{ cm}^2$$

Siendo:

h : Canto de la sección.

$$h : \underline{380.00} \text{ mm}$$

t_w : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{13.50} \text{ mm}$$

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{vd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

f_v : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_v : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$25.78 < 64.71 \quad \checkmark$$

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma.

$$\lambda_w : \underline{25.78}$$

$\lambda_{m\acute{a}x}$: Esbeltez máxima.

$$\lambda_{m\acute{a}x} : \underline{64.71}$$

ϵ : Factor de reducción.

$$\epsilon : \underline{0.92}$$

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia.

f_{ref} : 235.00 MPa

f_v : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_v : 275.00 MPa

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

η : 0.028 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N83, para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V1$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 14.31 kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$V_{c,Rd}$: 505.35 kN

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

A_v : 33.42 cm²

Siendo:

A : Área de la sección bruta.

A : 80.40 cm²

d : Altura del alma.

d : 348.00 mm

t_w : Espesor del alma.

t_w : 13.50 mm

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{vd} : 261.90 MPa

Siendo:

f_v : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_v : 275.00 MPa

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{M0} : 1.05

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$6.56 \text{ kN} \leq 396.78 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo p \acute{e} simos se producen en un punto situado a una distancia de 0.463 m del nudo N82, para la combinaci3n de acciones 1.35·PP+1.5·N1.

$$V_{Ed}: \text{Esfuerzo cortante solicitante de c3lculo p3simo.} \quad V_{Ed} : \underline{6.56} \text{ kN}$$

$$V_{c,Rd}: \text{Esfuerzo cortante resistente de c3lculo.} \quad V_{c,Rd} : \underline{793.55} \text{ kN}$$

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Art3culo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de c3lculo a flexi3n, ya que el esfuerzo cortante solicitante de c3lculo p3simo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de c3lculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$12.77 \text{ kN} \leq 252.67 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de c3lculo p3simos se producen en un punto situado a una distancia de 0.463 m del nudo N82, para la combinaci3n de acciones 0.8·PP+1.5·V1.

$$V_{Ed}: \text{Esfuerzo cortante solicitante de c3lculo p3simo.} \quad V_{Ed} : \underline{12.77} \text{ kN}$$

$$V_{c,Rd}: \text{Esfuerzo cortante resistente de c3lculo.} \quad V_{c,Rd} : \underline{505.35} \text{ kN}$$

Resistencia a flexi3n y axil combinados (CTE DB SE-A, Art3culo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.907} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de c3lculo p3simos se producen en un punto situado a una distancia de 4.628 m del nudo N82, para la combinaci3n de acciones 1.35·PP+1.5·V1+0.75·N1.

Donde:

$$N_{t,Ed}: \text{Axil de tracci3n solicitante de c3lculo p3simo.} \quad N_{t,Ed} : \underline{21.49} \text{ kN}$$

$$M_{y,Ed}, M_{z,Ed}: \text{Momentos flectores solicitantes de c3lculo p3simos, seg3n los ejes Y y Z, respectivamente.} \quad M_{y,Ed}^+ : \underline{12.25} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{z,Ed}^+ : \underline{32.96} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$\text{Clase: Clase de la secci3n, seg3n la capacidad de deformaci3n y de desarrollo de la resistencia pl3stica de sus elementos planos, para axil y flexi3n simple.} \quad \text{Clase} : \underline{1}$$

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a tracción.

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$N_{pl,Rd} : \underline{2105.71} \text{ kN}$$

$$M_{pl,Rd,y} : \underline{264.52} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{pl,Rd,z} : \underline{38.76} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.1)

No procede, dado que tanto las longitudes de pandeo como las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.463 m del nudo N82, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V1.

$$12.77 \text{ kN} \leq 252.67 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

$V_{Ed,v}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed,v} : \underline{12.77} \text{ kN}$$

$V_{c,Rd,v}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd,v} : \underline{505.35} \text{ kN}$$

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

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

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Barra N69/N55

Perfil: UPN 100, Doble en I unión genérica (Separación entre los perfiles: 15.0 / 15.0 mm y Enlace a distancia máxima)							
Material: Acero (S275)							
Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas				
Inicial	Final		Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)	
N69	N55	2.300	27.00	412.00	201.43	5.62	
Notas: (¹) Inercia respecto al eje indicado (²) Momento de inercia a torsión uniforme							
	Pandeo		Pandeo lateral				
		Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.		
	β	1.00	1.00	0.43	0.43		
	L_K	2.300	2.300	1.000	1.000		
	C_m	1.000	1.000	1.000	1.000		
	C_1	-		1.000			
Notación: β : Coeficiente de pandeo L_K : Longitud de pandeo (m) C_m : Coeficiente de momentos C_1 : Factor de modificación para el momento crítico							

Nota: El análisis de piezas compuestas se realiza mediante la verificación de cada uno de los perfiles simples que las constituyen. Las comprobaciones de dichos perfiles se realizan para los esfuerzos calculados a partir de los que actúan sobre la pieza compuesta, según sus características mecánicas. Para las comprobaciones de estabilidad se utiliza la esbeltez mecánica ideal, obtenida en función de la esbeltez de la pieza y una esbeltez complementaria que tiene en cuenta la separación de los enlaces entre los perfiles simples.

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

$$\bar{\lambda} : \underline{1.13} \quad \checkmark$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

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

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$\mathbf{A} : \underline{13.50} \text{ cm}^2$$

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$\mathbf{f}_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico.

$$\mathbf{N}_{cr} : \underline{293.26} \text{ kN}$$

La tensión crítica elástica de pandeo σ_{cr} es el valor de la menor de las raíces de la siguiente ecuación cúbica:

$$\sigma_{cr} : \underline{217.23} \text{ MPa}$$

Donde:

$\sigma_{cr,y}$: Tensión crítica elástica de pandeo por flexión de la sección compuesta, alrededor del eje Y.

$$\sigma_{cr,y} : \underline{597.86} \text{ MPa}$$

$\sigma_{cr,z}$: Tensión crítica elástica de pandeo por flexión de la sección compuesta, alrededor del eje Z.

$$\sigma_{cr,z} : \underline{217.23} \text{ MPa}$$

$\sigma_{cr,T}$: Tensión crítica elástica de pandeo por torsión de la sección compuesta.

$$\sigma_{cr,T} : \underline{\infty}$$

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.

$$\mathbf{I}_y : \underline{412.00} \text{ cm}^4$$

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.

$$\mathbf{I}_z : \underline{201.43} \text{ cm}^4$$

I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.	I_t : $\frac{5.62}{}$ cm ⁴
I_w : Constante de alabeo de la sección.	I_w : $\frac{0.00}{}$ cm ⁶
E : Módulo de elasticidad.	E : $\frac{210000}{}$ MPa
G : Módulo de elasticidad transversal.	G : $\frac{81000}{}$ MPa
λ_y : Esbeltez mecánica de la sección compuesta, respecto al eje Y, calculada teniendo en cuenta el tipo de enlaces y su separación.	λ_y : $\frac{58.9}{}$
λ_z : Esbeltez mecánica de la sección compuesta, respecto al eje Z, calculada teniendo en cuenta el tipo de enlaces y su separación.	λ_z : $\frac{97.7}{}$
L_{kt} : Longitud efectiva de pandeo por torsión.	L_{kt} : $\frac{0.000}{}$ m
i_o : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.	i_o : $\frac{4.77}{}$ cm

Siendo:

i_y , i_z : Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.	i_y : $\frac{3.91}{}$ cm
	i_z : $\frac{2.73}{}$ cm
y_o , z_o : Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.	y_o : $\frac{0.00}{}$ mm
	z_o : $\frac{0.00}{}$ mm

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$13.83 \leq 247.99 \quad \checkmark$$

Donde:

h_w : Altura del alma.	h_w : $\frac{83.00}{}$ mm
t_w : Espesor del alma.	t_w : $\frac{6.00}{}$ mm
A_w : Área del alma.	A_w : $\frac{4.98}{}$ cm ²
A_{fc,ef} : Área reducida del ala comprimida.	A_{fc,ef} : $\frac{4.25}{}$ cm ²
k : Coeficiente que depende de la clase de la sección.	k : $\frac{0.30}{}$
E : Módulo de elasticidad.	E : $\frac{210000}{}$ MPa
f_{vf} : Límite elástico del acero del ala comprimida.	f_{vf} : $\frac{275.00}{}$ MPa

Siendo:

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.098} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N55, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·N1.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

$N_{t,Ed}$: 34.73 kN

La resistencia de cálculo a tracción $N_{t,Rd}$ viene dada por:

$N_{t,Rd}$: 353.57 kN

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra.

A : 13.50 cm²

f_{Vd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{Vd} : 261.90 MPa

Siendo:

f_v: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_v : 275.00 MPa

γ_{Mo}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{Mo} : 1.05

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

η : 0.350 ✓

η : 0.514 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N55, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·N1.

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$N_{c,Ed}$: 123.61 kN

La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

$N_{c,Rd}$: 353.57 kN

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

Clase : 1

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

A : 13.50 cm²

f_{Vd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{Vd} : 261.90 MPa

Siendo:

f_v: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_v : 275.00 MPa

γ_{Mo}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{Mo} : 1.05

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo $N_{b,Rd}$ en una barra comprimida viene dada por:

$$N_{b,Rd} : \underline{240.70} \text{ kN}$$

Donde:

A : Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{13.50} \text{ cm}^2$$

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{vd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

f_v : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_v : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

χ : Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\chi_{FT} : \underline{0.68}$$

Siendo:

$$\phi_{FT} : \underline{0.94}$$

α_{FT} : Coeficiente de imperfección elástica.

$$\alpha_{FT} : \underline{0.49}$$

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda}_{FT} : \underline{0.77}$$

N_{cr} : Axil crítico de pandeo elástico.

$$N_{cr} : \underline{625.59} \text{ kN}$$

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.003} \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.004} \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N55, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V2.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{0.01} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N55, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 0.9 \cdot V1 + 1.5 \cdot N1$.

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{0.04} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} : \underline{12.83} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

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

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,y} : \underline{49.00} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

f_v : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_v : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

El momento flector resistente de cálculo $M_{b,Rd}$ viene dado por:

$$M_{b,Rd} : \underline{10.48} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,y} : \underline{49.00} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

f_v : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_v : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

χ_{LT} : Factor de reducción por pandeo lateral.

$$\chi_{LT} : \underline{0.82}$$

Siendo:

$$\phi_{LT} : \underline{0.69}$$

α_{LT} : Coeficiente de imperfección elástica.

$$\alpha_{LT} : \underline{0.76}$$

$$\bar{\lambda}_{LT} : \underline{0.45}$$

M_{cr} : Momento crítico elástico de pandeo lateral.

$$M_{cr} : \underline{67.53} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento crítico elástico de pandeo lateral M_{cr} se determina según la teoría de la elasticidad:

Siendo:

M_{LTv} : Componente que representa la resistencia por torsión uniforme de la barra.

$$M_{LTv} : \underline{50.98} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

M_{LTw} : Componente que representa la resistencia por torsión no uniforme de la barra.

$$M_{LTw} : \underline{44.29} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Siendo:

$W_{el,y}$: Módulo resistente elástico de la sección bruta, obtenido para la fibra más comprimida.

$$W_{el,y} : \underline{41.20} \text{ cm}^3$$

I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.

$$I_z : \underline{29.30} \text{ cm}^4$$

I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.

$$I_t : \underline{2.81} \text{ cm}^4$$

E : Módulo de elasticidad.

$$E : \underline{210000} \text{ MPa}$$

G : Módulo de elasticidad transversal.

$$G : \underline{81000} \text{ MPa}$$

L_c^+ : Longitud efectiva de pandeo lateral del ala superior.

$$L_c^+ : \underline{0.729} \text{ m}$$

L_c^- : Longitud efectiva de pandeo lateral del ala inferior.

$$L_c^- : \underline{0.729} \text{ m}$$

C_1 : Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra.

$$C_1 : \underline{1.00}$$

$i_{f,z}^+$: Radio de giro, respecto al eje de menor inercia de la sección, del soporte formado por el ala comprimida y la tercera parte de la zona comprimida del alma adyacente al ala comprimida.

$$i_{f,z}^+ : \underline{1.66} \text{ cm}$$

$$i_{f,z}^- : \underline{1.66} \text{ cm}$$

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.176} \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N55, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·N1.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{0.75} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} : \underline{4.24} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

Clase : 1

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$W_{pl,z}$: 16.20 cm³

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{vd} : 261.90 MPa

Siendo:

f_v : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_v : 275.00 MPa

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{M0} : 1.05

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta < \underline{0.001} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+0.9·V1+1.5·N1.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 0.02 kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$V_{c,Rd}$: 94.24 kN

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

A_v : 6.23 cm²

Siendo:

h : Canto de la sección.

h : 100.00 mm

t_w : Espesor del alma.

t_w : 6.00 mm

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{vd} : 261.90 MPa

Siendo:

f_v : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_v : 275.00 MPa

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{M0} : 1.05

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$13.83 < 64.71 \quad \checkmark$$

Donde:

$$\lambda_w: \text{Esbeltez del alma.} \quad \lambda_w : \underline{13.83}$$

$$\lambda_{m\acute{a}x}: \text{Esbeltez m\acute{a}xima.} \quad \lambda_{m\acute{a}x} : \underline{64.71}$$

$$\varepsilon: \text{Factor de reducci3n.} \quad \varepsilon : \underline{0.92}$$

Siendo:

$$f_{ref}: \text{L\acute{i}mite el\acute{a}stico de referencia.} \quad f_{ref} : \underline{235.00} \text{ MPa}$$

$$f_y: \text{L\acute{i}mite el\acute{a}stico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} \quad f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Art\uc3culo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.009} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de c\ac1lculo p\ec3simo se produce para la combinaci3n de acciones 1.35·PP+1.5·N1.

$$V_{Ed}: \text{Esfuerzo cortante solicitante de c\ac1lculo p\ec3simo.} \quad V_{Ed} : \underline{1.12} \text{ kN}$$

El esfuerzo cortante resistente de c\ac1lculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$V_{c,Rd} : \underline{128.83} \text{ kN}$$

Donde:

$$A_v: \text{\c1rea transversal a cortante.} \quad A_v : \underline{8.52} \text{ cm}^2$$

Siendo:

$$A: \text{\c1rea de la secci3n bruta.} \quad A : \underline{13.50} \text{ cm}^2$$

$$d: \text{Altura del alma.} \quad d : \underline{83.00} \text{ mm}$$

$$t_w: \text{Espesor del alma.} \quad t_w : \underline{6.00} \text{ mm}$$

$$f_{vd}: \text{Resistencia de c\ac1lculo del acero.} \quad f_{vd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

f_v : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_v : 275.00 MPa

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{M0} : 1.05

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$0.02 \text{ kN} \leq 47.12 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.192 m del nudo N69, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.9·V1+1.5·N1.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 0.02 kN

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$V_{c,Rd}$: 94.24 kN

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$1.12 \text{ kN} \leq 64.42 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.192 m del nudo N69, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·N1.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 1.12 kN

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$V_{c,Rd}$: 128.83 kN

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.528} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.634} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.777} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N55, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·N1.

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{c,Ed} : \underline{123.61} \text{ kN}$$

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{y,Ed}^- : \underline{0.03} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{z,Ed}^+ : \underline{0.75} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.

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

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta.

$$N_{pl,Rd} : \underline{353.57} \text{ kN}$$

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{pl,Rd,y} : \underline{12.83} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{pl,Rd,z} : \underline{4.24} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A : Área de la sección bruta.

$$A : \underline{13.50} \text{ cm}^2$$

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$W_{pl,y} : \underline{49.00} \text{ cm}^3$$

$$W_{pl,z} : \underline{16.20} \text{ cm}^3$$

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{vd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

f_v : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_v : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

k_y , k_z : Coeficientes de interacción.

$$k_y : \underline{1.23}$$

$$k_z : \underline{1.48}$$

$C_{m,y}$, $C_{m,z}$: Factores de momento flector uniforme equivalente.

$$C_{m,y} : \underline{1.00}$$

$$C_{m,z} : \underline{1.00}$$

χ_y , χ_z : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\chi_y : \underline{0.74}$$

$$\chi_z : \underline{0.68}$$

$\bar{\lambda}_y, \bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

α_y, α_z : Factores dependientes de la clase de la sección.

$$\bar{\lambda}_y : \frac{0.68}{\quad}$$

$$\bar{\lambda}_z : \frac{0.77}{\quad}$$

$$\alpha_y : \frac{0.60}{\quad}$$

$$\alpha_z : \frac{0.60}{\quad}$$

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.192 m del nudo N69, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·N1.

$$1.12 \text{ kN} \leq 64.42 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

$V_{Ed,y}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$V_{c,Rd,y}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{Ed,y} : \frac{1.12}{\quad} \text{ kN}$$

$$V_{c,Rd,y} : \frac{128.83}{\quad} \text{ kN}$$

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

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

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Barra N40/N43

Perfil: IPN 500 Material: Acero (S275)						
Nudos Inicial	Nudos Final	Longitud (m)	Características mecánicas			
			Área (cm ²)	I _v ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)
N40	N43	17.732	179.00	68740.00	2480.00	402.00
<i>Notas:</i> (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme						
			Pandeo		Pandeo lateral	
			Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β			0.00	0.00	0.06	0.06
L _K			0.000	0.000	1.000	1.000
C _m			1.000	1.000	1.000	1.000
C ₁			-		1.000	
<i>Notación:</i> β: Coeficiente de pandeo L _K : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico						

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

$\bar{\lambda}$: 0.24 ✓

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

Clase : 1

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

A : 179.00 cm²

f_v: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_v : 265.00 MPa

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico.

N_{cr} : 81112.58 kN

El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

N_{cr,y} : ∞

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

N_{cr,z} : ∞

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

N_{cr,T} : 81112.58 kN

Donde:

I_y : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.	$I_y : \underline{68740.00} \text{ cm}^4$
I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.	$I_z : \underline{2480.00} \text{ cm}^4$
I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.	$I_t : \underline{402.00} \text{ cm}^4$
I_w : Constante de alabeo de la sección.	$I_w : \underline{1400000.00} \text{ cm}^6$
E : Módulo de elasticidad.	$E : \underline{210000} \text{ MPa}$
G : Módulo de elasticidad transversal.	$G : \underline{81000} \text{ MPa}$
L_{ky} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.	$L_{ky} : \underline{0.000} \text{ m}$
L_{kz} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.	$L_{kz} : \underline{0.000} \text{ m}$
L_{kt} : Longitud efectiva de pandeo por torsión.	$L_{kt} : \underline{1.000} \text{ m}$
i_0 : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.	$i_0 : \underline{19.95} \text{ cm}$

Siendo:

i_y, i_z : Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.	$i_y : \underline{19.60} \text{ cm}$
y_0, z_0 : Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.	$i_z : \underline{3.72} \text{ cm}$
	$y_0 : \underline{0.00} \text{ mm}$
	$z_0 : \underline{0.00} \text{ mm}$

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$24.78 \leq 301.39 \checkmark$$

Donde:

h_w : Altura del alma.	$h_w : \underline{446.00} \text{ mm}$
t_w : Espesor del alma.	$t_w : \underline{18.00} \text{ mm}$
A_w : Área del alma.	$A_w : \underline{80.28} \text{ cm}^2$
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida.	$A_{fc,ef} : \underline{49.95} \text{ cm}^2$
k : Coeficiente que depende de la clase de la sección.	$k : \underline{0.30}$
E : Módulo de elasticidad.	$E : \underline{210000} \text{ MPa}$
f_{vf} : Límite elástico del acero del ala comprimida.	$f_{vf} : \underline{265.00} \text{ MPa}$

Siendo:

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

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

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.133} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.135} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N43, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·N1.

$$\mathbf{N_{c,Ed}}: \text{Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.} \quad \mathbf{N_{c,Ed}} : \underline{600.78} \text{ kN}$$

La resistencia de cálculo a compresión $\mathbf{N_{c,Rd}}$ viene dada por:

$$\mathbf{N_{c,Rd}} : \underline{4517.62} \text{ kN}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

$$\mathbf{Clase} : \underline{1}$$

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$\mathbf{A} : \underline{179.00} \text{ cm}^2$$

f_{vd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$\mathbf{f_{vd}} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

Siendo:

f_v: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$\mathbf{f_v} : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\mathbf{\gamma_{M0}} : \underline{1.05}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo $\mathbf{N_{b,Rd}}$ en una barra comprimida viene dada por:

$$\mathbf{N_{b,Rd}} : \underline{4450.46} \text{ kN}$$

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$\mathbf{A} : \underline{179.00} \text{ cm}^2$$

f_{vd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$\mathbf{f_{vd}} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

Siendo:

f_v: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$\mathbf{f_v} : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M1} : 1.05

χ : Coeficiente de reducción por pandeo.

χ_T : 0.99

Siendo:

ϕ_T : 0.54

α : Coeficiente de imperfección elástica.

α_T : 0.34

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida.

$\bar{\lambda}_T$: 0.24

N_{cr} : Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

N_{cr} : 81112.58 kN

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$N_{cr,y}$: ∞

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$N_{cr,z}$: ∞

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$N_{cr,T}$: 81112.58 kN

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

η : 0.603 ✓

Para flexión positiva:

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

M_{Ed}^+ : 0.00 kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N43, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·N1.

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

M_{Ed}^- : 492.94 kN·m

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$M_{c,Rd}$: 817.71 kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

Clase: 1

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$W_{pl,y}$: 3240.00 cm³

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 252.38 MPa

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 265.00 MPa

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{M0} : 1.05

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

Para esbelteces $\bar{\lambda}_{LT} \leq 0.4$ se puede omitir la comprobación frente a pandeo, y comprobar únicamente la resistencia de la sección transversal.

$\bar{\lambda}_{LT}$: 0.25

M_{cr} : Momento crítico elástico de pandeo lateral.

M_{cr} : 13487.61 kN·m

El momento crítico elástico de pandeo lateral M_{cr} se determina según la teoría de la elasticidad:

Siendo:

M_{LTv} : Componente que representa la resistencia por torsión uniforme de la barra.

M_{LTv} : 4091.11 kN·m

M_{LTw} : Componente que representa la resistencia por torsión no uniforme de la barra.

M_{LTw} : 12852.18 kN·m

Siendo:

$W_{el,y}$: Módulo resistente elástico de la sección bruta, obtenido para la fibra más comprimida.

$W_{el,y}$: 2749.60 cm³

I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.

I_z : 2480.00 cm⁴

I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.

I_t : 402.00 cm⁴

E : Módulo de elasticidad.

E : 210000 MPa

G : Módulo de elasticidad transversal.

G : 81000 MPa

L_c^+ : Longitud efectiva de pandeo lateral del ala superior.

L_c^+ : 1.000 m

L_c^- : Longitud efectiva de pandeo lateral del ala inferior.

L_c^- : 1.000 m

C_1 : Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra.

C_1 : 1.00

$i_{f,z}$: Radio de giro, respecto al eje de menor inercia de la sección, del soporte formado por el ala comprimida y la tercera parte de la zona comprimida del alma adyacente al ala comprimida.

$i_{f,z}^+$: 4.75 cm

$i_{f,z}^-$: 4.75 cm

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.082} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N43, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot V2 + 0.75 \cdot N1$.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{9.44} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} : \underline{115.09} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

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

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,z} : \underline{456.00} \text{ cm}^3$$

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{vd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

Siendo:

f_v : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_v : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.099} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N43, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot N1$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{134.98} \text{ kN}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$V_{c,Rd} : \underline{1365.03} \text{ kN}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante. A_v : 93.68 cm²

Siendo:

h : Canto de la sección. h : 500.00 mm

t_w : Espesor del alma. t_w : 18.00 mm

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero. f_{vd} : 252.38 MPa

Siendo:

f_v : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_v : 265.00 MPa

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.05

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$22.78 < 65.92 \quad \checkmark$$

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma. λ_w : 22.78

$\lambda_{m\acute{a}x}$: Esbeltez máxima. $\lambda_{m\acute{a}x}$: 65.92

ϵ : Factor de reducción. ϵ : 0.94

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia. f_{ref} : 235.00 MPa

f_v : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_v : 265.00 MPa

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.001} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N43, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V2.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 2.09 kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$V_{c,Rd} : \underline{1438.47} \text{ kN}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{98.72} \text{ cm}^2$$

Siendo:

A : Área de la sección bruta.

$$A : \underline{179.00} \text{ cm}^2$$

d : Altura del alma.

$$d : \underline{446.00} \text{ mm}$$

t_w : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{18.00} \text{ mm}$$

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{vd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

Siendo:

f_v : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_v : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$103.18 \text{ kN} \leq 682.52 \text{ kN}$$



Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot N1$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{103.18} \text{ kN}$$

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd} : \underline{1365.03} \text{ kN}$$

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$1.80 \text{ kN} \leq 719.24 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot V1$.

$$V_{Ed}: \text{Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.} \quad V_{Ed} : \underline{1.80} \text{ kN}$$

$$V_{c,Rd}: \text{Esfuerzo cortante resistente de cálculo.} \quad V_{c,Rd} : \underline{1438.47} \text{ kN}$$

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.736} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.736} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.495} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N43, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot N1$.

Donde:

$$N_{c,Ed}: \text{Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.} \quad N_{c,Ed} : \underline{600.78} \text{ kN}$$

$$M_{y,Ed}, M_{z,Ed}: \text{Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.} \quad M_{y,Ed} : \underline{492.94} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{z,Ed} : \underline{0.02} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$\text{Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.} \quad \text{Clase} : \underline{1}$$

$$N_{pl,Rd}: \text{Resistencia a compresión de la sección bruta.} \quad N_{pl,Rd} : \underline{4517.62} \text{ kN}$$

$$M_{pl,Rd,y}, M_{pl,Rd,z}: \text{Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.} \quad M_{pl,Rd,y} : \underline{817.71} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{pl,Rd,z} : \underline{115.09} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

$$A: \text{Área de la sección bruta.} \quad A : \underline{179.00} \text{ cm}^2$$

$$W_{pl,y}, W_{pl,z}: \text{Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.} \quad W_{pl,y} : \underline{3240.00} \text{ cm}^3$$

$$W_{pl,z} : \underline{456.00} \text{ cm}^3$$

$$f_{vd}: \text{Resistencia de cálculo del acero.} \quad f_{vd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

Siendo:

$$f_v: \text{Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} \quad f_v : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

$k_y, k_z, k_{y,LT}$: Coeficientes de interacción.

$$k_y : \underline{1.00}$$

$$k_z : \underline{1.00}$$

$$k_{y,LT} : \underline{0.60}$$

$C_{m,y}, C_{m,z}, C_{m,LT}$: Factores de momento flector uniforme equivalente.

$$C_{m,y} : \underline{1.00}$$

$$C_{m,z} : \underline{1.00}$$

$$C_{m,LT} : \underline{1.00}$$

χ_y, χ_z : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\chi_y : \underline{1.00}$$

$$\chi_z : \underline{1.00}$$

χ_{LT} : Coeficiente de reducción por pandeo lateral.

$$\chi_{LT} : \underline{1.00}$$

$\bar{\lambda}_y, \bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\bar{\lambda}_y : \underline{0.00}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{0.00}$$

α_y, α_z : Factores dependientes de la clase de la sección.

$$\alpha_y : \underline{0.60}$$

$$\alpha_z : \underline{0.60}$$

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·N1.

$$103.18 \text{ kN} \leq 681.27 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed,z} : \underline{103.18} \text{ kN}$$

$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd,z} : \underline{1362.53} \text{ kN}$$

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.005} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot N1$.

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.11} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento torsor resistente de cálculo $M_{T,Rd}$ viene dado por:

$$M_{T,Rd} : \underline{21.69} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : \underline{148.89} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.092} \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N43, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot Q1$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{125.29} \text{ kN}$$

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.10} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} : \underline{1362.53} \text{ kN}$$

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{pl,Rd} : \underline{1365.03} \text{ kN}$$

$\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión.

$$\tau_{T,Ed} : \underline{0.67} \text{ MPa}$$

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : \underline{148.89} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

Siendo:

f_v : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_v : 265.00 MPa

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{M0} : 1.05

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta < \underline{0.001} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q1.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 0.00 kN

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$M_{T,Ed}$: 0.10 kN·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$V_{pl,T,Rd}$: 1435.84 kN

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$V_{pl,Rd}$: 1438.47 kN

$\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión.

$\tau_{T,Ed}$: 0.67 MPa

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

W_T : 148.89 cm³

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{vd} : 252.38 MPa

Siendo:

f_v : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_v : 265.00 MPa

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{M0} : 1.05

Barra N77/N57

Perfil: TCuL 100x3.2 Material: Acero (S275)						
Nudos Inicial	Nudos Final	Longitud (m)	Características mecánicas			
			Área (cm ²)	I _v ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)
N77	N57	3.080	12.12	186.95	186.95	295.66
Notas: (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme						
	Pandeo		Pandeo lateral			
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.		
β	1.00	1.00	0.32	0.32		
L _K	3.080	3.080	1.000	1.000		
C _m	1.000	1.000	1.000	1.000		
C ₁	-		1.000			
Notación: β: Coeficiente de pandeo L _K : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico						

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

$\bar{\lambda}$: 0.90 ✓

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

Clase : 1

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

A : 12.12 cm²

f_v: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_v : 275.00 MPa

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico.

N_{cr} : 408.46 kN

El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

N_{cr,y} : 408.46 kN

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

N_{cr,z} : 408.46 kN

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

N_{cr,T} : 77629.88 kN

Donde:

I_y : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.	$I_y : \underline{186.95} \text{ cm}^4$
I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.	$I_z : \underline{186.95} \text{ cm}^4$
I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.	$I_t : \underline{295.66} \text{ cm}^4$
I_w : Constante de alabeo de la sección.	$I_w : \underline{0.00} \text{ cm}^6$
E : Módulo de elasticidad.	$E : \underline{210000} \text{ MPa}$
G : Módulo de elasticidad transversal.	$G : \underline{81000} \text{ MPa}$
L_{ky} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.	$L_{ky} : \underline{3.080} \text{ m}$
L_{kz} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.	$L_{kz} : \underline{3.080} \text{ m}$
L_{kt} : Longitud efectiva de pandeo por torsión.	$L_{kt} : \underline{1.000} \text{ m}$
i_o : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.	$i_o : \underline{5.55} \text{ cm}$

Siendo:

i_y, i_z : Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.	$i_y : \underline{3.93} \text{ cm}$
y_o, z_o : Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.	$i_z : \underline{3.93} \text{ cm}$
	$y_o : \underline{0.00} \text{ mm}$
	$z_o : \underline{0.00} \text{ mm}$

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector que comprima un ala, de forma que se pueda desarrollar el fenómeno de abolladura del alma inducida por el ala comprimida.

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

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

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.433} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.725} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N77, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot N1$.

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $N_{c,Ed} : \underline{137.61} \text{ kN}$

La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

$N_{c,Rd} : \underline{317.44} \text{ kN}$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

Clase : 1

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

A : 12.12 cm²

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero.

$f_{vd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$

Siendo:

f_v : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$f_v : \underline{275.00} \text{ MPa}$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo $N_{b,Rd}$ en una barra comprimida viene dada por:

$N_{b,Rd} : \underline{189.76} \text{ kN}$

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

A : 12.12 cm²

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero.

$f_{vd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$

Siendo:

f_v : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$f_v : \underline{275.00} \text{ MPa}$

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$

χ : Coeficiente de reducción por pandeo.

$\chi_y : \underline{0.60}$

$\chi_z : \underline{0.60}$

$\chi_T : \underline{1.00}$

Siendo:

$\phi_y : \underline{1.08}$

$\phi_z : \underline{1.08}$

$\phi_T : \underline{0.47}$

α : Coeficiente de imperfección elástica.

$\alpha_y : \underline{0.49}$

$\alpha_z : \underline{0.49}$

$\alpha_T : \underline{0.49}$

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida.

$\bar{\lambda}_y : \underline{0.90}$

N_{cr} : Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$\bar{\lambda}_z : \underline{0.90}$$

$$\bar{\lambda}_T : \underline{0.07}$$

$$N_{cr} : \underline{408.46} \text{ kN}$$

$$N_{cr,y} : \underline{408.46} \text{ kN}$$

$$N_{cr,z} : \underline{408.46} \text{ kN}$$

$$N_{cr,T} : \underline{77629.88} \text{ kN}$$

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

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

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

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

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre axil y momento flector ni entre momentos flectores en ambas direcciones para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

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

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Barra N79/N29

Perfil: UPN 380 Material: Acero (S275)								
Nudos		Longitud d (m)	Características mecánicas					
Inicia I	Final I		Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)	y _a ⁽³⁾ (mm)	z _a ⁽³⁾ (mm)
N79	N29	6.976	80.40	15760.00	615.00	59.10	-27.20	0.00
Notas: ⁽¹⁾ Inercia respecto al eje indicado ⁽²⁾ Momento de inercia a torsión uniforme ⁽³⁾ Coordenadas del centro de gravedad								
		Pandeo			Pandeo lateral			
		Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.			
β	0.00		0.00	0.00				
L _K	0.000		0.000	0.000				
C _m	1.000		1.000	1.000				
C ₁	-			1.000				
Notación: β: Coeficiente de pandeo L _K : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico								

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

$$\bar{\lambda} < \underline{0.01} \quad \checkmark$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

Clase : 1

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

A : 80.40 cm²

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 275.00 MPa

N_{cr}: Axil crítico elástico de pandeo mínimo, teniendo en cuenta que las longitudes de pandeo son nulas.

N_{cr} : ∞

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$25.78 \leq 388.69 \quad \checkmark$$

Donde:

h_w : Altura del alma.	h_w : <u>348.00</u> mm
t_w : Espesor del alma.	t_w : <u>13.50</u> mm
A_w : Área del alma.	A_w : <u>46.98</u> cm ²
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida.	$A_{fc,ef}$: <u>16.32</u> cm ²
k : Coeficiente que depende de la clase de la sección.	k : <u>0.30</u>
E : Módulo de elasticidad.	E : <u>210000</u> MPa
f_{vf} : Límite elástico del acero del ala comprimida.	f_{vf} : <u>275.00</u> MPa
Siendo:	

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.018} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 6.278 m del nudo N79, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.9·V2+1.5·N1.

$$N_{t,Ed} : \text{Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.} \quad N_{t,Ed} : \underline{37.91} \text{ kN}$$

La resistencia de cálculo a tracción $N_{t,Rd}$ viene dada por:

$$N_{t,Rd} : \underline{2105.71} \text{ kN}$$

Donde:

$$A : \text{Área bruta de la sección transversal de la barra.} \quad A : \underline{80.40} \text{ cm}^2$$

$$f_{vd} : \text{Resistencia de cálculo del acero.} \quad f_{vd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

$$f_v : \text{Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} \quad f_v : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

$$\gamma_{M0} : \text{Coeficiente parcial de seguridad del material.} \quad \gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.016} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N79, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V1.

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$N_{c,Ed}$: 34.33 kN

La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

$N_{c,Rd}$: 2105.71 kN

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

Clase : 1

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

A : 80.40 cm²

f_{Vd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{Vd} : 261.90 MPa

Siendo:

f_v : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_v : 275.00 MPa

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{M0} : 1.05

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo son nulas.

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

η : 0.019 ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 3.488 m del nudo N79, para la combinación de acciones 1.35·PP.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

M_{Ed}^+ : 5.08 kN·m

Para flexión negativa:

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

M_{Ed}^- : 0.00 kN·m

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$M_{c,Rd}$: 264.52 kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

Clase : 1

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$W_{pl,y}$: 1010.00 cm³

f_{Vd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{Vd} : 261.90 MPa

Siendo:

$$\begin{aligned} f_v &: \text{Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} & f_v &: \underline{275.00} \text{ MPa} \\ \gamma_{M0} &: \text{Coeficiente parcial de seguridad del material.} & \gamma_{M0} &: \underline{1.05} \end{aligned}$$

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)
No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.539} \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 3.488 m del nudo N79, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V1.

$$M_{Ed}^+ : \text{Momento flector solicitante de cálculo pésimo.} \quad M_{Ed}^+ : \underline{20.88} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 3.488 m del nudo N79, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V2.

$$M_{Ed}^- : \text{Momento flector solicitante de cálculo pésimo.} \quad M_{Ed}^- : \underline{11.93} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} : \underline{38.76} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

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

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,z} : \underline{148.00} \text{ cm}^3$$

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{vd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

$$\begin{aligned} f_v &: \text{Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} & f_v &: \underline{275.00} \text{ MPa} \\ \gamma_{M0} &: \text{Coeficiente parcial de seguridad del material.} & \gamma_{M0} &: \underline{1.05} \end{aligned}$$

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.004} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N79, para la combinación de acciones 1.35·PP.

$$\mathbf{V_{Ed}}: \text{Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.} \quad \mathbf{V_{Ed}} : \underline{2.92} \text{ kN}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $\mathbf{V_{c,Rd}}$ viene dado por:

$$\mathbf{V_{c,Rd}} : \underline{793.55} \text{ kN}$$

Donde:

$$\mathbf{A_v}: \text{Área transversal a cortante.} \quad \mathbf{A_v} : \underline{52.48} \text{ cm}^2$$

Siendo:

$$\mathbf{h}: \text{Canto de la sección.} \quad \mathbf{h} : \underline{380.00} \text{ mm}$$

$$\mathbf{t_w}: \text{Espesor del alma.} \quad \mathbf{t_w} : \underline{13.50} \text{ mm}$$

$$\mathbf{f_{vd}}: \text{Resistencia de cálculo del acero.} \quad \mathbf{f_{vd}} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

$$\mathbf{f_v}: \text{Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} \quad \mathbf{f_v} : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

$$\mathbf{\gamma_{M0}}: \text{Coeficiente parcial de seguridad del material.} \quad \mathbf{\gamma_{M0}} : \underline{1.05}$$

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\mathbf{25.78} < \mathbf{64.71} \quad \checkmark$$

Donde:

$$\lambda_w: \text{Esbeltez del alma.} \quad \lambda_w : \underline{25.78}$$

$$\lambda_{m\acute{a}x}: \text{Esbeltez máxima.} \quad \lambda_{m\acute{a}x} : \underline{64.71}$$

$$\epsilon: \text{Factor de reducción.} \quad \epsilon : \underline{0.92}$$

Siendo:

$$\mathbf{f_{ref}}: \text{Límite elástico de referencia.} \quad \mathbf{f_{ref}} : \underline{235.00} \text{ MPa}$$

$$\mathbf{f_v}: \text{Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} \quad \mathbf{f_v} : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.024} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N29, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V1.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{11.98} \text{ kN}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$V_{c,Rd} : \underline{505.35} \text{ kN}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{33.42} \text{ cm}^2$$

Siendo:

A : Área de la sección bruta.

$$A : \underline{80.40} \text{ cm}^2$$

d : Altura del alma.

$$d : \underline{348.00} \text{ mm}$$

t_w : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{13.50} \text{ mm}$$

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{vd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$2.62 \text{ kN} \leq 396.78 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.349 m del nudo N79, para la combinación de acciones 1.35·PP.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 2.62 kN

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$V_{c,Rd}$: 793.55 kN

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$10.77 \text{ kN} \leq 252.67 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.349 m del nudo N79, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V1.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 10.77 kN

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$V_{c,Rd}$: 505.35 kN

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.570} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 3.488 m del nudo N79, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V1.

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$N_{c,Ed}$: 25.43 kN

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.

$M_{y,Ed}^+$: 5.08 kN·m

$M_{z,Ed}^+$: 20.88 kN·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.

Clase : 1

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta.

$N_{pl,Rd}$: 2105.71 kN

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

$M_{pl,Rd,y}$: 264.52 kN·m

$M_{pl,Rd,z}$: 38.76 kN·m

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

No procede, dado que tanto las longitudes de pandeo como las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.349 m del nudo N79, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V1.

$$10.77 \text{ kN} \leq 252.67 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

$V_{Ed,v}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.	$V_{Ed,v} :$	$\frac{10.77}{}$	kN
$V_{c,Rd,v}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.	$V_{c,Rd,v} :$	$\frac{505.35}{}$	kN

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

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

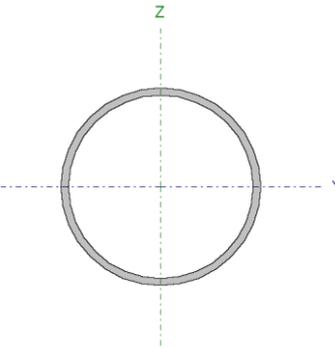
Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Barra N62/N21

Perfil: CHS 193.7x8.0 Material: Acero (S275)							
Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas				
Inicial	Final		Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)	
N62	N21	7.401	46.67	2015.54	2015.54	4031.07	
Notas: (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme							
	Pandeo		Pandeo lateral				
		Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.		
	β	1.00	1.00	0.00	0.00		
	L _K	7.401	7.401	0.000	0.000		
	C _m	1.000	1.000	1.000	1.000		
C ₁	-		1.000				
Notación: β: Coeficiente de pandeo L _K : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico							

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

$\bar{\lambda}$: 1.30 ✓

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

Clase : 1

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

A : 46.67 cm²

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 275.00 MPa

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico.

N_{cr} : 762.72 kN

El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

N_{cr,y} : 762.72 kN

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

N_{cr,z} : 762.72 kN

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

N_{cr,T} : ∞

Donde:

I_y : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.	$I_y : \underline{2015.54} \text{ cm}^4$
I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.	$I_z : \underline{2015.54} \text{ cm}^4$
I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.	$I_t : \underline{4031.07} \text{ cm}^4$
I_w : Constante de alabeo de la sección.	$I_w : \underline{0.00} \text{ cm}^6$
E : Módulo de elasticidad.	$E : \underline{210000} \text{ MPa}$
G : Módulo de elasticidad transversal.	$G : \underline{81000} \text{ MPa}$
L_{ky} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.	$L_{ky} : \underline{7.401} \text{ m}$
L_{kz} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.	$L_{kz} : \underline{7.401} \text{ m}$
L_{kt} : Longitud efectiva de pandeo por torsión.	$L_{kt} : \underline{0.000} \text{ m}$
i_0 : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.	$i_0 : \underline{9.29} \text{ cm}$

Siendo:

i_y, i_z : Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.	$i_y : \underline{6.57} \text{ cm}$
y_0, z_0 : Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.	$i_z : \underline{6.57} \text{ cm}$
	$y_0 : \underline{0.00} \text{ mm}$
	$z_0 : \underline{0.00} \text{ mm}$

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

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

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.160} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.411} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N62, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot N1$.

$$N_{c,Ed} : \text{Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.} \quad N_{c,Ed} : \underline{196.03} \text{ kN}$$

La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

$$N_{c,Rd} : \underline{1222.35} \text{ kN}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

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

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{46.67} \text{ cm}^2$$

f_{vd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{vd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

f_v: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_v : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo **N_{b,Rd}** en una barra comprimida viene dada por:

$$N_{b,Rd} : \underline{476.71} \text{ kN}$$

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{46.67} \text{ cm}^2$$

f_{vd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{vd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

f_v: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_v : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

χ: Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\chi_v : \underline{0.39}$$

$$\chi_z : \underline{0.39}$$

Siendo:

$$\phi_v : \underline{1.61}$$

$$\phi_z : \underline{1.61}$$

α: Coeficiente de imperfección elástica.

$$\alpha_v : \underline{0.49}$$

$$\alpha_z : \underline{0.49}$$

λ̄: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda}_v : \underline{1.30}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{1.30}$$

N_{cr}: Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

$$N_{cr} : \underline{762.72} \text{ kN}$$

N_{cr,y}: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$$N_{cr,y} : \underline{762.72} \text{ kN}$$

N_{cr,z}: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$$N_{cr,z} : \underline{762.72} \text{ kN}$$

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} : \underline{\infty}$$

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.041} \checkmark$$

Para flexión positiva:

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N62, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·N1.

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{2.97} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} : \underline{72.30} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

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

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,y} : \underline{276.05} \text{ cm}^3$$

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{vd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

f_v : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_v : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.015} \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N62, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·N1.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{1.05} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} : \underline{72.30} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

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

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,z} : \underline{276.05} \text{ cm}^3$$

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{vd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{Mo} : \underline{1.05}$$

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.004} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N62, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·N1.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{1.76} \text{ kN}$$

Resistencia a cortante de la sección:

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$V_{c,Rd} : \underline{449.28} \text{ kN}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{29.71} \text{ cm}^2$$

Siendo:

A : Área de la sección bruta.

$$A : \underline{46.67} \text{ cm}^2$$

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{vd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta < \underline{0.001} \quad \checkmark$$

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

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{0.14} \text{ kN}$$

Resistencia a cortante de la sección:

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$V_{c,Rd} : \underline{449.28} \text{ kN}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{29.71} \text{ cm}^2$$

Siendo:

A : Área de la sección bruta.

$$A : \underline{46.67} \text{ cm}^2$$

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{vd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

f_v : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_v : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$1.76 \text{ kN} \leq 224.64 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo p^simos se producen en el nudo N62, para la combinaci3n de acciones 1.35·PP+1.5·N1.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de c3lculo p^simo. V_{Ed} : 1.76 kN

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de c3lculo. $V_{c,Rd}$: 449.28 kN

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Art3culo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de c3lculo a flexi3n, ya que el esfuerzo cortante solicitante de c3lculo p^simo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de c3lculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$0.14 \text{ kN} \leq 224.64 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de c3lculo p^simos se producen en el nudo N62, para la combinaci3n de acciones 1.35·PP+1.5·N1.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de c3lculo p^simo. V_{Ed} : 0.14 kN

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de c3lculo. $V_{c,Rd}$: 449.28 kN

Resistencia a flexi3n y axil combinados (CTE DB SE-A, Art3culo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.216} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.477} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.463} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de c3lculo p^simos se producen en el nudo N62, para la combinaci3n de acciones 1.35·PP+1.5·N1.

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresi3n solicitante de c3lculo p^simo. $N_{c,Ed}$: 196.03 kN
 $M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de c3lculo p^simos, segun los ejes Y y Z, respectivamente. $M_{y,Ed}^-$: 2.97 kN·m
 $M_{z,Ed}^+$: 1.05 kN·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.

Clase : 1

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta.

$N_{pl,Rd}$: 1222.35 kN

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

$M_{pl,Rd,y}$: 72.30 kN·m

$M_{pl,Rd,z}$: 72.30 kN·m

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A: Área de la sección bruta.

A : 46.67 cm²

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$W_{pl,y}$: 276.05 cm³

$W_{pl,z}$: 276.05 cm³

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{vd} : 261.90 MPa

Siendo:

f_v : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_v : 275.00 MPa

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{M1} : 1.05

k_y , k_z : Coeficientes de interacción.

k_y : 1.33

k_z : 1.33

$C_{m,y}$, $C_{m,z}$: Factores de momento flector uniforme equivalente.

$C_{m,y}$: 1.00

$C_{m,z}$: 1.00

χ_y , χ_z : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

χ_y : 0.39

χ_z : 0.39

$\bar{\lambda}_y$, $\bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

$\bar{\lambda}_y$: 1.30

$\bar{\lambda}_z$: 1.30

α_y , α_z : Factores dependientes de la clase de la sección.

α_y : 0.60

α_z : 0.60

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N62, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·N1.

1.76 kN ≤ 224.64 kN ✓

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$V_{Ed,z}$: $\frac{1.76}{}$ kN

$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$V_{c,Rd,z}$: $\frac{449.28}{}$ kN

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

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

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Barra N79/N14

Perfil: IPN 500 Material: Acero (S275)						
Nudos Inicial	Nudos Final	Longitud (m)	Características mecánicas			
			Área (cm ²)	I _v ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)
N79	N14	8.990	179.00	68740.00	2480.00	402.00
<i>Notas:</i> (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme						
	Pandeo		Pandeo lateral			
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.		
β	0.00	0.00	0.11	0.11		
L _K	0.000	0.000	1.000	1.000		
C _m	1.000	1.000	1.000	1.000		
C ₁	-		1.000			
<i>Notación:</i> β: Coeficiente de pandeo L _K : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico						

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

$\bar{\lambda}$: 0.24 ✓

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

Clase : 1

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

A : 179.00 cm²

f_v: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_v : 265.00 MPa

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico.

N_{cr} : 81112.58 kN

El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

N_{cr,y} : ∞

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

N_{cr,z} : ∞

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

N_{cr,T} : 81112.58 kN

Donde:

I_y : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.	$I_y : \underline{68740.00} \text{ cm}^4$
I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.	$I_z : \underline{2480.00} \text{ cm}^4$
I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.	$I_t : \underline{402.00} \text{ cm}^4$
I_w : Constante de alabeo de la sección.	$I_w : \underline{1400000.00} \text{ cm}^6$
E : Módulo de elasticidad.	$E : \underline{210000} \text{ MPa}$
G : Módulo de elasticidad transversal.	$G : \underline{81000} \text{ MPa}$
L_{ky} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.	$L_{ky} : \underline{0.000} \text{ m}$
L_{kz} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.	$L_{kz} : \underline{0.000} \text{ m}$
L_{kt} : Longitud efectiva de pandeo por torsión.	$L_{kt} : \underline{1.000} \text{ m}$
i_0 : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.	$i_0 : \underline{19.95} \text{ cm}$

Siendo:

i_y, i_z : Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.	$i_y : \underline{19.60} \text{ cm}$
y_0, z_0 : Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.	$i_z : \underline{3.72} \text{ cm}$
	$y_0 : \underline{0.00} \text{ mm}$
	$z_0 : \underline{0.00} \text{ mm}$

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$24.78 \leq 301.39 \checkmark$$

Donde:

h_w : Altura del alma.	$h_w : \underline{446.00} \text{ mm}$
t_w : Espesor del alma.	$t_w : \underline{18.00} \text{ mm}$
A_w : Área del alma.	$A_w : \underline{80.28} \text{ cm}^2$
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida.	$A_{fc,ef} : \underline{49.95} \text{ cm}^2$
k : Coeficiente que depende de la clase de la sección.	$k : \underline{0.30}$
E : Módulo de elasticidad.	$E : \underline{210000} \text{ MPa}$
f_{vf} : Límite elástico del acero del ala comprimida.	$f_{vf} : \underline{265.00} \text{ MPa}$

Siendo:

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

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

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.008} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.008} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N14, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·N1.

$$\mathbf{N_{c,Ed}}: \text{Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.} \quad \mathbf{N_{c,Ed}} : \underline{35.98} \text{ kN}$$

La resistencia de cálculo a compresión $\mathbf{N_{c,Rd}}$ viene dada por:

$$\mathbf{N_{c,Rd}} : \underline{4517.62} \text{ kN}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

$$\mathbf{Clase} : \underline{1}$$

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$\mathbf{A} : \underline{179.00} \text{ cm}^2$$

f_{vd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$\mathbf{f_{vd}} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

Siendo:

f_v: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$\mathbf{f_v} : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\mathbf{\gamma_{M0}} : \underline{1.05}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo $\mathbf{N_{b,Rd}}$ en una barra comprimida viene dada por:

$$\mathbf{N_{b,Rd}} : \underline{4450.46} \text{ kN}$$

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$\mathbf{A} : \underline{179.00} \text{ cm}^2$$

f_{vd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$\mathbf{f_{vd}} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

Siendo:

f_v: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$\mathbf{f_v} : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M1} : 1.05

χ : Coeficiente de reducción por pandeo.

χ_T : 0.99

Siendo:

ϕ_T : 0.54

α : Coeficiente de imperfección elástica.

α_T : 0.34

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida.

$\bar{\lambda}_T$: 0.24

N_{cr} : Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

N_{cr} : 81112.58 kN

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$N_{cr,y}$: ∞

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$N_{cr,z}$: ∞

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$N_{cr,T}$: 81112.58 kN

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

η : 0.440 ✓

Para flexión positiva:

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

M_{Ed}^+ : 0.00 kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N14, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·N1.

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

M_{Ed}^- : 359.40 kN·m

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$M_{c,Rd}$: 817.71 kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

Clase: 1

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$W_{pl,y}$: 3240.00 cm³

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 252.38 MPa

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 265.00 MPa

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{M0} : 1.05

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

Para esbelteces $\bar{\lambda}_{LT} \leq 0.4$ se puede omitir la comprobación frente a pandeo, y comprobar únicamente la resistencia de la sección transversal.

$\bar{\lambda}_{LT}$: 0.25

M_{cr} : Momento crítico elástico de pandeo lateral.

M_{cr} : 13487.61 kN·m

El momento crítico elástico de pandeo lateral M_{cr} se determina según la teoría de la elasticidad:

Siendo:

M_{LTv} : Componente que representa la resistencia por torsión uniforme de la barra.

M_{LTv} : 4091.11 kN·m

M_{LTw} : Componente que representa la resistencia por torsión no uniforme de la barra.

M_{LTw} : 12852.18 kN·m

Siendo:

$W_{el,y}$: Módulo resistente elástico de la sección bruta, obtenido para la fibra más comprimida.

$W_{el,y}$: 2749.60 cm³

I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.

I_z : 2480.00 cm⁴

I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.

I_t : 402.00 cm⁴

E : Módulo de elasticidad.

E : 210000 MPa

G : Módulo de elasticidad transversal.

G : 81000 MPa

L_c^+ : Longitud efectiva de pandeo lateral del ala superior.

L_c^+ : 1.000 m

L_c^- : Longitud efectiva de pandeo lateral del ala inferior.

L_c^- : 1.000 m

C_1 : Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra.

C_1 : 1.00

$i_{f,z}$: Radio de giro, respecto al eje de menor inercia de la sección, del soporte formado por el ala comprimida y la tercera parte de la zona comprimida del alma adyacente al ala comprimida.

$i_{f,z}^+$: 4.75 cm

$i_{f,z}^-$: 4.75 cm

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.028} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N14, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·N1.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{0.70} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N14, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V2.

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{3.20} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} : \underline{115.09} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

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

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,z} : \underline{456.00} \text{ cm}^3$$

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{vd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

Siendo:

f_v : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_v : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.090} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N14, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·N1.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{122.63} \text{ kN}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$V_{c,Rd} : \underline{1365.03} \text{ kN}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante. A_v : 93.68 cm²

Siendo:

h : Canto de la sección. h : 500.00 mm

t_w : Espesor del alma. t_w : 18.00 mm

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero. f_{vd} : 252.38 MPa

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 265.00 MPa

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.05

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$22.78 < 65.92 \quad \checkmark$$

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma. λ_w : 22.78

$\lambda_{m\acute{a}x}$: Esbeltez máxima. $\lambda_{m\acute{a}x}$: 65.92

ϵ : Factor de reducción. ϵ : 0.94

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia. f_{ref} : 235.00 MPa

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 265.00 MPa

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.001} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N79, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V1+0.75·N1.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{1.91} \text{ kN}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$V_{c,Rd} : \underline{1438.47} \text{ kN}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{98.72} \text{ cm}^2$$

Siendo:

A : Área de la sección bruta.

$$A : \underline{179.00} \text{ cm}^2$$

d : Altura del alma.

$$d : \underline{446.00} \text{ mm}$$

t_w : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{18.00} \text{ mm}$$

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{vd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

Siendo:

f_v : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_v : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$6.55 \text{ kN} \leq 682.52 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·N1.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{6.55} \text{ kN}$$

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd} : \underline{1365.03} \text{ kN}$$

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$1.91 \text{ kN} \leq 719.24 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot V1 + 0.75 \cdot N1$.

$$V_{Ed}: \text{Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.} \quad V_{Ed} : \underline{1.91} \text{ kN}$$

$$V_{c,Rd}: \text{Esfuerzo cortante resistente de cálculo.} \quad V_{c,Rd} : \underline{1438.47} \text{ kN}$$

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.454} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.451} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.278} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N14, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot N1$.

Donde:

$$N_{c,Ed}: \text{Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.} \quad N_{c,Ed} : \underline{35.98} \text{ kN}$$

$$M_{y,Ed}, M_{z,Ed}: \text{Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.} \quad M_{y,Ed} : \underline{359.40} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{z,Ed} : \underline{0.70} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$\text{Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.} \quad \text{Clase} : \underline{1}$$

$$N_{pl,Rd}: \text{Resistencia a compresión de la sección bruta.} \quad N_{pl,Rd} : \underline{4517.62} \text{ kN}$$

$$M_{pl,Rd,y}, M_{pl,Rd,z}: \text{Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.} \quad M_{pl,Rd,y} : \underline{817.71} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{pl,Rd,z} : \underline{115.09} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

$$A: \text{Área de la sección bruta.} \quad A : \underline{179.00} \text{ cm}^2$$

$$W_{pl,y}, W_{pl,z}: \text{Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.} \quad W_{pl,y} : \underline{3240.00} \text{ cm}^3$$

$$W_{pl,z} : \underline{456.00} \text{ cm}^3$$

$$f_{vd}: \text{Resistencia de cálculo del acero.} \quad f_{vd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

Siendo:

$$f_v: \text{Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} \quad f_v : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

$k_y, k_z, k_{y,LT}$: Coeficientes de interacción.

$$k_y : \underline{1.00}$$

$$k_z : \underline{1.00}$$

$$k_{y,LT} : \underline{0.60}$$

$C_{m,y}, C_{m,z}, C_{m,LT}$: Factores de momento flector uniforme equivalente.

$$C_{m,y} : \underline{1.00}$$

$$C_{m,z} : \underline{1.00}$$

$$C_{m,LT} : \underline{1.00}$$

χ_y, χ_z : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\chi_y : \underline{1.00}$$

$$\chi_z : \underline{1.00}$$

χ_{LT} : Coeficiente de reducción por pandeo lateral.

$$\chi_{LT} : \underline{1.00}$$

$\bar{\lambda}_y, \bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\bar{\lambda}_y : \underline{0.00}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{0.00}$$

α_y, α_z : Factores dependientes de la clase de la sección.

$$\alpha_y : \underline{0.60}$$

$$\alpha_z : \underline{0.60}$$

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·N1.

$$6.55 \text{ kN} \leq 681.51 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed,z} : \underline{6.55} \text{ kN}$$

$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd,z} : \underline{1363.02} \text{ kN}$$

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.013} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot V2 + 0.75 \cdot N1$.

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.28} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento torsor resistente de cálculo $M_{T,Rd}$ viene dado por:

$$M_{T,Rd} : \underline{21.69} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : \underline{148.89} \text{ cm}^3$$

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{vd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

Siendo:

f_v : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_v : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.084} \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N14, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot Q1$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{113.92} \text{ kN}$$

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.08} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} : \underline{1363.02} \text{ kN}$$

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{pl,Rd} : \underline{1365.03} \text{ kN}$$

$\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión.

$$\tau_{T,Ed} : \underline{0.54} \text{ MPa}$$

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : \underline{148.89} \text{ cm}^3$$

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{vd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

Siendo:

f_v : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_v : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta < \underline{0.001} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q1.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{0.16} \text{ kN}$$

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.08} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} : \underline{1436.35} \text{ kN}$$

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{pl,Rd} : \underline{1438.47} \text{ kN}$$

$\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión.

$$\tau_{T,Ed} : \underline{0.54} \text{ MPa}$$

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : \underline{148.89} \text{ cm}^3$$

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{vd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

Siendo:

f_v : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_v : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Barra N88/N89

Perfil: UPN 380 Material: Acero (S275)									
Nudos			Longitud d (m)	Características mecánicas					
Inicia I	Final I	Área (cm ²)		I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)	y _a ⁽³⁾ (mm)	z _a ⁽³⁾ (mm)	
N88	N89	6.441	80.40	15760.00	615.00	59.10	-27.20	0.00	
Notas: ⁽¹⁾ Inercia respecto al eje indicado ⁽²⁾ Momento de inercia a torsión uniforme ⁽³⁾ Coordenadas del centro de gravedad									
		Pandeo			Pandeo lateral				
		Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.				
β		0.00	0.00	0.00	0.00				
L _K		0.000	0.000	0.000	0.000				
C _m		1.000	1.000	1.000	1.000				
C ₁		-			1.000				
Notación: β: Coeficiente de pandeo L _K : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico									

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

$$\bar{\lambda} < \underline{0.01} \quad \checkmark$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

Clase : 1

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

A : 80.40 cm²

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 275.00 MPa

N_{cr}: Axil crítico elástico de pandeo mínimo, teniendo en cuenta que las longitudes de pandeo son nulas.

N_{cr} : ∞

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$25.78 \leq 388.69 \quad \checkmark$$

Donde:

h_w : Altura del alma.	h_w : <u>348.00</u> mm
t_w : Espesor del alma.	t_w : <u>13.50</u> mm
A_w : Área del alma.	A_w : <u>46.98</u> cm ²
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida.	$A_{fc,ef}$: <u>16.32</u> cm ²
k : Coeficiente que depende de la clase de la sección.	k : <u>0.30</u>
E : Módulo de elasticidad.	E : <u>210000</u> MPa
f_{vf} : Límite elástico del acero del ala comprimida.	f_{vf} : <u>275.00</u> MPa
Siendo:	

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.014} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N89, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 0.9 \cdot V2 + 1.5 \cdot N1$.

$$N_{t,Ed} : \text{Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.} \quad N_{t,Ed} : \underline{30.17} \text{ kN}$$

La resistencia de cálculo a tracción $N_{t,Rd}$ viene dada por:

$$N_{t,Rd} : \underline{2105.71} \text{ kN}$$

Donde:

$$A : \text{Área bruta de la sección transversal de la barra.} \quad A : \underline{80.40} \text{ cm}^2$$

$$f_{vd} : \text{Resistencia de cálculo del acero.} \quad f_{vd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

$$f_y : \text{Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} \quad f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

$$\gamma_{M0} : \text{Coeficiente parcial de seguridad del material.} \quad \gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.018} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N88, para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V1$.

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$N_{c,Ed}$: 37.61 kN

La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

$N_{c,Rd}$: 2105.71 kN

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

Clase : 1

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

A : 80.40 cm²

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 261.90 MPa

Siendo:

f_v : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_v : 275.00 MPa

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{M0} : 1.05

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo son nulas.

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

η : 0.016 ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 3.221 m del nudo N88, para la combinación de acciones 1.35·PP.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

M_{Ed}^+ : 4.33 kN·m

Para flexión negativa:

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

M_{Ed}^- : 0.00 kN·m

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$M_{c,Rd}$: 264.52 kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

Clase : 1

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$W_{pl,y}$: 1010.00 cm³

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 261.90 MPa

Siendo:

$$\begin{aligned} f_v &: \text{Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} & f_v &: \underline{275.00} \text{ MPa} \\ \gamma_{M0} &: \text{Coeficiente parcial de seguridad del material.} & \gamma_{M0} &: \underline{1.05} \end{aligned}$$

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)
No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.417} \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 3.221 m del nudo N88, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V2.

$$M_{Ed}^+ : \text{Momento flector solicitante de cálculo pésimo.} \quad M_{Ed}^+ : \underline{9.25} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 3.221 m del nudo N88, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V1.

$$M_{Ed}^- : \text{Momento flector solicitante de cálculo pésimo.} \quad M_{Ed}^- : \underline{16.17} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} : \underline{38.76} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

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

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,z} : \underline{148.00} \text{ cm}^3$$

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{vd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

$$\begin{aligned} f_v &: \text{Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} & f_v &: \underline{275.00} \text{ MPa} \\ \gamma_{M0} &: \text{Coeficiente parcial de seguridad del material.} & \gamma_{M0} &: \underline{1.05} \end{aligned}$$

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.003} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N88, para la combinación de acciones 1.35·PP.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{2.69} \text{ kN}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$V_{c,Rd} : \underline{793.55} \text{ kN}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{52.48} \text{ cm}^2$$

Siendo:

h : Canto de la sección.

$$h : \underline{380.00} \text{ mm}$$

t_w : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{13.50} \text{ mm}$$

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{vd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

f_v : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_v : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$25.78 < 64.71 \checkmark$$

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma.

$$\lambda_w : \underline{25.78}$$

$\lambda_{m\acute{a}x}$: Esbeltez máxima.

$$\lambda_{m\acute{a}x} : \underline{64.71}$$

ϵ : Factor de reducción.

$$\epsilon : \underline{0.92}$$

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia.

$$f_{ref} : \underline{235.00} \text{ MPa}$$

f_v : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_v : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.020} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N89, para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V1$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{10.07} \text{ kN}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$V_{c,Rd} : \underline{505.35} \text{ kN}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{33.42} \text{ cm}^2$$

Siendo:

A : Área de la sección bruta.

$$A : \underline{80.40} \text{ cm}^2$$

d : Altura del alma.

$$d : \underline{348.00} \text{ mm}$$

t_w : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{13.50} \text{ mm}$$

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{vd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

f_v : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_v : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$2.42 \text{ kN} \leq 396.78 \text{ kN} \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.322 m del nudo N88, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 2.42 kN

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$V_{c,Rd}$: 793.55 kN

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$9.02 \text{ kN} \leq 252.67 \text{ kN}$ ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.322 m del nudo N88, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V1.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 9.02 kN

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$V_{c,Rd}$: 505.35 kN

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

η : 0.448 ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 3.221 m del nudo N88, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V1.

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$N_{c,Ed}$: 30.45 kN

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.

$M_{y,Ed}^+$: 4.33 kN·m

$M_{z,Ed}^-$: 16.17 kN·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.

Clase : 1

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta.

$N_{pl,Rd}$: 2105.71 kN

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

$M_{pl,Rd,y}$: 264.52 kN·m

$M_{pl,Rd,z}$: 38.76 kN·m

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

No procede, dado que tanto las longitudes de pandeo como las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.322 m del nudo N88, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V1.

$$9.02 \text{ kN} \leq 252.67 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

$V_{Ed,v}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed,v} : \frac{9.02}{\quad} \text{ kN}$$

$V_{c,Rd,v}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd,v} : \frac{505.35}{\quad} \text{ kN}$$

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

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

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Barra N90/N85

Perfil: UPN 380 Material: Acero (S275)								
Nudos		Longitud d (m)	Características mecánicas					
Inicia I	Final I		Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)	y _a ⁽³⁾ (mm)	z _a ⁽³⁾ (mm)
N90	N85	6.299	80.40	15760.00	615.00	59.10	-27.20	0.00
Notas: ⁽¹⁾ Inercia respecto al eje indicado ⁽²⁾ Momento de inercia a torsión uniforme ⁽³⁾ Coordenadas del centro de gravedad								
		Pandeo			Pandeo lateral			
		Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.			
β	0.00		0.00	0.00				
L _K	0.000		0.000	0.000				
C _m	1.000		1.000	1.000				
C ₁	-			1.000				
Notación: β: Coeficiente de pandeo L _K : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico								

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

$$\bar{\lambda} < \underline{0.01} \quad \checkmark$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

Clase : 1

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

A : 80.40 cm²

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 275.00 MPa

N_{cr}: Axil crítico elástico de pandeo mínimo, teniendo en cuenta que las longitudes de pandeo son nulas.

N_{cr} : ∞

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$25.78 \leq 388.69 \quad \checkmark$$

Donde:

h_w : Altura del alma.	h_w : <u>348.00</u> mm
t_w : Espesor del alma.	t_w : <u>13.50</u> mm
A_w : Área del alma.	A_w : <u>46.98</u> cm ²
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida.	$A_{fc,ef}$: <u>16.32</u> cm ²
k : Coeficiente que depende de la clase de la sección.	k : <u>0.30</u>
E : Módulo de elasticidad.	E : <u>210000</u> MPa
f_{vf} : Límite elástico del acero del ala comprimida.	f_{vf} : <u>275.00</u> MPa
Siendo:	

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.013} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N85, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot V2 + 0.75 \cdot N1$.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.	$N_{t,Ed}$: <u>26.37</u> kN
--	------------------------------

La resistencia de cálculo a tracción $N_{t,Rd}$ viene dada por:

$$N_{t,Rd} : \underline{2105.71} \text{ kN}$$

Donde:

A : Área bruta de la sección transversal de la barra.	A : <u>80.40</u> cm ²
f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero.	f_{vd} : <u>261.90</u> MPa

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	f_y : <u>275.00</u> MPa
γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.	γ_{M0} : <u>1.05</u>

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.020} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N90, para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V1$.

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$N_{c,Ed}$: 41.37 kN

La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

$N_{c,Rd}$: 2105.71 kN

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

Clase : 1

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

A : 80.40 cm²

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 261.90 MPa

Siendo:

f_v : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_v : 275.00 MPa

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{M0} : 1.05

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo son nulas.

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

η : 0.016 ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 3.150 m del nudo N90, para la combinación de acciones 1.35·PP.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

M_{Ed}^+ : 4.15 kN·m

Para flexión negativa:

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

M_{Ed}^- : 0.00 kN·m

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$M_{c,Rd}$: 264.52 kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

Clase : 1

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$W_{pl,y}$: 1010.00 cm³

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 261.90 MPa

Siendo:

$$\begin{array}{ll} \mathbf{f_v}: \text{Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} & \mathbf{f_v}: \underline{275.00} \text{ MPa} \\ \mathbf{\gamma_{M0}}: \text{Coeficiente parcial de seguridad del material.} & \mathbf{\gamma_{M0}}: \underline{1.05} \end{array}$$

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)
No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.403} \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 3.150 m del nudo N90, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V1.

$$\mathbf{M_{Ed}^+}: \text{Momento flector solicitante de cálculo pésimo.} \quad \mathbf{M_{Ed}^+}: \underline{15.63} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 3.150 m del nudo N90, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V2.

$$\mathbf{M_{Ed}^-}: \text{Momento flector solicitante de cálculo pésimo.} \quad \mathbf{M_{Ed}^-}: \underline{8.93} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo $\mathbf{M_{c,Rd}}$ viene dado por:

$$\mathbf{M_{c,Rd}}: \underline{38.76} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$$\mathbf{Clase}: \underline{1}$$

$\mathbf{W_{pl,z}}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$\mathbf{W_{pl,z}}: \underline{148.00} \text{ cm}^3$$

$\mathbf{f_{vd}}$: Resistencia de cálculo del acero.

$$\mathbf{f_{vd}}: \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

$$\begin{array}{ll} \mathbf{f_v}: \text{Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} & \mathbf{f_v}: \underline{275.00} \text{ MPa} \\ \mathbf{\gamma_{M0}}: \text{Coeficiente parcial de seguridad del material.} & \mathbf{\gamma_{M0}}: \underline{1.05} \end{array}$$

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.003} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N90, para la combinación de acciones 1.35·PP.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{2.63} \text{ kN}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$V_{c,Rd} : \underline{793.55} \text{ kN}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{52.48} \text{ cm}^2$$

Siendo:

h : Canto de la sección.

$$h : \underline{380.00} \text{ mm}$$

t_w : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{13.50} \text{ mm}$$

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{vd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

f_v : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_v : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$25.78 < 64.71 \checkmark$$

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma.

$$\lambda_w : \underline{25.78}$$

$\lambda_{m\acute{a}x}$: Esbeltez máxima.

$$\lambda_{m\acute{a}x} : \underline{64.71}$$

ϵ : Factor de reducción.

$$\epsilon : \underline{0.92}$$

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia.

$$f_{ref} : \underline{235.00} \text{ MPa}$$

f_v : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_v : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.020} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N85, para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V1$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{9.94} \text{ kN}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$V_{c,Rd} : \underline{505.35} \text{ kN}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{33.42} \text{ cm}^2$$

Siendo:

A : Área de la sección bruta.

$$A : \underline{80.40} \text{ cm}^2$$

d : Altura del alma.

$$d : \underline{348.00} \text{ mm}$$

t_w : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{13.50} \text{ mm}$$

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{vd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

f_v : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_v : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$2.37 \text{ kN} \leq 396.78 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.315 m del nudo N90, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 2.37 kN

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$V_{c,Rd}$: 793.55 kN

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$8.92 \text{ kN} \leq 252.67 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.315 m del nudo N90, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V1.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 8.92 kN

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$V_{c,Rd}$: 505.35 kN

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.436} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 3.150 m del nudo N90, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V1.

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$N_{c,Ed}$: 36.50 kN

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.

$M_{y,Ed}^+$: 4.15 kN·m

$M_{z,Ed}^+$: 15.63 kN·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.

Clase : 1

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta.

$N_{pl,Rd}$: 2105.71 kN

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

$M_{pl,Rd,y}$: 264.52 kN·m

$M_{pl,Rd,z}$: 38.76 kN·m

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

No procede, dado que tanto las longitudes de pandeo como las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.315 m del nudo N90, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V1.

$$8.92 \text{ kN} \leq 252.67 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

$V_{Ed,v}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed,v} : \frac{8.92}{\quad} \text{ kN}$$

$V_{c,Rd,v}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd,v} : \frac{505.35}{\quad} \text{ kN}$$

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

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

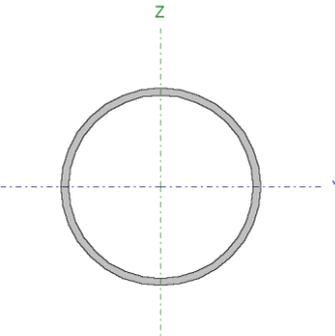
Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Barra N61/N16

Perfil: CHS 193.7x8.0 Material: Acero (S275)							
Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas				
Inicial	Final		Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)	
N61	N16	6.532	46.67	2015.54	2015.54	4031.07	
<i>Notas:</i> (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme							
	Pandeo		Pandeo lateral				
		Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.		
	β	1.00	1.00	0.00	0.00		
	L_K	6.532	6.532	0.000	0.000		
	C_m	1.000	1.000	1.000	1.000		
	C_1	-		1.000			
<i>Notación:</i> β : Coeficiente de pandeo L_K : Longitud de pandeo (m) C_m : Coeficiente de momentos C_1 : Factor de modificación para el momento crítico							

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

$\bar{\lambda}$: 1.15 ✓

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

Clase : 1

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

A : 46.67 cm²

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 275.00 MPa

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico.

N_{cr} : 978.96 kN

El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

N_{cr,y} : 978.96 kN

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

N_{cr,z} : 978.96 kN

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

N_{cr,T} : ∞

Donde:

I_y : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.	I_y : <u>2015.54</u> cm ⁴
I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.	I_z : <u>2015.54</u> cm ⁴
I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.	I_t : <u>4031.07</u> cm ⁴
I_w : Constante de alabeo de la sección.	I_w : <u>0.00</u> cm ⁶
E : Módulo de elasticidad.	E : <u>210000</u> MPa
G : Módulo de elasticidad transversal.	G : <u>81000</u> MPa
L_{ky} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.	L_{ky} : <u>6.532</u> m
L_{kz} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.	L_{kz} : <u>6.532</u> m
L_{kt} : Longitud efectiva de pandeo por torsión.	L_{kt} : <u>0.000</u> m
i_0 : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.	i_0 : <u>9.29</u> cm

Siendo:

i_y, i_z : Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.	i_y : <u>6.57</u> cm
y_0, z_0 : Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.	i_z : <u>6.57</u> cm
	y_0 : <u>0.00</u> mm
	z_0 : <u>0.00</u> mm

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

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

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.169} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.367} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N61, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·N1.

$$N_{c,Ed} : \text{Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.} \quad N_{c,Ed} : \underline{206.68} \text{ kN}$$

La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

$$N_{c,Rd} : \underline{1222.35} \text{ kN}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

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

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{46.67} \text{ cm}^2$$

f_{vd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{vd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

f_v: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_v : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo **N_{b,Rd}** en una barra comprimida viene dada por:

$$N_{b,Rd} : \underline{563.32} \text{ kN}$$

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{46.67} \text{ cm}^2$$

f_{vd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{vd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

f_v: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_v : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

χ: Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\chi_v : \underline{0.46}$$

$$\chi_z : \underline{0.46}$$

Siendo:

$$\phi_v : \underline{1.39}$$

$$\phi_z : \underline{1.39}$$

α: Coeficiente de imperfección elástica.

$$\alpha_v : \underline{0.49}$$

$$\alpha_z : \underline{0.49}$$

λ̄: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda}_v : \underline{1.15}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{1.15}$$

N_{cr}: Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

$$N_{cr} : \underline{978.96} \text{ kN}$$

N_{cr,y}: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$$N_{cr,y} : \underline{978.96} \text{ kN}$$

N_{cr,z}: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$$N_{cr,z} : \underline{978.96} \text{ kN}$$

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} : \underline{\infty}$$

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.027} \checkmark$$

Para flexión positiva:

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N61, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·N1.

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{1.96} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} : \underline{72.30} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

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

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,y} : \underline{276.05} \text{ cm}^3$$

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{vd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

f_v : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_v : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.029} \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N61, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·N1.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{2.12} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} : \underline{72.30} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

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

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,z} : \underline{276.05} \text{ cm}^3$$

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{vd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{Mo} : \underline{1.05}$$

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.003} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N61, para la combinación de acciones $1.35\cdot PP + 1.5\cdot N1$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{1.35} \text{ kN}$$

Resistencia a cortante de la sección:

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$V_{c,Rd} : \underline{449.28} \text{ kN}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{29.71} \text{ cm}^2$$

Siendo:

A : Área de la sección bruta.

$$A : \underline{46.67} \text{ cm}^2$$

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{vd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.001} \checkmark$$

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

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{0.32} \text{ kN}$$

Resistencia a cortante de la sección:

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$V_{c,Rd} : \underline{449.28} \text{ kN}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{29.71} \text{ cm}^2$$

Siendo:

A : Área de la sección bruta.

$$A : \underline{46.67} \text{ cm}^2$$

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{vd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

f_v : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_v : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$1.35 \text{ kN} \leq 224.64 \text{ kN} \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo p^simos se producen en el nudo N61, para la combinaci3n de acciones 1.35·PP+1.5·N1.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de c3lculo p^simo. V_{Ed} : 1.35 kN

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de c3lculo. $V_{c,Rd}$: 449.28 kN

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Art3culo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de c3lculo a flexi3n, ya que el esfuerzo cortante solicitante de c3lculo p^simo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de c3lculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$0.32 \text{ kN} \leq 224.64 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de c3lculo p^simos se producen en el nudo N61, para la combinaci3n de acciones 1.35·PP+1.5·N1.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de c3lculo p^simo. V_{Ed} : 0.32 kN

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de c3lculo. $V_{c,Rd}$: 449.28 kN

Resistencia a flexi3n y axil combinados (CTE DB SE-A, Art3culo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.226} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.425} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.426} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de c3lculo p^simos se producen en el nudo N61, para la combinaci3n de acciones 1.35·PP+1.5·N1.

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresi3n solicitante de c3lculo p^simo. $N_{c,Ed}$: 206.68 kN
 $M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de c3lculo p^simos, segun los ejes Y y Z, respectivamente. $M_{y,Ed}^-$: 1.96 kN·m
 $M_{z,Ed}^+$: 2.12 kN·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.

Clase : 1

N_{pl,Rd}: Resistencia a compresión de la sección bruta.

N_{pl,Rd} : 1222.35 kN

M_{pl,Rd,y}, M_{pl,Rd,z}: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

M_{pl,Rd,y} : 72.30 kN·m

M_{pl,Rd,z} : 72.30 kN·m

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A: Área de la sección bruta.

A : 46.67 cm²

W_{pl,y}, W_{pl,z}: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

W_{pl,y} : 276.05 cm³

W_{pl,z} : 276.05 cm³

f_{vd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{vd} : 261.90 MPa

Siendo:

f_v: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_v : 275.00 MPa

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{M1} : 1.05

k_y, k_z: Coeficientes de interacción.

k_y : 1.29

k_z : 1.29

C_{m,y}, C_{m,z}: Factores de momento flector uniforme equivalente.

C_{m,y} : 1.00

C_{m,z} : 1.00

χ_y, χ_z: Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

χ_y : 0.46

χ_z : 0.46

λ̄_y, λ̄_z: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

λ̄_y : 1.15

λ̄_z : 1.15

α_y, α_z: Factores dependientes de la clase de la sección.

α_y : 0.60

α_z : 0.60

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V_{Ed}** es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo **V_{c,Rd}**.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N61, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·N1.

1.35 kN ≤ 224.64 kN ✓

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed,z} : \frac{1.35}{\quad} \text{ kN}$$

$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd,z} : \frac{449.28}{\quad} \text{ kN}$$

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

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

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

II. PLANOS

1. ÍNDICE DE PLANOS

Definición urbanística

U01 Plano de situación E 1.20000

Arquitectura

A01 Planta cubiertas. E 1.300
A02 Planta baja general. E 1.300
A03 Planta sótano. E 1.150
A04 Planta baja. E 1.150
A05 Planta alta. E 1.150
A06 Sección 1. E 1.150 | 1.100
A07 Secciones 2 -3. E 1.200 | 1.100
A08 Sección 4. E 1.150 | 1.100
A09 Sección 5. E 1.200 | 1.100
A10 Cotas y acabados. Planta cubiertas. E 1.150
A11 Cotas y acabados. Planta baja. E 1.150
A12 Cotas y acabados. Planta sótano. E 1.150
A13 Acabados. E 1.10
A14 Carpinterías y tabiquería. Planta baja. E 1.150
A15 Carpinterías y tabiquería. Planta sótano. E 1.150
A16 Tabiquerías y carpinterías. E 1.30 | 1.10
A17 Carpinterías. E 1.40 | 1.5
A18 Carpinterías. E 1.40 | 1.5

Estructura

E01 Replanteo. E 1.150
E02 Planta cimentación. E 1.150
E03 Cuadro cimentación. E 1.20
E04 Cuadro de muros. E 1.75
E05 Cuadro de muros. E 1.25
E06 Planta cubierta inferior. E 1.150
E07 Planta cubierta superior. E 1.150
E08 Cuadro de pilares. E 1.20
E09 Cuadro de vigas y viguetas. E 1.5

Construcción

C01 Sección constructiva 1 – Detalles 1. E 1.50 | 1.10
C02 Sección constructiva 1 – Detalles 2. E 1.50 | 1.10
C03 Sección constructiva 2 – Detalles 1. E 1.50 | 1.10
C04 Sección constructiva 2 – Detalles 2. E 1.50 | 1.10
C05 Sección constructiva 3 – Detalles. E 1.50 | 1.10

Instalaciones

I01 Prev. Incendios, evacuación. Planta sótano. E 1.150
I02 Prev. Incendios, evacuación. Planta baja y alta. E 1.150

- I03 Prev. Incendios, extinción. Planta sótano. E 1.150
- I04 Prev. Incendios, extinción. Planta baja y alta. E 1.150
- I05 Fontanería. Planta sótano. E 1.150
- I06 Fontanería. Planta baja y alta. E 1.150
- I07 Climatización. Planta sótano. E 1.150
- I08 Climatización, agua. Planta sótano. E 1.150
- I09 Climatización. Planta baja – Planta alta. E 1.150
- I10 Climatización, agua. Planta baja – Planta alta. E 1.150
- I11 Saneamiento. Planta sótano. E 1.150
- I12 Saneamiento. Planta baja. E 1.150
- I13 Saneamiento. Planta cubiertas. E 1.150
- I14 Electricidad. Planta sótano. E 1.150
- I15 Electricidad. Planta baja. E 1.150
- I16 Electricidad. Planta alta. E 1.150

III. PLIEGO DE CONDICIONES

1. PLIEGO DE CLÁUSULAS ADMINISTRATIVAS

1.1 Disposiciones generales

Disposiciones de carácter general

- *Objeto del Pliego de Condiciones*

La finalidad de este Pliego es la de fijar los criterios de la relación que se establece entre los agentes que intervienen en las obras definidas en el presente proyecto y servir de base para la realización del contrato de obra entre el Promotor y el Contratista.

- *Contrato de obra*

Se recomienda la contratación de la ejecución de las obras por unidades de obra, con arreglo a los documentos del proyecto y en cifras fijas. A tal fin, el Director de Obra ofrece la documentación necesaria para la realización del contrato de obra.

- *Documentación del contrato de obra*

Integran el contrato de obra los siguientes documentos, relacionados por orden de prelación atendiendo al valor de sus especificaciones, en el caso de posibles interpretaciones, omisiones o contradicciones:

- Las condiciones fijadas en el contrato de obra.
- El presente Pliego de Condiciones.
- La documentación gráfica y escrita del Proyecto: planos generales y de detalle, memorias, anejos, mediciones y presupuestos.

En el caso de interpretación, prevalecen las especificaciones literales sobre las gráficas y las cotas sobre las medidas a escala tomadas de los planos.

- *Proyecto Arquitectónico*

El Proyecto Arquitectónico es el conjunto de documentos que definen y determinan las exigencias técnicas, funcionales y estéticas de las obras contempladas en el artículo 2 de la Ley de Ordenación de la Edificación.

En él se justificará técnicamente las soluciones propuestas de acuerdo con las especificaciones requeridas por la normativa técnica aplicable.

Cuando el proyecto se desarrolle o complete mediante proyectos parciales u otros documentos técnicos sobre tecnologías específicas o instalaciones del edificio, se mantendrá entre todos ellos la necesaria coordinación, sin que se produzca una duplicidad en la documentación ni en los honorarios a percibir por los autores de los distintos trabajos indicados.

Los documentos complementarios al Proyecto serán:

- Todos los planos o documentos de obra que, a lo largo de la misma, vaya suministrando la Dirección de Obra como interpretación, complemento o precisión.
- El Libro de Órdenes y Asistencias.
- El Programa de Control de Calidad de Edificación y su Libro de Control.
- El Estudio de Seguridad y Salud o Estudio Básico de Seguridad y Salud en las obras.
- El Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo, elaborado por cada Contratista.
- Estudio de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición.
- Licencias y otras autorizaciones administrativas.

- *Reglamentación urbanística*

La obra a construir se ajustará a todas las limitaciones del proyecto aprobado por los organismos competentes, especialmente las que se refieren al volumen, alturas, emplazamiento y ocupación del solar, así como a todas las condiciones de reforma del proyecto que pueda exigir la Administración para ajustarlo a las Ordenanzas, a las Normas y al Planeamiento Vigente.

- *Formalización del Contrato de Obra*

Los Contratos se formalizarán, en general, mediante documento privado, que podrá elevarse a escritura pública a petición de cualquiera de las partes.

El cuerpo de estos documentos contendrá:

- La comunicación de la adjudicación.
- La copia del recibo de depósito de la fianza (en caso de que se haya exigido).
- La cláusula en la que se exprese, de forma categórica, que el Contratista se obliga al cumplimiento estricto del contrato de obra, conforme a lo previsto en este Pliego de Condiciones, junto con la Memoria y sus Anejos, el Estado de Mediciones, Presupuestos, Planos y todos los documentos que han de servir de base para la realización de las obras definidas en el presente Proyecto.

El Contratista, antes de la formalización del contrato de obra, dará también su conformidad con la firma al pie del Pliego de Condiciones, los Planos, Cuadro de Precios y Presupuesto General.

Serán a cuenta del adjudicatario todos los gastos que ocasione la extensión del documento en que se consigne el Contratista.

- *Jurisdicción competente*

En el caso de no llegar a un acuerdo cuando surjan diferencias entre las partes, ambas quedan obligadas a someter la discusión de todas las cuestiones derivadas de su contrato a las Autoridades y Tribunales Administrativos con arreglo a la legislación vigente, renunciando al derecho común y al fuero de su domicilio, siendo competente la jurisdicción donde estuviese ubicada la obra.

- *Responsabilidad del Contratista*

El Contratista es responsable de la ejecución de las obras en las condiciones establecidas en el contrato y en los documentos que componen el Proyecto.

En consecuencia, quedará obligado a la demolición y reconstrucción de todas las unidades de obra con deficiencias o mal ejecutadas, sin que pueda servir de excusa el hecho de que la Dirección Facultativa haya examinado y reconocido la construcción durante sus visitas de obra, ni que hayan sido abonadas en liquidaciones parciales.

- *Accidentes de trabajo*

Es de obligado cumplimiento el Real Decreto 1627/1997, de 24 de Octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción y demás legislación vigente que, tanto directa como indirectamente, inciden sobre la planificación de la seguridad y salud en el trabajo de la construcción, conservación y mantenimiento de edificios.

Es responsabilidad del Coordinador de Seguridad y Salud, en virtud del Real Decreto 1627/97, el control y el seguimiento, durante toda la ejecución de la obra, del Plan de Seguridad y Salud redactado por el Contratista.

- *Daños y perjuicios a terceros*

El Contratista será responsable de todos los accidentes que, por inexperiencia o descuido, sobrevinieran tanto en la edificación donde se efectúen las obras como en las colindantes o contiguas. Será por tanto de su cuenta el abono de las indemnizaciones a quien corresponda y cuando a ello hubiere lugar, y de todos los daños y perjuicios que puedan ocasionarse o causarse en las operaciones de la ejecución de las obras.

Asimismo, será responsable de los daños y perjuicios directos o indirectos que se puedan ocasionar frente a terceros como consecuencia de la obra, tanto en ella como en sus alrededores, incluso los que se produzcan por omisión o negligencia del personal a su cargo, así como los que se deriven de los subcontratistas e industriales que intervengan en la obra.

Es de su responsabilidad mantener vigente durante la ejecución de los trabajos una póliza de seguros frente a terceros, en la modalidad de "Todo riesgo al derribo y la construcción", suscrita por una compañía aseguradora con la suficiente solvencia para la cobertura de los trabajos contratados. Dicha

póliza será aportada y ratificada por el Promotor o Propiedad, no pudiendo ser cancelada mientras no se firme el Acta de Recepción Provisional de la obra.

- *Anuncios y carteles*

Sin previa autorización del Promotor, no se podrán colocar en las obras ni en sus vallas más inscripciones o anuncios que los convenientes al régimen de los trabajos y los exigidos por la policía local.

- *Copia de documentos*

El Contratista, a su costa, tiene derecho a sacar copias de los documentos integrantes del Proyecto.

- *Suministro de materiales*

Se especificará en el Contrato la responsabilidad que pueda caber al Contratista por retraso en el plazo de terminación o en plazos parciales, como consecuencia de deficiencias o faltas en los suministros.

- *Hallazgos*

El Promotor se reserva la posesión de las antigüedades, objetos de arte o sustancias minerales utilizables que se encuentren en las excavaciones y demoliciones practicadas en sus terrenos o edificaciones. El Contratista deberá emplear, para extraerlos, todas las precauciones que se le indiquen por parte del Director de Obra.

El Promotor abonará al Contratista el exceso de obras o gastos especiales que estos trabajos ocasionen, siempre que estén debidamente justificados y aceptados por la Dirección Facultativa.

- *Causas de rescisión del contrato de obra*

Se considerarán causas suficientes de rescisión de contrato:

a) La muerte o incapacitación del Contratista.

b) La quiebra del Contratista.

c) Las alteraciones del contrato por las causas siguientes:

a. La modificación del proyecto en forma tal que represente alteraciones fundamentales del mismo a juicio del Director de Obra y, en cualquier caso, siempre que la variación del Presupuesto de Ejecución Material, como consecuencia de estas modificaciones, represente una desviación mayor del 20%.

b. Las modificaciones de unidades de obra, siempre que representen variaciones en más o en menos del 40% del proyecto original, o más de un 50% de unidades de obra del proyecto reformado.

d) La suspensión de obra comenzada, siempre que el plazo de suspensión haya excedido de un año y, en todo caso, siempre que por causas ajenas al Contratista no se dé comienzo a la obra adjudicada dentro del plazo de tres meses a partir de la adjudicación. En este caso, la devolución de la fianza será automática.

e) Que el Contratista no comience los trabajos dentro del plazo señalado en el contrato.

f) El incumplimiento de las condiciones del Contrato cuando implique descuido o mala fe, con perjuicio de los intereses de las obras.

g) El vencimiento del plazo de ejecución de la obra.

h) El abandono de la obra sin causas justificadas.

i) La mala fe en la ejecución de la obra.

- *Omisiones: Buena fe*

Las relaciones entre el Promotor y el Contratista, reguladas por el presente Pliego de Condiciones y la documentación complementaria, presentan la prestación de un servicio al Promotor por parte del Contratista mediante la ejecución de una obra, basándose en la BUENA FE mutua de ambas partes, que pretenden beneficiarse de esta colaboración sin ningún tipo de perjuicio. Por este motivo, las relaciones entre ambas partes y las omisiones que puedan existir en este Pliego y la documentación complementaria

del proyecto y de la obra, se entenderán siempre suplidas por la BUENA FE de las partes, que las subsanarán debidamente con el fin de conseguir una adecuada CALIDAD FINAL de la obra.

Disposiciones relativas a trabajos, materiales y medios auxiliares

Se describen las disposiciones básicas a considerar en la ejecución de las obras, relativas a los trabajos, materiales y medios auxiliares, así como a las recepciones de los edificios objeto del presente proyecto y sus obras anejas.

- *Accesos y vallados*

El Contratista dispondrá, por su cuenta, los accesos a la obra, el cerramiento o el vallado de ésta y su mantenimiento durante la ejecución de la obra, pudiendo exigir el Director de Ejecución de la Obra su modificación o mejora.

- *Replanteo*

El Contratista iniciará "in situ" el replanteo de las obras, señalando las referencias principales que mantendrá como base de posteriores replanteos parciales. Dichos trabajos se considerarán a cargo del Contratista e incluidos en su oferta económica.

Asimismo, someterá el replanteo a la aprobación del Director de Ejecución de la Obra y, una vez éste haya dado su conformidad, preparará el Acta de Inicio y Replanteo de la Obra acompañada de un plano de replanteo definitivo, que deberá ser aprobado por el Director de Obra. Será responsabilidad del Contratista la deficiencia o la omisión de este trámite.

- *Inicio de la obra y ritmo de ejecución de los trabajos*

El Contratista dará comienzo a las obras en el plazo especificado en el respectivo contrato, desarrollándose de manera adecuada para que dentro de los períodos parciales señalados se realicen los trabajos, de modo que la ejecución total se lleve a cabo dentro del plazo establecido en el contrato.

Será obligación del Contratista comunicar a la Dirección Facultativa el inicio de las obras, de forma fehaciente y preferiblemente por escrito, al menos con tres días de antelación.

El Director de Obra redactará el acta de comienzo de la obra y la suscribirán en la misma obra junto con él, el día de comienzo de los trabajos, el Director de la Ejecución de la Obra, el Promotor y el Contratista.

Para la formalización del acta de comienzo de la obra, el Director de la Obra comprobará que en la obra existe copia de los siguientes documentos:

- Proyecto de Ejecución, Anejos y modificaciones.
- Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo y su acta de aprobación por parte del Coordinador de Seguridad y Salud durante la ejecución de los trabajos.
- Licencia de Obra otorgada por el Ayuntamiento.
- Comunicación de apertura de centro de trabajo efectuada por el Contratista.
- Otras autorizaciones, permisos y licencias que sean preceptivas por otras administraciones.
- Libro de Órdenes y Asistencias.
- Libro de Incidencias.

La fecha del acta de comienzo de la obra marca el inicio de los plazos parciales y total de la ejecución de la obra.

- *Orden de los trabajos*

La determinación del orden de los trabajos es, generalmente, facultad del Contratista, salvo en aquellos casos en que, por circunstancias de naturaleza técnica, se estime conveniente su variación por parte de la Dirección Facultativa.

- *Facilidades para otros contratistas*

De acuerdo con lo que requiera la Dirección Facultativa, el Contratista dará todas las facilidades razonables para la realización de los trabajos que le sean encomendados a los Subcontratistas u otros Contratistas que intervengan en la ejecución de la obra. Todo ello sin perjuicio de las compensaciones económicas a que haya lugar por la utilización de los medios auxiliares o los suministros de energía u otros conceptos.

En caso de litigio, todos ellos se ajustarán a lo que resuelva la Dirección Facultativa.

- *Ampliación del proyecto por causas imprevistas o de fuerza mayor*

Cuando se precise ampliar el Proyecto, por motivo imprevisto o por cualquier incidencia, no se interrumpirán los trabajos, continuándose según las instrucciones de la Dirección Facultativa en tanto se formula o se tramita el Proyecto Reformado.

El Contratista está obligado a realizar, con su personal y sus medios materiales, cuanto la Dirección de Ejecución de la Obra disponga para apeos, apuntalamientos, derribos, recalces o cualquier 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.

- *Interpretaciones, aclaraciones y modificaciones del proyecto*

El Contratista podrá requerir del Director de Obra o del Director de Ejecución de la Obra, según sus respectivos cometidos y atribuciones, las instrucciones o aclaraciones que se precisen para la correcta interpretación y ejecución de la obra proyectada.

Cuando se trate de interpretar, aclarar o modificar preceptos de los Pliegos de Condiciones o indicaciones de los planos, croquis, órdenes e instrucciones correspondientes, se comunicarán necesariamente por escrito al Contratista, estando éste a su vez obligado a devolver los originales o las copias, suscribiendo con su firma el enterado, que figurará al pie de todas las órdenes, avisos e instrucciones que reciba tanto del Director de Ejecución de la Obra, como del Director de Obra.

Cualquier reclamación que crea oportuno hacer el Contratista en contra de las disposiciones tomadas por la Dirección Facultativa, habrá de dirigirla, dentro del plazo de tres días, a quien la hubiera dictado, el cual le dará el correspondiente recibo, si éste lo solicitase.

- *Prórroga por causa de fuerza mayor*

Si, por causa de fuerza mayor o independientemente de la voluntad del Contratista, éste no pudiese comenzar las obras, tuviese que suspenderlas o no le fuera posible terminarlas en los plazos prefijados, se le otorgará una prórroga proporcionada para su cumplimiento, previo informe favorable del Director de Obra. Para ello, el Contratista expondrá, en escrito dirigido al Director de Obra, 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*

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 hubiese proporcionado.

- *Trabajos defectuosos*

El Contratista debe emplear los materiales que cumplan las condiciones exigidas en el proyecto, y realizará todos y cada uno de los trabajos contratados de acuerdo con lo estipulado.

Por ello, y hasta que tenga lugar la recepción definitiva del edificio, el Contratista es responsable de la ejecución de los trabajos que ha contratado y de las faltas y defectos que puedan existir por su mala ejecución, no siendo un eximente el que la Dirección Facultativa lo haya examinado o reconocido con anterioridad, 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 Director de Ejecución de la Obra advierta vicios o defectos en los trabajos ejecutados, o que los materiales empleados o los aparatos y equipos colocados no reúnen las condiciones preceptuadas, ya sea en el curso de la ejecución de los trabajos o una vez finalizados con anterioridad a la recepción definitiva de la obra, podrá disponer que las partes defectuosas sean sustituidas o demolidas y reconstruidas de acuerdo con lo contratado a expensas del Contratista. Si ésta no estimase justa la decisión y se negase a la sustitución, demolición y reconstrucción ordenadas, se planteará la cuestión ante el Director de Obra, quien mediará para resolverla.

- *Vicios ocultos*

El Contratista es el único responsable de los vicios ocultos y de los defectos de la construcción, durante la ejecución de las obras y el periodo de garantía, hasta los plazos prescritos después de la terminación de las obras en la vigente L.O.E., aparte de otras responsabilidades legales o de cualquier índole que puedan derivarse.

Si el Director de Ejecución de la Obra tuviese fundadas razones para creer en la existencia de vicios ocultos de construcción en las obras ejecutadas, ordenará, cuando estime oportuno, realizar antes de la recepción definitiva los ensayos, destructivos o no, que considere necesarios para reconocer o diagnosticar los trabajos que suponga defectuosos, dando cuenta de la circunstancia al Director de Obra.

El Contratista demolerá, y reconstruirá posteriormente a su cargo, todas las unidades de obra mal ejecutadas, sus consecuencias, daños y perjuicios, no pudiendo eludir su responsabilidad por el hecho de que el Director de Obra y/o el Director del Ejecución de Obra lo hayan examinado o reconocido con anterioridad, o que haya sido conformada o abonada una parte o la totalidad de las obras mal ejecutadas.

- *Procedencia de materiales, aparatos y equipos*

El Contratista tiene libertad de proveerse de los materiales, aparatos y equipos de todas clases donde considere oportuno y conveniente para sus intereses, excepto en aquellos casos en los se preceptúe una procedencia y características específicas en el proyecto.

Obligatoriamente, y antes de proceder a su empleo, acopio y puesta en obra, el Contratista deberá presentar al Director de Ejecución de la Obra una lista completa de los materiales, aparatos y equipos que vaya a utilizar, en la que se especifiquen todas las indicaciones sobre sus características técnicas, marcas, calidades, procedencia e idoneidad de cada uno de ellos.

- *Presentación de muestras*

A petición del Director de Obra, el Contratista presentará las muestras de los materiales, aparatos y equipos, siempre con la antelación prevista en el calendario de obra.

- *Materiales, aparatos y equipos defectuosos*

Cuando los materiales, aparatos, equipos y elementos de instalaciones no fuesen de la calidad y características técnicas prescritas en el proyecto, no tuvieran la preparación en él exigida o cuando, a falta de prescripciones formales, se reconociera o demostrara que no son los adecuados para su fin, el Director de Obra, a instancias del Director de Ejecución de la Obra, dará la orden al Contratista de sustituirlos por otros que satisfagan las condiciones o sean los adecuados al fin al que se destinen.

Si, a los 15 días de recibir el Contratista orden de que retire los materiales que no estén en condiciones, ésta no ha sido cumplida, podrá hacerlo el Promotor o Propiedad a cuenta de Contratista.

En el caso de que los materiales, aparatos, equipos o elementos de instalaciones fueran defectuosos, pero aceptables a juicio del Director de Obra, se recibirán con la rebaja del precio que aquél determine, a no ser que el Contratista prefiera sustituirlos por otros en condiciones.

- *Gastos ocasionados por pruebas y ensayos*

Todos los gastos originados por las pruebas y ensayos de materiales o elementos que intervengan en la ejecución de las obras correrán a cargo y cuenta del Contratista.

Todo ensayo que no resulte satisfactorio, no se realice por omisión del Contratista, o que no ofrezca las suficientes garantías, podrá comenzarse nuevamente o realizarse nuevos ensayos o pruebas especificadas

en el proyecto, a cargo y cuenta del Contratista y con la penalización correspondiente, así como todas las obras complementarias a que pudieran dar lugar cualquiera de los supuestos anteriormente citados y que el Director de Obra considere necesarios.

- *Limpieza de las obras*

Es obligación del Contratista mantener limpias las obras y sus alrededores tanto de escombros como de materiales sobrantes, retirar las instalaciones provisionales que no sean necesarias, así como ejecutar todos los trabajos y adoptar las medidas que sean apropiadas para que la obra presente buen aspecto.

- *Obras sin prescripciones explícitas*

En la ejecución de trabajos que pertenecen a 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 Contratista se atenderá, en primer término, a las instrucciones que dicte la Dirección Facultativa de las obras y, en segundo lugar, a las normas y prácticas de la buena construcción.

Disposiciones de las recepciones de edificios y obras anejas

- *Consideraciones de carácter general*

La recepción de la obra es el acto por el cual el Contratista, una vez concluida la obra, 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 Contratista, haciendo constar:

- Las partes que intervienen.
- La fecha del certificado final de la totalidad de la obra o de la fase completa y terminada de la misma.
- El coste final de la ejecución material de la obra.
- 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.
- Las garantías que, en su caso, se exijan al Contratista para asegurar sus responsabilidades.

Asimismo, se adjuntará el certificado final de obra suscrito por el Director de Obra y el Director de la Ejecución de la Obra.

El Promotor podrá rechazar la recepción de la obra por considerar que la misma no está terminada o que no se adecúa 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.

El cómputo de los plazos de responsabilidad y garantía será el establecidos en la L.O.E., y se iniciará a partir de la fecha en que se suscriba el acta de recepción, o cuando se entienda ésta tácitamente producida según lo previsto en el apartado anterior.

- *Recepción provisional*

Treinta días antes de dar por finalizadas las obras, comunicará el Director de Ejecución de la Obra al Promotor o Propiedad la proximidad de su terminación a fin de convenir el acto de la Recepción Provisional.

Ésta se realizará con la intervención de la Propiedad, del Contratista, del Director de Obra y del Director de Ejecución de la Obra. 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 extenderán el correspondiente Certificado de Final de Obra.

Cuando las obras no se hallen en estado de ser recibidas, se hará constar expresamente en el Acta y se darán al Contratista las oportunas instrucciones para subsanar 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 Contratista no hubiese cumplido, podrá declararse resuelto el contrato con la pérdida de la fianza.

- *Documentación final de la obra*

El Director de Ejecución de la Obra, asistido por el Contratista y los técnicos que hubieren intervenido en la obra, redactará la documentación final de las obras, que se facilitará al Promotor, con las especificaciones y contenidos dispuestos por la legislación vigente, en el caso de viviendas, con lo que se establece en los párrafos 2, 3, 4 y 5, del apartado 2 del artículo 4º del Real Decreto 515/1989, de 21 de Abril. Esta documentación incluye el Manual de Uso y Mantenimiento del Edificio.

- *Medición definitiva y liquidación provisional de la obra*

Recibidas provisionalmente las obras, se procederá inmediatamente por el Director de Ejecución de la Obra a su medición definitiva, con precisa asistencia del Contratista o de su representante. Se extenderá la oportuna certificación por triplicado que, aprobada por el Director de Obra con su firma, servirá para el abono por el Promotor del saldo resultante menos la cantidad retenida en concepto de fianza.

- *Plazo de garantía*

El plazo de garantía deberá estipularse en el contrato privado y, en cualquier caso, nunca deberá ser inferior a seis meses

- *Conservación de las obras recibidas provisionalmente*

Los gastos de conservación durante el plazo de garantía comprendido entre las recepciones provisional y definitiva, correrán a cargo y cuenta del Contratista.

Si el edificio fuese ocupado o utilizado antes de la recepción definitiva, la guardería, limpieza y reparaciones ocasionadas por el uso correrán a cargo de la Propiedad y las reparaciones por vicios de obra o por defectos en las instalaciones, serán a cargo del Contratista.

- *Recepción definitiva*

La recepción definitiva se realizará después de transcurrido el plazo de garantía, en igual modo y con las mismas formalidades que la provisional. A partir de esa fecha cesará la obligación del Contratista de reparar a su cargo aquellos desperfectos inherentes a la normal conservación de los edificios, y quedarán sólo subsistentes todas las responsabilidades que pudieran derivar de los vicios de construcción.

- *Prórroga del plazo de garantía*

Si, al proceder al reconocimiento para la recepción definitiva de la obra, no se encontrase ésta en las condiciones debidas, se aplazará dicha recepción definitiva y el Director de Obra indicará al Contratista los plazos y formas en que deberán realizarse las obras necesarias. De no efectuarse dentro de aquellos, podrá resolverse el contrato con la pérdida de la fianza.

- *Recepciones de trabajos cuya contrata haya sido rescindida*

En caso de resolución del contrato, el Contratista vendrá obligado a retirar, en el plazo fijado, la maquinaria, instalaciones y medios auxiliares, a resolver los subcontratos que tuviese concertados y a dejar la obra en condiciones de ser reanudada por otra empresa sin problema alguno.

Las obras y trabajos terminados por completo se recibirán provisionalmente con los trámites establecidos anteriormente. Transcurrido el plazo de garantía, se recibirán definitivamente según lo dispuesto anteriormente.

Para las obras y trabajos no determinados, pero aceptables a juicio del Director de Obra, se efectuará una sola y definitiva recepción.

1.2 Disposiciones facultativas

Definición, atribuciones y obligaciones de los agentes de la edificación

Las atribuciones de los distintos agentes intervinientes en la edificación son las reguladas por la Ley 38/99 de Ordenación de la Edificación (L.O.E.).

Se definen agentes de la edificación todas las personas, físicas o jurídicas, que intervienen en el proceso de la edificación. Sus obligaciones quedan determinadas por lo dispuesto en la L.O.E. y demás disposiciones que sean de aplicación y por el contrato que origina su intervención.

Las definiciones y funciones de los agentes que intervienen en la edificación quedan recogidas en el capítulo III "Agentes de la edificación", considerándose:

- *El Promotor*

Es la persona física o jurídica, pública o privada, que individual o colectivamente decide, impulsa, programa y financia con recursos propios o ajenos, las obras de edificación para sí o para su posterior enajenación, entrega o cesión a terceros bajo cualquier título.

Asume la iniciativa de todo el proceso de la edificación, impulsando la gestión necesaria para llevar a cabo la obra inicialmente proyectada, y se hace cargo de todos los costes necesarios.

Según la legislación vigente, a la figura del promotor se equiparan también las de gestor de sociedades cooperativas, comunidades de propietarios, u otras análogas que asumen la gestión económica de la edificación.

Cuando las Administraciones públicas y los organismos sujetos a la legislación de contratos de las Administraciones públicas actúen como promotores, se regirán por la legislación de contratos de las Administraciones públicas y, en lo no contemplado en la misma, por las disposiciones de la L.O.E.

- *El Proyectista*

Es el agente que, por encargo del promotor y con sujeción a la normativa técnica y urbanística correspondiente, redacta el proyecto.

Podrán redactar proyectos parciales del proyecto, o partes que lo complementen, otros técnicos, de forma coordinada con el autor de éste.

Cuando el proyecto se desarrolle o complete mediante proyectos parciales u otros documentos técnicos según lo previsto en el apartado 2 del artículo 4 de la L.O.E., cada proyectista asumirá la titularidad de su proyecto.

- *El Constructor o Contratista*

Es el agente que asume, contractualmente ante el Promotor, el compromiso de ejecutar con medios humanos y materiales, propios o ajenos, las obras o parte de las mismas con sujeción al Proyecto y al Contrato de obra.

CABE EFECTUAR ESPECIAL MENCIÓN DE QUE LA LEY SEÑALA COMO RESPONSABLE EXPLÍCITO DE LOS VICIOS O DEFECTOS CONSTRUCTIVOS AL CONTRATISTA GENERAL DE LA OBRA, SIN PERJUICIO DEL DERECHO DE REPETICIÓN DE ÉSTE HACIA LOS SUBCONTRATISTAS.

- *El Director de Obra*

Es el agente que, formando parte de la dirección facultativa, dirige el desarrollo de la obra en los aspectos técnicos, estéticos, urbanísticos y medioambientales, de conformidad con el proyecto que la define, la licencia de edificación y demás autorizaciones preceptivas, y las condiciones del contrato, con el objeto de asegurar su adecuación al fin propuesto.

Podrán dirigir las obras de los proyectos parciales otros técnicos, bajo la coordinación del Director de Obra.

- *El Director de la Ejecución de la Obra*
Es el agente que, formando parte de la Dirección Facultativa, asume la función técnica de dirigir la Ejecución Material de la Obra y de controlar cualitativa y cuantitativamente la construcción y calidad de lo edificado. Para ello es requisito indispensable el estudio y análisis previo del proyecto de ejecución una vez redactado por el Arquitecto, procediendo a solicitarle, con antelación al inicio de las obras, todas aquellas aclaraciones, subsanaciones o documentos complementarios que, dentro de su competencia y atribuciones legales, estimare necesarios para poder dirigir de manera solvente la ejecución de las mismas.

- *Las entidades y los laboratorios de control de calidad de la edificación*
Son entidades de control de calidad de la edificación aquellas capacitadas para prestar asistencia técnica en la verificación de la calidad del proyecto, de los materiales y de la ejecución de la obra y sus instalaciones de acuerdo con el proyecto y la normativa aplicable.
Son laboratorios de ensayos para el control de calidad de la edificación los capacitados para prestar asistencia técnica, mediante la realización de ensayos o pruebas de servicio de los materiales, sistemas o instalaciones de una obra de edificación.

- *Los suministradores de productos*
Se consideran suministradores de productos los fabricantes, almacenistas, importadores o vendedores de productos de construcción.
Se entiende por producto de construcción aquel que se fabrica para su incorporación permanente en una obra, incluyendo materiales, elementos semielaborados, componentes y obras o parte de las mismas, tanto terminadas como en proceso de ejecución.

Agentes que intervienen en la obra según Ley 38/1999 (L.O.E.)

La relación de agentes intervinientes se encuentra en la memoria descriptiva del proyecto.

Agentes en materia de seguridad y salud según R.D. 1627/1997

La relación de agentes intervinientes en materia de seguridad y salud se encuentra en la memoria descriptiva del proyecto.

Agentes en materia de gestión de residuos según R.D. 105/2008

La relación de agentes intervinientes en materia de gestión de residuos, se encuentra en el Estudio de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición.

La Dirección Facultativa

En correspondencia con la L.O.E., la Dirección Facultativa está compuesta por la Dirección de Obra y la Dirección de Ejecución de la Obra. A la Dirección Facultativa se integrará el Coordinador en materia de Seguridad y Salud en fase de ejecución de la obra, en el caso de que se haya adjudicado dicha misión a facultativo distinto de los anteriores.

Representa técnicamente los intereses del promotor durante la ejecución de la obra, dirigiendo el proceso de construcción en función de las atribuciones profesionales de cada técnico participante.

Visitas facultativas

Son las realizadas a la obra de manera conjunta o individual por cualquiera de los miembros que componen la Dirección Facultativa. La intensidad y número de visitas dependerá de los cometidos que a cada agente le son propios, pudiendo variar en función de los requerimientos específicos y de la mayor o menor exigencia presencial requerible al técnico al efecto en cada caso y según cada una de las fases de la obra.

Deberán adaptarse al proceso lógico de construcción, pudiendo los agentes ser o no coincidentes en la obra en función de la fase concreta que se esté desarrollando en cada momento y del cometido exigible a cada cual.

Obligaciones de los agentes intervinientes

Las obligaciones de los agentes que intervienen en la edificación son las contenidas en los artículos 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15 y 16, del capítulo III de la L.O.E. y demás legislación aplicable.

- *El Promotor*

Ostentar sobre el solar la titularidad de un derecho que le faculte para construir en él.

Facilitar la documentación e información previa necesaria para la redacción del proyecto, así como autorizar al Director de Obra, al Director de la Ejecución de la Obra y al Contratista posteriores modificaciones del mismo que fueran imprescindibles para llevar a buen fin lo proyectado.

Elegir y contratar a los distintos agentes, con la titulación y capacitación profesional necesaria, que garanticen el cumplimiento de las condiciones legalmente exigibles para realizar en su globalidad y llevar a buen fin el objeto de lo promovido, en los plazos estipulados y en las condiciones de calidad exigibles mediante el cumplimiento de los requisitos básicos estipulados para los edificios.

Gestionar y hacerse cargo de las preceptivas licencias y demás autorizaciones administrativas procedentes que, de conformidad con la normativa aplicable, conlleva la construcción de edificios, la urbanización que procediera en su entorno inmediato, la realización de obras que en ellos se ejecuten y su ocupación.

Garantizar los daños materiales que el edificio pueda sufrir, para la adecuada protección de los intereses de los usuarios finales, en las condiciones legalmente establecidas, asumiendo la responsabilidad civil de forma personal e individualizada, tanto por actos propios como por actos de otros agentes por los que, con arreglo a la legislación vigente, se deba responder.

La suscripción obligatoria de un seguro, de acuerdo a las normas concretas fijadas al efecto, que cubra los daños materiales que ocasionen en el edificio el incumplimiento de las condiciones de habitabilidad en tres años o que afecten a la seguridad estructural en el plazo de diez años, con especial mención a las viviendas individuales en régimen de autopromoción, que se regirán por lo especialmente legislado al efecto.

Contratar a los técnicos redactores del preceptivo Estudio de Seguridad y Salud o Estudio Básico, en su caso, al igual que a los técnicos coordinadores en la materia en la fase que corresponda, todo ello según lo establecido en el R.D. 1627/97, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas en materia de seguridad y salud en las obras de construcción.

Suscribir el acta de recepción final de las obras, una vez concluidas éstas, haciendo constar la aceptación de las obras, que podrá efectuarse con o sin reservas y que deberá abarcar la totalidad de las obras o fases completas. En el caso de hacer mención expresa a reservas para la recepción, deberán mencionarse de manera detallada las deficiencias y se deberá hacer constar el plazo en que deberán quedar subsanados los defectos observados.

Entregar al adquirente y usuario inicial, en su caso, el denominado Libro del Edificio que contiene el manual de uso y mantenimiento del mismo y demás documentación de obra ejecutada, o cualquier otro documento exigible por las Administraciones competentes.

- *El Proyectista*

Redactar el proyecto por encargo del Promotor, con sujeción a la normativa urbanística y técnica en vigor y conteniendo la documentación necesaria para tramitar tanto la licencia de obras y demás permisos administrativos -proyecto básico- como para ser interpretada y poder ejecutar totalmente la obra, entregando al Promotor las copias autorizadas correspondientes, debidamente visadas por su colegio profesional.

Definir el concepto global del proyecto de ejecución con el nivel de detalle gráfico y escrito suficiente y calcular los elementos fundamentales del edificio, en especial la cimentación y la estructura. Concretar en el Proyecto el emplazamiento de cuartos de máquinas, de contadores, hornacinas, espacios asignados para subida de conductos, reservas de huecos de ventilación, alojamiento de sistemas de telecomunicación y, en general, de aquellos elementos necesarios en el edificio para facilitar las determinaciones concretas y especificaciones detalladas que son cometido de los proyectos parciales, debiendo éstos adaptarse al Proyecto de Ejecución, no pudiendo contravenirlo en modo alguno. Deberá entregarse necesariamente un ejemplar del proyecto complementario al Arquitecto antes del inicio de las obras o instalaciones correspondientes.

Acordar con el Promotor la contratación de colaboraciones parciales de otros técnicos profesionales.

Facilitar la colaboración necesaria para que se produzca la adecuada coordinación con los proyectos parciales exigibles por la legislación o la normativa vigente y que sea necesario incluir para el desarrollo adecuado del proceso edificatorio, que deberán ser redactados por técnicos competentes, bajo su responsabilidad y suscritos por persona física. Los proyectos parciales serán aquellos redactados por otros técnicos cuya competencia puede ser distinta e incompatible con las competencias del Arquitecto y, por tanto, de exclusiva responsabilidad de éstos.

Elaborar aquellos proyectos parciales o estudios complementarios exigidos por la legislación vigente en los que es legalmente competente para su redacción, excepto declinación expresa del Arquitecto y previo acuerdo con el Promotor, pudiendo exigir la compensación económica en concepto de cesión de derechos de autor y de la propiedad intelectual si se tuviera que entregar a otros técnicos, igualmente competentes para realizar el trabajo, documentos o planos del proyecto por él redactado, en soporte papel o informático.

Ostentar la propiedad intelectual de su trabajo, tanto de la documentación escrita como de los cálculos de cualquier tipo, así como de los planos contenidos en la totalidad del proyecto y cualquiera de sus documentos complementarios.

- *El Constructor o Contratista*

Tener la capacitación profesional o titulación que habilita para el cumplimiento de las condiciones legalmente exigibles para actuar como constructor.

Organizar los trabajos de construcción para cumplir con los plazos previstos, de acuerdo al correspondiente Plan de Obra, efectuando las instalaciones provisionales y disponiendo de los medios auxiliares necesarios.

Elaborar, y exigir de cada subcontratista, un plan de seguridad y salud en el trabajo en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en el estudio o estudio básico, en función de su propio sistema de ejecución de la obra. En dichos planes se incluirán, en su caso, las propuestas de medidas alternativas de prevención propuestas, con la correspondiente justificación técnica, que no podrán implicar disminución de los niveles de protección previstos en el estudio o estudio básico.

Comunicar a la autoridad laboral competente la apertura del centro de trabajo en la que incluirá el Plan de Seguridad y Salud al que se refiere el artículo 7 del RD 1627/97 de 24 de octubre.

Adoptar todas las medidas preventivas que cumplan los preceptos en materia de Prevención de Riesgos laborales y Seguridad y Salud que establece la legislación vigente, redactando el correspondiente Plan de Seguridad y ajustándose al cumplimiento estricto y permanente de lo establecido en el Estudio de Seguridad y Salud, disponiendo de todos los medios necesarios y dotando al personal del equipamiento de seguridad exigibles, así como cumplir las órdenes efectuadas por el Coordinador en materia de Seguridad y Salud en la fase de Ejecución de la obra.

Supervisar de manera continuada el cumplimiento de las normas de seguridad, tutelando las actividades de los trabajadores a su cargo y, en su caso, relevando de su puesto a todos aquellos que pudieran menoscabar las condiciones básicas de seguridad personales o generales, por no estar en las condiciones adecuadas.

Examinar la documentación aportada por los técnicos redactores correspondientes, tanto del Proyecto de Ejecución como de los proyectos complementarios, así como del Estudio de Seguridad y Salud, verificando que le resulta suficiente para la comprensión de la totalidad de la obra contratada o, en caso contrario, solicitando las aclaraciones pertinentes.

Facilitar la labor de la Dirección Facultativa, suscribiendo el Acta de Replanteo, ejecutando las obras con sujeción al Proyecto de Ejecución que deberá haber examinado previamente, a la legislación aplicable, a las Instrucciones del Arquitecto Director de Obra y del Director de la Ejecución Material de la Obra, a fin de alcanzar la calidad exigida en el proyecto.

Efectuar las obras siguiendo los criterios al uso que son propios de la correcta construcción, que tiene la obligación de conocer y poner en práctica, así como de las leyes generales de los materiales o *lex artis*, aun cuando estos criterios no estuvieran específicamente reseñados en su totalidad en la documentación de proyecto. A tal efecto, ostenta la jefatura de todo el personal que intervenga en la obra y coordina las tareas de los subcontratistas.

Disponer de los medios materiales y humanos que la naturaleza y entidad de la obra impongan, disponiendo del número adecuado de oficiales, suboficiales y peones que la obra requiera en cada momento, bien por personal propio o mediante subcontratistas al efecto, procediendo a solapar aquellos oficios en la obra que sean compatibles entre sí y que permitan acometer distintos trabajos a la vez sin provocar interferencias, contribuyendo con ello a la agilización y finalización de la obra dentro de los plazos previstos.

Ordenar y disponer en cada momento de personal suficiente a su cargo para que efectúe las actuaciones pertinentes para ejecutar las obras con solvencia, diligentemente y sin interrupción, programándolas de manera coordinada con el Arquitecto Técnico o Aparejador, Director de Ejecución Material de la Obra.

Supervisar personalmente y de manera continuada y completa la marcha de las obras, que deberán transcurrir sin dilación y con adecuado orden y concierto, así como responder directamente de los trabajos efectuados por sus trabajadores subordinados, exigiéndoles el continuo autocontrol de los trabajos que efectúen, y ordenando la modificación de todas aquellas tareas que se presenten mal efectuadas.

Asegurar la idoneidad de todos y cada uno de los materiales utilizados y elementos constructivos, comprobando los preparados en obra y rechazando, por iniciativa propia o por prescripción facultativa del Director de la Ejecución de la obra, los suministros de material o prefabricados que no cuenten con las garantías, documentación mínima exigible o documentos de idoneidad requeridos por las normas de aplicación, debiendo recabar de la Dirección Facultativa la información que necesite para cumplir adecuadamente su cometido.

Dotar de material, maquinaria y utillajes adecuados a los operarios que intervengan en la obra, para efectuar adecuadamente las instalaciones necesarias y no menoscabar con la puesta en obra las características y naturaleza de los elementos constructivos que componen el edificio una vez finalizado.

Poner a disposición del Arquitecto Técnico o Aparejador los medios auxiliares y personal necesario para efectuar las pruebas pertinentes para el Control de Calidad, recabando de dicho técnico el plan a seguir en cuanto a las tomas de muestras, traslados, ensayos y demás actuaciones necesarias.

Cuidar de que el personal de la obra guarde el debido respeto a la Dirección Facultativa.

Auxiliar al Director de la Ejecución de la Obra en los actos de replanteo y firmar posteriormente y una vez finalizado éste, el acta correspondiente de inicio de obra, así como la de recepción final.

Facilitar a los Arquitectos Directores de Obra los datos necesarios para la elaboración de la documentación final de obra ejecutada.

Suscribir las garantías de obra que se señalan en el Artículo 19 de la Ley de Ordenación de la Edificación y que, en función de su naturaleza, alcanzan períodos de 1 año (daños por defectos de terminación o acabado de las obras), 3 años (daños por defectos o vicios de elementos constructivos o de instalaciones que afecten a la habitabilidad) o 10 años (daños en cimentación o estructura que comprometan directamente la resistencia mecánica y la estabilidad del edificio).

- *El Director de Obra*

Dirigir la obra coordinándola con el Proyecto de Ejecución, facilitando su interpretación técnica, económica y estética a los agentes intervinientes en el proceso constructivo.

Detener la obra por causa grave y justificada, que se deberá hacer constar necesariamente en el Libro de Órdenes y Asistencias, dando cuenta inmediata al Promotor.

Redactar las modificaciones, ajustes, rectificaciones o planos complementarios que se precisen para el adecuado desarrollo de las obras. Es facultad expresa y única la redacción de aquellas modificaciones o aclaraciones directamente relacionadas con la adecuación de la cimentación y de la estructura proyectadas a las características geotécnicas del terreno; el cálculo o recálculo del dimensionado y armado de todos y cada uno de los elementos principales y complementarios de la cimentación y de la estructura vertical y horizontal; los que afecten sustancialmente a la distribución de espacios y las soluciones de fachada y cubierta y dimensionado y composición de huecos, así como la modificación de los materiales previstos.

Asesorar al Director de la Ejecución de la Obra en aquellas aclaraciones y dudas que pudieran acontecer para el correcto desarrollo de la misma, en lo que respecta a las interpretaciones de las especificaciones de proyecto.

Asistir a las obras a fin de resolver las contingencias que se produzcan para asegurar la correcta interpretación y ejecución del proyecto, así como impartir las soluciones aclaratorias que fueran necesarias, consignando en el Libro de Órdenes y Asistencias las instrucciones precisas que se estimara oportunas reseñar para la correcta interpretación de lo proyectado, sin perjuicio de efectuar todas las aclaraciones y órdenes verbales que estimare oportuno.

Firmar el Acta de replanteo o de comienzo de obra y el Certificado Final de Obra, así como firmar el visto bueno de las certificaciones parciales referidas al porcentaje de obra efectuada y, en su caso y a instancias del Promotor, la supervisión de la documentación que se le presente relativa a las unidades de obra realmente ejecutadas previa a su liquidación final, todo ello con los visados que en su caso fueran preceptivos.

Informar puntualmente al Promotor de aquellas modificaciones sustanciales que, por razones técnicas o normativas, conllevan una variación de lo construido con respecto al proyecto básico y de ejecución y que afecten o puedan afectar al contrato suscrito entre el promotor y los destinatarios finales de las viviendas.

Redactar la documentación final de obra, en lo que respecta a la documentación gráfica y escrita del proyecto ejecutado, incorporando las modificaciones efectuadas. Para ello, los técnicos redactores de proyectos y/o estudios complementarios deberán obligatoriamente entregarle la documentación final en la que se haga constar el estado final de las obras y/o instalaciones por ellos redactadas, supervisadas y realmente ejecutadas, siendo responsabilidad de los firmantes la veracidad y exactitud de los documentos presentados.

Al Proyecto Final de Obra se anexará el Acta de Recepción Final; la relación identificativa de los agentes que han intervenido en el proceso de edificación, incluidos todos los subcontratistas y oficios intervinientes; las instrucciones de Uso y Mantenimiento del Edificio y de sus instalaciones, de conformidad con la normativa que le sea de aplicación.

La documentación a la que se hace referencia en los dos apartados anteriores es parte constituyente del Libro del Edificio y el Promotor deberá entregar una copia completa a los usuarios finales del mismo que, en el caso de edificios de viviendas plurifamiliares, se materializa en un ejemplar que deberá ser custodiado por el Presidente de la Comunidad de Propietarios o por el Administrador, siendo éstos los responsables de divulgar al resto de propietarios su contenido y de hacer cumplir los requisitos de mantenimiento que constan en la citada documentación.

Además de todas las facultades que corresponden al Arquitecto Director de Obra, expresadas en los artículos precedentes, es misión específica suya la dirección mediata, denominada alta dirección en lo que al cumplimiento de las directrices generales del proyecto se refiere, y a la adecuación de lo construido a éste.

Cabe señalar expresamente que la resistencia al cumplimiento de las órdenes de los Arquitectos Directores de Obra en su labor de alta dirección se considerará como falta grave y, en caso de que, a su juicio, el incumplimiento de lo ordenado pusiera en peligro la obra o las personas que en ella trabajan,

podrá recusar al Contratista y/o acudir a las autoridades judiciales, siendo responsable el Contratista de las consecuencias legales y económicas.

- *El Director de la Ejecución de la Obra*

Corresponde al Arquitecto Técnico o Aparejador, según se establece en el Artículo 13 de la LOE y demás legislación vigente al efecto, las atribuciones competenciales y obligaciones que se señalan a continuación:

La Dirección inmediata de la Obra.

Verificar personalmente la recepción a pié de obra, previo a su acopio o colocación definitiva, de todos los productos y materiales suministrados necesarios para la ejecución de la obra, comprobando que se ajustan con precisión a las determinaciones del proyecto y a las normas exigibles de calidad, con la plena potestad de aceptación o rechazo de los mismos en caso de que lo considerase oportuno y por causa justificada, ordenando la realización de pruebas y ensayos que fueran necesarios.

Dirigir la ejecución material de la obra de acuerdo con las especificaciones de la memoria y de los planos del Proyecto, así como, en su caso, con las instrucciones complementarias necesarias que recabara del Director de Obra.

Anticiparse con la antelación suficiente a las distintas fases de la puesta en obra, requiriendo las aclaraciones al Arquitecto o Arquitectos Directores de Obra que fueran necesarias y planificando de manera anticipada y continuada con el Contratista principal y los subcontratistas los trabajos a efectuar.

Comprobar los replanteos, los materiales, hormigones y demás productos suministrados, exigiendo la presentación de los oportunos certificados de idoneidad de los mismos.

Verificar la correcta ejecución y disposición de los elementos constructivos y de las instalaciones, extendiéndose dicho cometido a todos los elementos de cimentación y estructura horizontal y vertical, con comprobación de sus especificaciones concretas de dimensionado de elementos, tipos de viguetas y adecuación a ficha técnica homologada, diámetros nominales, longitudes de anclaje y adecuados solape y doblado de barras.

Observancia de los tiempos de encofrado y desencofrado de vigas, pilares y forjados señalados por la Instrucción del Hormigón vigente y de aplicación.

Comprobación del correcto dimensionado de rampas y escaleras y de su adecuado trazado y replanteo con acuerdo a las pendientes, desniveles proyectados y al cumplimiento de todas las normativas que son de aplicación; a dimensiones parciales y totales de elementos, a su forma y geometría específica, así como a las distancias que deben guardarse entre ellos, tanto en horizontal como en vertical.

Verificación de la adecuada puesta en obra de fábricas y cerramientos, a su correcta y completa trabazón y, en general, a lo que atañe a la ejecución material de la totalidad de la obra y sin excepción alguna, de acuerdo a los criterios y leyes de los materiales y de la correcta construcción (*lex artis*) y a las normativas de aplicación.

Asistir a la obra con la frecuencia, dedicación y diligencia necesarias para cumplir eficazmente la debida supervisión de la ejecución de la misma en todas sus fases, desde el replanteo inicial hasta la total finalización del edificio, dando las órdenes precisas de ejecución al Contratista y, en su caso, a los subcontratistas.

Consignar en el Libro de Ordenes y Asistencias las instrucciones precisas que considerara oportuno reseñar para la correcta ejecución material de las obras.

Supervisar posteriormente el correcto cumplimiento de las órdenes previamente efectuadas y la adecuación de lo realmente ejecutado a lo ordenado previamente.

Verificar el adecuado trazado de instalaciones, conductos, acometidas, redes de evacuación y su dimensionado, comprobando su idoneidad y ajuste tanto a las especificaciones del proyecto de ejecución como de los proyectos parciales, coordinando dichas actuaciones con los técnicos redactores correspondientes.

Detener la Obra si, a su juicio, existiera causa grave y justificada, que se deberá hacer constar necesariamente en el Libro de Órdenes y Asistencias, dando cuenta inmediata a los Arquitectos Directores de Obra que deberán necesariamente corroborarla para su plena efectividad, y al Promotor.

Supervisar las pruebas pertinentes para el Control de Calidad, respecto a lo especificado por la normativa vigente, en cuyo cometido y obligaciones tiene legalmente competencia exclusiva, programando bajo su responsabilidad y debidamente coordinado y auxiliado por el Contratista, las tomas de muestras, traslados, ensayos y demás actuaciones necesarias de elementos estructurales, así como las pruebas de estanqueidad de fachadas y de sus elementos, de cubiertas y sus impermeabilizaciones, comprobando la eficacia de las soluciones.

Informar con prontitud a los Arquitectos Directores de Obra de los resultados de los Ensayos de Control conforme se vaya teniendo conocimiento de los mismos, proponiéndole la realización de pruebas complementarias en caso de resultados adversos.

Tras la oportuna comprobación, emitir las certificaciones parciales o totales relativas a las unidades de obra realmente ejecutadas, con los visados que en su caso fueran preceptivos.

Colaborar activa y positivamente con los restantes agentes intervinientes, sirviendo de nexo de unión entre éstos, el Contratista, los Subcontratistas y el personal de la obra.

Elaborar y suscribir responsablemente la documentación final de obra relativa a los resultados del Control de Calidad y, en concreto, a aquellos ensayos y verificaciones de ejecución de obra realizados bajo su supervisión relativos a los elementos de la cimentación, muros y estructura, a las pruebas de estanqueidad y escorrentía de cubiertas y de fachadas, a las verificaciones del funcionamiento de las instalaciones de saneamiento y desagües de pluviales y demás aspectos señalados en la normativa de Control de Calidad.

Suscribir conjuntamente el Certificado Final de Obra, acreditando con ello su conformidad a la correcta ejecución de las obras y a la comprobación y verificación positiva de los ensayos y pruebas realizadas.

Si se hiciera caso omiso de las órdenes efectuadas por el Arquitecto Técnico, Director de la Ejecución de las Obras, se considerara como falta grave y, en caso de que, a su juicio, el incumplimiento de lo ordenado pusiera en peligro la obra o las personas que en ella trabajan, podrá acudir a las autoridades judiciales, siendo responsable el Contratista de las consecuencias legales y económicas.

- *Las entidades y los laboratorios de control de calidad de la edificación*

Prestar asistencia técnica y entregar los resultados de su actividad al agente autor del encargo y, en todo caso, al director de la ejecución de las obras.

Justificar la capacidad suficiente de medios materiales y humanos necesarios para realizar adecuadamente los trabajos contratados, en su caso, a través de la correspondiente acreditación oficial otorgada por las Comunidades Autónomas con competencia en la materia.

- *Los suministradores de productos*

Realizar las entregas de los productos de acuerdo con las especificaciones del pedido, respondiendo de su origen, identidad y calidad, así como del cumplimiento de las exigencias que, en su caso, establezca la normativa técnica aplicable.

Facilitar, cuando proceda, las instrucciones de uso y mantenimiento de los productos suministrados, así como las garantías de calidad correspondientes, para su inclusión en la documentación de la obra ejecutada.

- *Los propietarios y los usuarios*

Son obligaciones de los propietarios conservar en buen estado la edificación mediante un adecuado uso y mantenimiento, así como recibir, conservar y transmitir la documentación de la obra ejecutada y los seguros y garantías con que ésta cuenta.

Son obligaciones de los usuarios sean o no propietarios, la utilización adecuada de los edificios o de parte de los mismos de conformidad con las instrucciones de uso y mantenimiento contenidas en la documentación de la obra ejecutada.

Documentación final de obra: Libro del Edificio

De acuerdo al Artículo 7 de la Ley de Ordenación de la Edificación, una vez finalizada la obra, el proyecto con la incorporación, en su caso, de las modificaciones debidamente aprobadas, será facilitado al promotor por el Director de Obra para la formalización de los correspondientes trámites administrativos.

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.

Toda la documentación a que hacen referencia los apartados anteriores, que constituirá el Libro del Edificio, será entregada a los usuarios finales del edificio.

- *Los propietarios y los usuarios*

Son obligaciones de los propietarios conservar en buen estado la edificación mediante un adecuado uso y mantenimiento, así como recibir, conservar y transmitir la documentación de la obra ejecutada y los seguros y garantías con que ésta cuenta.

Son obligaciones de los usuarios sean o no propietarios, la utilización adecuada de los edificios o de parte de los mismos de conformidad con las instrucciones de uso y mantenimiento contenidas en la documentación de la obra ejecutada.

1.3 Disposiciones económicas

Definición

Las condiciones económicas fijan el marco de relaciones económicas para el abono y recepción de la obra. Tienen un carácter subsidiario respecto al contrato de obra, establecido entre las partes que intervienen, Promotor y Contratista, que es en definitiva el que tiene validez.

Contrato de obra

Se aconseja que se firme el contrato de obra, entre el Promotor y el Contratista, antes de iniciarse las obras, evitando en lo posible la realización de la obra por administración. A la Dirección Facultativa (Director de Obra y Director de Ejecución de la Obra) se le facilitará una copia del contrato de obra, para poder certificar en los términos pactados.

Sólo se aconseja contratar por administración aquellas partidas de obra irrelevantes y de difícil cuantificación, o cuando se desee un acabado muy esmerado.

El contrato de obra deberá prever las posibles interpretaciones y discrepancias que pudieran surgir entre las partes, así como garantizar que la Dirección Facultativa pueda, de hecho, COORDINAR, DIRIGIR y CONTROLAR la obra, por lo que es conveniente que se especifiquen y determinen con claridad, como mínimo, los siguientes puntos:

- Documentos a aportar por el Contratista.
- Condiciones de ocupación del solar e inicio de las obras.
- Determinación de los gastos de enganches y consumos.
- Responsabilidades y obligaciones del Contratista: Legislación laboral.
- Responsabilidades y obligaciones del Promotor.
- Presupuesto del Contratista.
- Revisión de precios (en su caso).
- Forma de pago: Certificaciones.
- Retenciones en concepto de garantía (nunca menos del 5%).
- Plazos de ejecución: Planning.
- Retraso de la obra: Penalizaciones.
- Recepción de la obra: Provisional y definitiva.
- Litigio entre las partes.

Dado que este Pliego de Condiciones Económicas es complemento del contrato de obra, en caso de que no exista contrato de obra alguno entre las partes se le comunicará a la Dirección Facultativa, que pondrá a disposición de las partes el presente Pliego de Condiciones Económicas que podrá ser usado como base para la redacción del correspondiente contrato de obra.

Criterio General

Todos los agentes que intervienen en el proceso de la construcción, definidos en la Ley 38/1999 de Ordenación de la Edificación (L.O.E.), tienen derecho a percibir puntualmente las cantidades devengadas por su correcta actuación con arreglo a las condiciones contractualmente establecidas, pudiendo exigirse recíprocamente las garantías suficientes para el cumplimiento diligente de sus obligaciones de pago.

Fianzas

El Contratista presentará una fianza con arreglo al procedimiento que se estipule en el contrato de obra:

- *Ejecución de trabajos con cargo a la fianza*
Si el contratista se negase a hacer por su cuenta los trabajos precisos para ultimar la obra en las condiciones contratadas, el Director de Obra, en nombre y representación del Promotor, los ordenará ejecutar a un tercero, o podrá realizarlos directamente por administración, abonando su importe con la fianza depositada, sin perjuicio de las acciones a que tenga derecho el Promotor, en el caso de que el importe de la fianza no bastase para cubrir el importe de los gastos efectuados en las unidades de obra que no fuesen de recibo.
- *Devolución de las fianzas*
La fianza recibida será devuelta al Contratista en un plazo establecido en el contrato de obra, una vez firmada el Acta de Recepción Definitiva de la obra. El Promotor 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 y subcontratos.
- *Devolución de la fianza en el caso de efectuarse recepciones parciales*
Si el Promotor, con la conformidad del Director de Obra, accediera a hacer recepciones parciales, tendrá derecho el Contratista a que se le devuelva la parte proporcional de la fianza.

De los precios

El objetivo principal de la elaboración del presupuesto es anticipar el coste del proceso de construir la obra. Descompondremos el presupuesto en unidades de obra, componente menor que se contrata y certifica por separado, y basándonos en esos precios, calcularemos el presupuesto.

- *Precio básico*
Es el precio por unidad (ud, m, kg, etc.) de un material dispuesto a pie de obra, (incluido su transporte a obra, descarga en obra, embalajes, etc.) o el precio por hora de la maquinaria y de la mano de obra.
- *Precio unitario*
Es el precio de una unidad de obra que obtendremos como suma de los siguientes costes:
 - Costes directos: calculados como suma de los productos "precio básico x cantidad" de la mano de obra, maquinaria y materiales que intervienen en la ejecución de la unidad de obra.
 - Medios auxiliares: Costes directos complementarios, calculados en forma porcentual como porcentaje de otros componentes, debido a que representan los costes directos que intervienen en la ejecución de la unidad de obra y que son de difícil cuantificación. Son diferentes para cada unidad de obra.
 - Costes indirectos: aplicados como un porcentaje de la suma de los costes directos y medios auxiliares, igual para cada unidad de obra debido a que representan los costes de los factores necesarios para la ejecución de la obra que no se corresponden a ninguna unidad de obra en concreto.

En relación a la composición de los precios, el vigente Reglamento general de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas (Real Decreto 1098/2001, de 12 de octubre) establece que la composición y el cálculo de los precios de las distintas unidades de obra se base en la determinación de los costes directos e indirectos precisos para su ejecución, sin incorporar, en ningún caso, el importe del Impuesto sobre el Valor Añadido que pueda gravar las entregas de bienes o prestaciones de servicios realizados.

Considera costes directos:

- La mano de obra que interviene directamente en la ejecución de la unidad de obra.
- Los materiales, a los precios resultantes a pie de obra, que quedan integrados en la unidad de que se trate o que sean necesarios para su ejecución.
- Los gastos de personal, combustible, energía, etc., que tengan lugar por el accionamiento o funcionamiento de la maquinaria e instalaciones utilizadas en la ejecución de la unidad de obra.

- Los gastos de amortización y conservación de la maquinaria e instalaciones anteriormente citadas.

Deben incluirse como costes indirectos:

Los gastos de instalación de oficinas a pie de obra, comunicaciones, edificación de almacenes, talleres, pabellones temporales para obreros, laboratorio, etc., los del personal técnico y administrativo adscrito exclusivamente a la obra y los imprevistos. Todos estos gastos, excepto aquéllos que se reflejen en el presupuesto valorados en unidades de obra o en partidas alzadas, se cifrarán en un porcentaje de los costes directos, igual para todas las unidades de obra, que adoptará, en cada caso, el autor del proyecto a la vista de la naturaleza de la obra proyectada, de la importancia de su presupuesto y de su previsible plazo de ejecución.

Las características técnicas de cada unidad de obra, en las que se incluyen todas las especificaciones necesarias para su correcta ejecución, se encuentran en el apartado de 'Prescripciones en cuanto a la Ejecución por Unidad de Obra', junto a la descripción del proceso de ejecución de la unidad de obra.

Si en la descripción del proceso de ejecución de la unidad de obra no figurase alguna operación necesaria para su correcta ejecución, se entiende que está incluida en el precio de la unidad de obra, por lo que no supondrá cargo adicional o aumento de precio de la unidad de obra contratada.

Para mayor aclaración, se exponen algunas operaciones o trabajos, que se entiende que siempre forman parte del proceso de ejecución de las unidades de obra:

- El transporte y movimiento vertical y horizontal de los materiales en obra, incluso carga y descarga de los camiones.
- Eliminación de restos, limpieza final y retirada de residuos a vertedero de obra.
- Transporte de escombros sobrantes a vertedero autorizado.
- Montaje, comprobación y puesta a punto.
- Las correspondientes legalizaciones y permisos en instalaciones.
- Maquinaria, andamiajes y medios auxiliares necesarios.

Trabajos que se considerarán siempre incluidos y para no ser reiterativos no se especifican en cada una de las unidades de obra.

- *Presupuesto de Ejecución Material (PEM)*

Es el resultado de la suma de los precios unitarios de las diferentes unidades de obra que la componen.

Se denomina Presupuesto de Ejecución Material al resultado obtenido por la suma de los productos del número de cada unidad de obra por su precio unitario y de las partidas alzadas. Es decir, el coste de la obra sin incluir los gastos generales, el beneficio industrial y el impuesto sobre el valor añadido.

- *Precios contradictorios*

Sólo se producirán precios contradictorios cuando el Promotor, por medio del Director de Obra, decida introducir unidades o cambios de calidad en alguna de las previstas, o cuando sea necesario afrontar alguna circunstancia imprevista.

El Contratista siempre estará obligado a efectuar los cambios indicados.

A falta de acuerdo, el precio se resolverá contradictoriamente entre el Director de Obra y el Contratista antes de comenzar la ejecución de los trabajos y en el plazo que determine el contrato de obra o, en su defecto, antes de quince días hábiles desde que se le comunique fehacientemente al Director de Obra. 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 hubiese se referirán siempre a los precios unitarios de la fecha del contrato de obra. Nunca se tomará para la valoración de los correspondientes precios contradictorios la fecha de la ejecución de la unidad de obra en cuestión.

- *Reclamación de aumento de precios*
Si el Contratista, antes de la firma del contrato de obra, 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*
En ningún caso podrá alegar el Contratista los usos y costumbres locales respecto de la aplicación de los precios o de la forma de medir las unidades de obra ejecutadas. Se estará a lo previsto en el Presupuesto y en el criterio de medición en obra recogido en el Pliego.
- *De la revisión de los precios contratados*
El presupuesto presentado por el Contratista se entiende que es cerrado, por lo que no se aplicará revisión de precios.
Sólo se procederá a efectuar revisión de precios cuando haya quedado explícitamente determinado en el contrato de obra entre el Promotor y el Contratista.
- *Acopio de materiales*
El Contratista queda obligado a ejecutar los acopios de materiales o aparatos de obra que el Promotor ordene por escrito.
Los materiales acopiados, una vez abonados por el propietario, son de la exclusiva propiedad de éste, siendo el Contratista responsable de su guarda y conservación.

Obras por administración

Se denominan "Obras por administración" aquellas en las que las gestiones que se precisan para su realización las lleva directamente el Promotor, bien por sí mismo, por un representante suyo o por mediación de un Contratista.

Las obras por administración se clasifican en dos modalidades:

- Obras por administración directa.
- Obras por administración delegada o indirecta.

Según la modalidad de contratación, en el contrato de obra se regulará:

- Su liquidación.
- El abono al Contratista de las cuentas de administración delegada.
- Las normas para la adquisición de los materiales y aparatos.
- Responsabilidades del Contratista en la contratación por administración en general y, en particular, la debida al bajo rendimiento de los obreros.

Valoración y abono de los trabajos

- *Forma y plazos de abono de las obras*
Se realizará por certificaciones de obra y se recogerán las condiciones en el contrato de obra establecido entre las partes que intervienen (Promotor y Contratista) que, en definitiva, es el que tiene validez.
Los pagos se efectuarán por la propiedad en los plazos previamente establecidos en el contrato de obra, y su importe corresponderá precisamente al de las certificaciones de la obra conformadas por el Director de Ejecución de la Obra, en virtud de las cuáles se verifican aquéllos.
El Director de Ejecución de la Obra realizará, en la forma y condiciones que establezca el criterio de medición en obra incorporado en las Prescripciones en cuanto a la Ejecución por Unidad de Obra, la medición de las unidades de obra ejecutadas durante el período de tiempo anterior, pudiendo el Contratista presenciar la realización de tales mediciones.
Para las obras o partes de obra que, por sus dimensiones y características, hayan de quedar posterior y definitivamente ocultas, el contratista está obligado a avisar al Director de Ejecución de la Obra con la

suficiente antelación, a fin de que éste pueda realizar las correspondientes mediciones y toma de datos, levantando los planos que las definan, cuya conformidad suscribirá el Contratista.

A falta de aviso anticipado, cuya existencia corresponde probar al Contratista, queda éste obligado a aceptar las decisiones del Promotor sobre el particular.

- *Relaciones valoradas y certificaciones*

En los plazos fijados en el contrato de obra entre el Promotor y el Contratista, éste último formulará una relación valorada de las obras ejecutadas durante las fechas previstas, según la medición practicada por el Director de Ejecución de la Obra.

Las certificaciones de obra serán el resultado de aplicar, a la cantidad de obra realmente ejecutada, los precios contratados de las unidades de obra. Sin embargo, los excesos de obra realizada en unidades, tales como excavaciones y hormigones, que sean imputables al Contratista, no serán objeto de certificación alguna.

Los pagos se efectuarán por el Promotor en los plazos previamente establecidos, y su importe corresponderá al de las certificaciones de obra, conformadas por la Dirección Facultativa. 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 parciales la aceptación, la aprobación, ni la recepción de las obras que comprenden.

Las relaciones valoradas contendrán solamente la obra ejecutada en el plazo a que la valoración se refiere. Si la Dirección Facultativa lo exigiera, las certificaciones se extenderán a origen.

- *Mejora de obras libremente ejecutadas*

Cuando el Contratista, incluso con la autorización del Director de Obra, emplease materiales de más esmerada preparación o de mayor tamaño que el señalado en el proyecto o sustituyese una clase de fábrica por otra que tuviese asignado mayor precio, o ejecutase con mayores dimensiones cualquier parte de la obra, o, en general, introdujese en ésta y sin solicitársela, cualquier otra modificación que sea beneficiosa a juicio de la Dirección Facultativa, no tendrá derecho más que al abono de lo que pudiera corresponderle en el caso de que hubiese construido la obra con estricta sujeción a la proyectada y contratada o adjudicada.

- *Abono de trabajos presupuestados con partidaalzada*

El abono de los trabajos presupuestados en partidaalzada se efectuará previa justificación por parte del Contratista. Para ello, el Director de Obra indicará al Contratista, con anterioridad a su ejecución, el procedimiento que ha de seguirse para llevar dicha cuenta.

- *Abono de trabajos especiales no contratados*

Cuando fuese preciso efectuar cualquier tipo de trabajo de índole especial u ordinaria que, por no estar contratado, no sea 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 la Propiedad por separado y en las condiciones que se estipulen en el contrato de obra.

- *Abono de trabajos ejecutados durante el plazo de garantía*

Efectuada la recepción provisional, y si durante el plazo de garantía se hubieran ejecutado trabajos cualesquiera, para su abono se procederá así:

- Si los trabajos que se realicen estuvieran especificados en el Proyecto, y sin causa justificada no se hubieran realizado por el Contratista a su debido tiempo, y el Director de obra 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 el presente Pliego de Condiciones, sin estar sujetos a revisión de precios.

- 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 Promotor, se valorarán y abonarán a los precios del día, previamente acordados.

- 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*
Si, por causas imputables al Contratista, las obras sufrieran un retraso en su finalización con relación al plazo de ejecución previsto, el Promotor podrá imponer al Contratista, con cargo a la última certificación, las penalizaciones establecidas en el contrato, que nunca serán inferiores al perjuicio que pudiera causar el retraso de la obra.
- *Demora de los pagos por parte del Promotor*
Se regulará en el contrato de obra las condiciones a cumplir por parte de ambos.

Varios

- *Mejoras, aumentos y/o reducciones de obra*
Sólo se admitirán mejoras de obra, en el caso que el Director de Obra haya ordenado por escrito la ejecución de los trabajos nuevos o que mejoren la calidad de los contratados, así como de los materiales y maquinaria previstos en el contrato.
Sólo se admitirán aumentos de obra en las unidades contratadas, en el caso que el Director de Obra haya ordenado por escrito la ampliación de las contratadas como consecuencia de observar errores en las mediciones de proyecto.
En ambos 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 maquinaria 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 Director de Obra introduzca innovaciones que supongan una reducción en los importes de las unidades de obra contratadas.
- *Unidades de obra defectuosas*
Las obras defectuosas no se valorarán.
- *Seguro de las obras*
El Contratista está obligado a asegurar la obra contratada durante todo el tiempo que dure su ejecución, hasta la recepción definitiva.
- *Conservación de la obra*
El Contratista está obligado a conservar la obra contratada durante todo el tiempo que dure su ejecución, hasta la recepción definitiva.
- *Uso por el Contratista de edificio o bienes del Promotor*
No podrá el Contratista hacer uso de edificio o bienes del Promotor durante la ejecución de las obras sin el consentimiento del mismo.
Al abandonar el Contratista el edificio, tanto por buena terminación de las obras, como por resolución del contrato, está obligado a dejarlo desocupado y limpio en el plazo que se estipule en el contrato de obra.
- *Pago de arbitrios*
El pago de impuestos y arbitrios en general, municipales o de otro origen, sobre vallas, alumbrado, etc., cuyo abono debe hacerse durante el tiempo de ejecución de las obras y por conceptos inherentes a los

propios trabajos que se realizan, correrán a cargo del Contratista, siempre que en el contrato de obra no se estipule lo contrario.

- *Retenciones en concepto de garantía*

Del importe total de las certificaciones se descontará un porcentaje, que se retendrá en concepto de garantía. Este valor no deberá ser nunca menor del cinco por cien (5%) y responderá de los trabajos mal ejecutados y de los perjuicios que puedan ocasionarle al Promotor.

Esta retención en concepto de garantía quedará en poder del Promotor durante el tiempo designado como PERIODO DE GARANTÍA, pudiendo ser dicha retención, "en metálico" o mediante un aval bancario que garantice el importe total de la retención.

Si el Contratista se negase a hacer por su cuenta los trabajos precisos para ultimar la obra en las condiciones contratadas, el Director de Obra, en representación del Promotor, los ordenará ejecutar a un tercero, o podrá realizarlos directamente por administración, abonando su importe con la fianza depositada, sin perjuicio de las acciones a que tenga derecho el Promotor, en el caso de que el importe de la fianza no bastase para cubrir el importe de los gastos efectuados en las unidades de obra que no fuesen de recibo.

La fianza retenida en concepto de garantía será devuelta al Contratista en el plazo estipulado en el contrato, una vez firmada el Acta de Recepción Definitiva de la obra. El promotor podrá exigir que el Contratista le acredite la liquidación y finiquito de sus deudas atribuibles a la ejecución de la obra, tales como salarios, suministros o subcontratos.

- *Plazos de ejecución: Planning de obra*

En el contrato de obra deberán figurar los plazos de ejecución y entregas, tanto totales como parciales.

Además, será conveniente adjuntar al respectivo contrato un Planning de la ejecución de la obra donde figuren de forma gráfica y detallada la duración de las distintas partidas de obra que deberán conformar las partes contratantes.

- *Liquidación económica de las obras*

Simultáneamente al libramiento de la última certificación, se procederá al otorgamiento del Acta de Liquidación Económica de las obras, que deberán firmar el Promotor y el Contratista. En este acto se dará por terminada la obra y se entregarán, en su caso, las llaves, los correspondientes boletines debidamente cumplimentados de acuerdo a la Normativa Vigente, así como los proyectos Técnicos y permisos de las instalaciones contratadas.

Dicha Acta de Liquidación Económica servirá de Acta de Recepción Provisional de las obras, para lo cual será conformada por el Promotor, el Contratista, el Director de Obra y el Director de Ejecución de la Obra, quedando desde dicho momento la conservación y custodia de las mismas a cargo del Promotor.

La citada recepción de las obras, provisional y definitiva, queda regulada según se describe en las Disposiciones Generales del presente Pliego.

- *Liquidación final de la obra*

Entre el Promotor y Contratista, la liquidación de la obra deberá hacerse de acuerdo con las certificaciones conformadas por la Dirección de Obra. Si la liquidación se realizara sin el visto bueno de la Dirección de Obra, ésta sólo mediará, en caso de desavenencia o desacuerdo, en el recurso ante los Tribunales.

2. PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARTICULARES

PARTIDA 1: LOSA DE CIMENTACIÓN

MEDIDAS PARA ASEGURAR LA COMPATIBILIDAD ENTRE LOS DIFERENTES PRODUCTOS, ELEMENTOS Y SISTEMAS CONSTRUCTIVOS QUE COMPONEN LA UNIDAD DE OBRA.

Dependiendo de la agresividad del terreno o la presencia de agua con sustancias agresivas, se elegirá el cemento adecuado para la fabricación del hormigón, así como su dosificación y permeabilidad y el espesor de recubrimiento de las armaduras.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Formación de losa de cimentación de hormigón armado, realizada con hormigón HA-30/B/20/IIa fabricado en central, y vertido con bomba, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, con una cuantía aproximada de 85 kg/m³; acabado superficial liso mediante regla vibrante; sin incluir el encofrado en este precio. Incluso p/p de refuerzos, pliegues, encuentros, arranques y esperas en muros, escaleras y rampas, cambios de nivel, malla metálica de alambre en cortes de hormigonado, formación de foso de ascensor, elaboración y montaje de la ferralla en el lugar definitivo de su colocación en obra, separadores, colocación y fijación de colectores de saneamiento en losa, vibrado del hormigón con regla vibrante, formación de juntas de construcción y curado del hormigón.

NORMATIVA DE APLICACIÓN

Elaboración, transporte y puesta en obra del hormigón:

Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08).

Ejecución:

CTE. DB-SE-C Seguridad estructural: Cimientos.

NTE-CSL. Cimentaciones superficiales: Losas.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO

Volumen medido sobre las secciones teóricas de la excavación, según documentación gráfica de Proyecto.

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA.

DEL SOPORTE.

Se comprobará la existencia de la capa de hormigón de limpieza, que presentará un plano de apoyo horizontal y una superficie limpia.

AMBIENTALES.

Se suspenderán los trabajos de hormigonado cuando llueva con intensidad, nieve, exista viento excesivo, una temperatura ambiente superior a 40°C o se prevea que dentro de las 48 horas siguientes pueda descender la temperatura ambiente por debajo de los 0°C.

DEL CONTRATISTA.

Dispondrá en obra de una serie de medios, en previsión de que se produzcan cambios bruscos de las condiciones ambientales durante el hormigonado o posterior periodo de fraguado, no pudiendo comenzarse el hormigonado de los diferentes elementos sin la autorización por escrito del director de la ejecución de la obra.

PROCESO DE EJECUCIÓN

FASES DE EJECUCIÓN.

Replanteo y trazado de la losa y de los pilares u otros elementos estructurales que apoyen en la misma. Colocación de separadores y fijación de las armaduras. Conexionado, anclaje y emboquillado de las redes de instalaciones proyectadas. Vertido y compactación del hormigón. Coronación y enrase de cimientos. Curado del hormigón.

CONDICIONES DE TERMINACIÓN.

El conjunto será monolítico y transmitirá correctamente las cargas al terreno.

CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO.

Se dejará la superficie de hormigón preparada para la realización de juntas de retracción y se protegerá la superficie acabada.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO.

Se medirá el volumen teórico ejecutado según especificaciones de Proyecto, sin incluir los incrementos por excesos de excavación no autorizados.

PARTIDA 2: MURO DE SÓTANO

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Formación de muro de sótano de hormigón armado, realizado con hormigón HA-30/B/12/IIa fabricado en central, y vertido con bomba, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, con una cuantía aproximada de 50 kg/m³, ejecutado en condiciones complejas, sin incluir el encofrado en este precio. Incluso p/p de elaboración y montaje de la ferralla en el lugar definitivo de su colocación en obra, formación de juntas, separadores, accesorios y curado del hormigón.

NORMATIVA DE APLICACIÓN

Elaboración, transporte y puesta en obra del hormigón:

Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08).

Ejecución:

CTE. DB-HS Salubridad.

CTE. DB-SE-C Seguridad estructural: Cimientos.

NTE-CCM. Cimentaciones. Contenciones: Muros.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO

Volumen medido sobre la sección teórica de cálculo, según documentación gráfica de Proyecto, deduciendo los huecos de superficie mayor de 2 m².

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA

DEL SOPORTE.

Se comprobará la existencia de las armaduras de espera en el plano de apoyo del muro, que presentará una superficie horizontal y limpia.

AMBIENTALES.

Se suspenderán los trabajos de hormigonado cuando llueva con intensidad, nieve, exista viento excesivo, una temperatura ambiente superior a 40°C o se prevea que dentro de las 48 horas siguientes pueda descender la temperatura ambiente por debajo de los 0°C.

DEL CONTRATISTA.

Dispondrá en obra de una serie de medios, en previsión de que se produzcan cambios bruscos de las condiciones ambientales durante el hormigonado o posterior periodo de fraguado, no pudiendo comenzarse el hormigonado de los diferentes elementos sin la autorización por escrito del director de la ejecución de la obra.

PROCESO DE EJECUCIÓN

FASES DE EJECUCIÓN.

Colocación de la armadura con separadores homologados. Resolución de juntas de construcción. Limpieza de la base de apoyo del muro en la cimentación. Vertido y compactación del hormigón. Curado del hormigón. Reparación de defectos superficiales, si procede.

CONDICIONES DE TERMINACIÓN.

Serán básicas las condiciones de aplomado y monolitismo con la cimentación. Las superficies que vayan a quedar vistas no presentarán imperfecciones.

CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO.

Se evitará la actuación sobre el elemento de acciones mecánicas no previstas en el cálculo. Se evitará la circulación de vehículos y la colocación de cargas en las proximidades del trasdós del muro hasta que se ejecute la estructura del edificio.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO

Se medirá el volumen teórico ejecutado según especificaciones de Proyecto, deduciendo los huecos de superficie mayor de 2 m².

PARTIDA 3: MURO PANTALLA DE HORMIGÓN ARMADO

MEDIDAS PARA ASEGURAR LA COMPATIBILIDAD ENTRE LOS DIFERENTES PRODUCTOS, ELEMENTOS Y SISTEMAS CONSTRUCTIVOS QUE COMPONEN LA UNIDAD DE OBRA.

Dependiendo de la agresividad y el nivel freático del terreno, se elegirá el cemento adecuado para la fabricación del hormigón, así como su dosificación y permeabilidad y el espesor de recubrimiento de las armaduras.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Formación de muro pantalla de hormigón armado "PANTALLAX", de 30 cm de espesor y hasta 11 m de profundidad, o hasta encontrar roca o capas duras de terreno, realizado por bataches de 1,50 m de longitud, excavados en terreno cohesivo estable sin rechazo en el SPT, sin uso de lodos tixotrópicos; realizado con hormigón HA-30/F/12/IIa fabricado en central, y vertido con bomba, con hormigonado continuo en seco a través de tubo Tremie, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, con una cuantía aproximada de 30 kg/m². Incluso p/p de elaboración de la ferralla (corte, doblado y conformado de elementos) en taller industrial y montaje en el lugar definitivo de su colocación en obra, separadores, y colocación y extracción de los encofrados de junta en los extremos verticales de los paneles.

NORMATIVA DE APLICACIÓN

Dosificación, elaboración, transporte y puesta en obra del hormigón:

UNE-EN 206-1. Hormigón. Parte 1: Especificaciones, prestaciones, producción y conformidad.

Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08).

Ejecución, control y documentación:

CTE. DB-SE-C Seguridad estructural: Cimientos.

CTE. DB-HS Salubridad.

UNE-EN 1538. Ejecución de trabajos geotécnicos especiales. Muros-pantalla.

NTE-CCP. Cimentaciones. Contenciones: Pantallas.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO

Superficie de la pantalla proyectada, con la longitud de cálculo medida desde la parte superior del murete guía hasta la profundidad teórica de las armaduras e incrementada en 20 cm, multiplicada por el perímetro apantallado, medido a ejes, sin duplicar esquinas ni encuentros, según documentación gráfica de Proyecto.

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA

DEL SOPORTE.

Se justificará la no utilización de lodos mediante estudio de la estabilidad del talud vertical hasta la profundidad de excavación. Antes de proceder a los trabajos de perforación, todas las conducciones aéreas que afecten a la zona de trabajo serán desviadas y también serán eliminados o modificados todos los elementos enterrados que interfieran directamente con los trabajos o que, por su proximidad, puedan afectar a la estabilidad del terreno durante el proceso de ejecución de la pantalla. Se comprobará la existencia del murete guía y de la plataforma de trabajo.

DEL CONTRATISTA.

Presentará prueba documental de la capacidad técnica de la empresa ejecutora.

PROCESO DE EJECUCIÓN

FASES DE EJECUCIÓN.

Excavación por paneles según el orden proyectado. Colocación de la armadura. Colocación de los encofrados de juntas entre paneles. Colocación del tubo Tremie. Vertido y compactación del hormigón. Extracción de encofrados de juntas. Repetición de las operaciones hasta completar todos los paneles cumpliendo el orden previsto.

CONDICIONES DE TERMINACIÓN.

El muro será monolítico y su superficie interior quedará aplomada, evitándose así sobreanchos considerables.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO

Se medirá la superficie realmente ejecutada, computando la longitud existente desde la parte superior del murete guía hasta la profundidad teórica de las armaduras, incrementada en 20 cm, multiplicada por el perímetro apantallado, medido a ejes, sin duplicar esquinas ni encuentros, según especificaciones de Proyecto, sin ser causa de abono otro tipo de excesos.

PARTIDA 4: ZAPATA CORRIDA DE CIMENTACIÓN DE HORMIGÓN ARMADO

MEDIDAS PARA ASEGURAR LA COMPATIBILIDAD ENTRE LOS DIFERENTES PRODUCTOS, ELEMENTOS Y SISTEMAS CONSTRUCTIVOS QUE COMPONEN LA UNIDAD DE OBRA.

Dependiendo de la agresividad del terreno o la presencia de agua con sustancias agresivas, se elegirá el cemento adecuado para la fabricación del hormigón, así como su dosificación y permeabilidad y el espesor de recubrimiento de las armaduras.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Formación de zapata corrida de cimentación, de hormigón armado, realizada en excavación previa, con hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central, y vertido con bomba, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, con una cuantía aproximada de 100 kg/m³, sin incluir el encofrado en este precio. Incluso p/p de elaboración de la ferralla (corte, doblado y conformado de elementos) en taller industrial y montaje en el lugar definitivo de su colocación en obra, separadores, armaduras de espera de los pilares u otros elementos y curado del hormigón.

NORMATIVA DE APLICACIÓN

Elaboración, transporte y puesta en obra del hormigón:

Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08).

Ejecución:

CTE. DB-SE-C Seguridad estructural: Cimientos.

NTE-CSV. Cimentaciones superficiales: Vigas flotantes.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO

Volumen medido sobre las secciones teóricas de la excavación, según documentación gráfica de Proyecto.

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA

DEL SOPORTE.

Se comprobará la existencia de la capa de hormigón de limpieza, que presentará un plano de apoyo horizontal y una superficie limpia.

AMBIENTALES.

Se suspenderán los trabajos de hormigonado cuando llueva con intensidad, nieve, exista viento excesivo, una temperatura ambiente superior a 40°C o se prevea que dentro de las 48 horas siguientes pueda descender la temperatura ambiente por debajo de los 0°C.

DEL CONTRATISTA.

Dispondrá en obra de una serie de medios, en previsión de que se produzcan cambios bruscos de las condiciones ambientales durante el hormigonado o posterior periodo de fraguado, no pudiendo comenzarse el hormigonado de los diferentes elementos sin la autorización por escrito del director de la ejecución de la obra.

PROCESO DE EJECUCIÓN

FASES DE EJECUCIÓN.

Replanteo y trazado de las vigas y de los pilares u otros elementos estructurales que apoyen en las mismas. Colocación de separadores y fijación de las armaduras. Vertido y compactación del hormigón. Coronación y enrase de cimientos. Curado del hormigón.

CONDICIONES DE TERMINACIÓN.

El conjunto será monolítico y transmitirá correctamente las cargas al terreno. La superficie quedará sin imperfecciones.

CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO.

Se protegerán y señalizarán las armaduras de espera.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO

Se medirá el volumen teórico ejecutado según especificaciones de Proyecto, sin incluir los incrementos por excesos de excavación no autorizados.

IV. PRESUPUESTO

PARTIDA 1: LOSA DE CIMENTACIÓN

CSL010 m³ Losa de cimentación.

Losa de cimentación de hormigón armado, realizada con **hormigón HA-30/B/20/IIa fabricado en central, y vertido con bomba**, y acero **UNE-EN 10080 B 500 S**, cuantía **85 kg/m³**; **acabado superficial liso mediante regla vibrante**, sin incluir encofrado.

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
1					
Materiales					
mt07aco020a	Ud	Separador homologado para cimentaciones.	5,000	0,13	0,65
mt07aco010g	kg	Acero en barras corrugadas, UNE-EN 10080 B 500 S, suministrado en obra en barras sin elaborar, de varios diámetros.	86,700	0,62	53,75
mt08var050	kg	Alambre galvanizado para atar, de 1,30 mm de diámetro.	0,425	1,10	0,47
mt10haf010nsa	m³	Hormigón HA-30/B/20/IIa, fabricado en central.	1,050	82,65	86,78
Subtotal materiales:					141,65
2					
Equipo y maquinaria					
mq06vib020	h	Regla vibrante de 3 m.	0,335	4,66	1,56
mq06bhe010	h	Camión bomba estacionado en obra, para bombeo de hormigón. Incluso p/p de desplazamiento.	0,042	169,73	7,13
Subtotal equipo y maquinaria:					8,69
3					
Mano de obra					
mo043	h	Oficial 1ª ferrallista.	0,550	18,10	9,96
mo090	h	Ayudante ferrallista.	0,825	16,94	13,98
mo045	h	Oficial 1ª estructurista, en trabajos de puesta en obra del hormigón.	0,009	18,10	0,16
mo092	h	Ayudante estructurista, en trabajos de puesta en obra del hormigón.	0,121	16,94	2,05
Subtotal mano de obra:					26,15
4					
Costes directos complementarios					
	%	Costes directos complementarios	2,000	176,49	3,53
Coste de mantenimiento decenal: 5,40€ en los primeros 10 años.			Costes directos		180,02
					(1+2+3+4):

PARTIDA 2: MURO DE SÓTANO

CCS010 m³ Muro de sótano.

Muro de sótano de hormigón armado, realizado con **hormigón HA-30/B/12/IIa fabricado en central, y vertido con bomba**, y acero **UNE-EN 10080 B 500 S**, cuantía **50 kg/m³**, sin incluir encofrado.

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
1					
Materiales					
mt07aco020d	Ud	Separador homologado para muros.	8,000	0,06	0,48
mt07aco010g	kg	Acero en barras corrugadas, UNE-EN 10080 B 500 S, suministrado en obra en barras sin elaborar, de varios diámetros.	51,000	0,62	31,62
mt08var050	kg	Alambre galvanizado para atar, de 1,30 mm de diámetro.	0,650	1,10	0,72
mt10haf010noa	m³	Hormigón HA-30/B/12/IIa, fabricado en central.	1,050	84,65	88,88
Subtotal materiales:					121,70
2					
Equipo y maquinaria					
mq06bhe010	h	Camión bomba estacionado en obra, para bombeo de hormigón. Incluso p/p de desplazamiento.	0,053	169,73	9,00
Subtotal equipo y maquinaria:					9,00
3					
Mano de obra					
mo043	h	Oficial 1ª ferrallista.	0,445	18,10	8,05
mo090	h	Ayudante ferrallista.	0,566	16,94	9,59
mo045	h	Oficial 1ª estructurista, en trabajos de puesta en obra del hormigón.	0,061	18,10	1,10
mo092	h	Ayudante estructurista, en trabajos de puesta en obra del hormigón.	0,243	16,94	4,12
Subtotal mano de obra:					22,86
4					
Costes directos complementarios					
	%	Costes directos complementarios	2,000	153,56	3,07
Coste de mantenimiento decenal: 6,27€ en los primeros 10 años.				Costes directos	156,63
				(1+2+3+4):	

PARTIDA 3: MURO PANTALLA DE HORMIGÓN ARMADO

CCP010 m² Muro pantalla de hormigón armado, sin lodos.

Muro pantalla de hormigón armado "**PANTALLAX**", de **30 cm** de espesor y hasta **11 m** de profundidad, o hasta encontrar roca o capas duras de terreno, realizado por bataches de **1,50 m de longitud**, excavados en terreno cohesivo estable sin rechazo en el SPT, sin uso de lodos tixotrópicos; realizado con **hormigón HA-30/F/12/IIa fabricado en central, y vertido con bomba**, a través de tubo Tremie, y acero **UNE-EN 10080 B 500 S**, cuantía **30 kg/m²**.

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
1					
Materiales					
mt07aco020l	Ud	Separador homologado para muros pantalla.	2,000	0,09	0,18
mt07aco010c	kg	Ferralla elaborada en taller industrial con acero en barras corrugadas, UNE-EN 10080 B 500 S, de varios diámetros.	30,000	0,81	24,30
mt08var050	kg	Alambre galvanizado para atar, de 1,30 mm de diámetro.	0,180	1,10	0,20
mt10haf010nna	m ³	Hormigón HA-30/F/12/IIa, fabricado en central.	0,385	88,65	34,13
Subtotal materiales:					58,81
2					
Equipo y maquinaria					
mqq03pae060gc	h	Maquinaria para excavación de muro pantalla de 30 cm de espesor y hasta 11 m de profundidad, excavación sin uso de lodos tixotrópicos, en terreno cohesivo estable sin rechazo en el SPT, realizada por bataches de 1,50 m de longitud.	0,402	45,93	18,46
mqq06bhe010	h	Camión bomba estacionado en obra, para bombeo de hormigón. Incluso p/p de desplazamiento.	0,023	169,73	3,90
mqq07gte010c	h	Grúa autopropulsada de brazo telescópico con una capacidad de elevación de 30 t y 27 m de altura máxima de trabajo.	0,101	66,84	6,75
Subtotal equipo y maquinaria:					29,11
3					
Mano de obra					
mo043	h	Oficial 1 ^a ferrallista.	0,152	18,10	2,75
mo090	h	Ayudante ferrallista.	0,152	16,94	2,57
mo045	h	Oficial 1 ^a estructurista, en trabajos de puesta en obra del hormigón.	0,025	18,10	0,45
mo092	h	Ayudante estructurista, en trabajos de puesta en obra del hormigón.	0,102	16,94	1,73
Subtotal mano de obra:					7,50
4					
Costes directos complementarios					
	%	Costes directos complementarios	2,000	95,42	1,91
Coste de mantenimiento decenal: 3,89€ en los primeros 10 años.			Costes directos		97,33
					(1+2+3+4):

PARTIDA 4: ZAPATA CORRIDA DE CIMENTACIÓN DE HORMIGÓN ARMADO

CSV010 m³ Zapata corrida de cimentación de hormigón armado.

Zapata corrida de cimentación, de hormigón armado, realizada con **hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central, y vertido con bomba**, y acero **UNE-EN 10080 B 500 S**, cuantía **100 kg/m³**, sin incluir encofrado.

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
1					
Materiales					
mt07aco020a	Ud	Separador homologado para cimentaciones.	7,000	0,13	0,91
mt07aco010c	kg	Ferralla elaborada en taller industrial con acero en barras corrugadas, UNE-EN 10080 B 500 S, de varios diámetros.	100,000	0,81	81,00
mt08var050	kg	Alambre galvanizado para atar, de 1,30 mm de diámetro.	0,400	1,10	0,44
mt10haf010nga	m ³	Hormigón HA-25/B/20/IIa, fabricado en central.	1,100	76,88	84,57
Subtotal materiales:					166,92
2					
Equipo y maquinaria					
mq06bhe010	h	Camión bomba estacionado en obra, para bombeo de hormigón. Incluso p/p de desplazamiento.	0,055	169,73	9,34
Subtotal equipo y maquinaria:					9,34
3					
Mano de obra					
mo043	h	Oficial 1ª ferrallista.	0,162	18,10	2,93
mo090	h	Ayudante ferrallista.	0,162	16,94	2,74
mo045	h	Oficial 1ª estructurista, en trabajos de puesta en obra del hormigón.	0,051	18,10	0,92
mo092	h	Ayudante estructurista, en trabajos de puesta en obra del hormigón.	0,253	16,94	4,29
Subtotal mano de obra:					10,88
4					
Costes directos complementarios					
	%	Costes directos complementarios	2,000	187,14	3,74
Coste de mantenimiento decenal: 5,73€ en los primeros 10 años.				Costes directos	190,88
					(1+2+3+4):

RESUMEN DEL PRESUPUESTO TOTAL DESCOMPUESTO POR CAPÍTULOS

CAPÍTULO 1	Acondicionamiento del terreno	186.881,69 €	7,0%
CAPÍTULO 2	Cimentación	387.112,08 €	14,5%
CAPÍTULO 3	Estructura	493.901,62 €	18,5%
CAPÍTULO 4	Fachada	133.486,92 €	5,0%
CAPÍTULO 5	Particiones	106.789,54 €	4,0%
CAPÍTULO 6	Instalaciones	747.526,77 €	28,0%
CAPÍTULO 7	Aislamiento e impermeabilización	53.394,77 €	2,0%
CAPÍTULO 8	Cubiertas	200.230,39 €	7,5%
CAPÍTULO 9	Revestimientos	253.625,15 €	9,5%
CAPÍTULO 10	Señalización y equipamiento	26.697,38 €	1,0%
CAPÍTULO 11	Gestión de residuos	40.046,08 €	1,5%
CAPÍTULO 12	Control de calidad y ensayos	13.348,69 €	0,5%
CAPÍTULO 13	Seguridad y salud	26.697,38 €	1,0%
Presupuesto Ejecución Material TOTAL		2.669.738,47 €	100,0%
Superficie construida cerrada		1901,52 m2	
Precio/m2 cerrado		1.287,42 €	
Superficie construida abierta		354,83 m2	
Precio/m2 abierto		624,76 €	

Presupuesto Ejecución Material PROYECTO	2.643.041,08 €
Seguridad y salud	26.697,38 €
Presupuesto Ejecución Material (PEM)	2.669.738,47 €

Gastos generales (13%)	347.066,00 €
Beneficio Industrial (6%)	160.184,31 €
Precio total	3.176.988,78 €

IVA (21%)	667.167,64 €
Presupuesto de Ejecución por Contrata (PEC)	3.844.156,42 €