



# INNOVATION CENTER

Escuela Superior de Arte, Tecnología y Diseño;  
Centro gaming y Desarrollo de videojuegos.

Rehabilitación de la Real Fábrica de Artillería, Sevilla.

*De día un volumen que revela una interioridad, un misterioso paralelepípedo convertido en punto de referencia de un edificio emblemático de la ciudad.*

*De noche, un cuerpo transformado en un juego de luces, imágenes, colores y experiencias de una intensa vida interior.*

*El interior es un mundo en sí mismo, complejo, diverso. Una calle interior sigue el canal urbano...*

## ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	4
CONTEXTO.....	5
PREEXISTENCIA.....	11
PROYECTO.....	13
CÁLCULO Y DISEÑO ESTRUCTURAL.....	15
SEGURIDAD EN CASO DE INCENDIOS...26	
SANEAMIENTO.....	41
FONTANERÍA Y ACS.....	54
ELECTRICIDAD.....	61
CLIMATIZACIÓN.....	74



## INTRODUCCIÓN

El presente proyecto tiene como tema principal la rehabilitación de la Antigua Fábrica de Artillería para su puesta en valor y recuperación de un edificio tan importante y denominado como Bien de Interés Cultural en la ciudad de Sevilla.

La propuesta se trata de una **Escuela de Arte, tecnología y diseño; centro gaming y desarrollo de videojuegos**, dónde en un mundo como el de hoy en día abre muchas posibilidades de estudio y diversión a todo tipo de población y en el cuál se llevará a cabo una acción cíclica que dará sentido al edificio. Aun así, nos centraremos únicamente en desarrollar la propuesta de la zona gamer y dejamos el resto del edificio en un supuesto de lo que podría ser.

Se hablará del contexto urbano, de la fábrica en sus inicios, la ciudad de Sevilla como capital andaluza, el auge del sector de los videojuegos en Europa y el mundo y en como afincar todo esto para crear un espacio ideal de vida tanto para el barrio como para la ciudad.

## CONTEXTO

Sevilla, la ciudad más poblada de Andalucía y la cuarta de España.

Su casco antiguo es el más extenso de España y uno de los tres más grandes de toda Europa. Su patrimonio histórico y monumental y sus diversos espacios escénicos y culturales la constituyen en ciudad receptora de turismo nacional e internacional.

El edificio se encuentra en el barrio de San Bernardo, cercano a los jardines del Prado de San Sebastián. Su vinculación con el barrio se remonta al siglo XV, donde debieron existir unos hornos de fundición de metales que vendían a la corona los cañones construidos en sus talleres.

Es este contexto, en el arrabal de San Bernardo, ya al final del siglo XVI en el horno de la familia Morel entre 1526 y 1565, se fundían cañones y campanas.

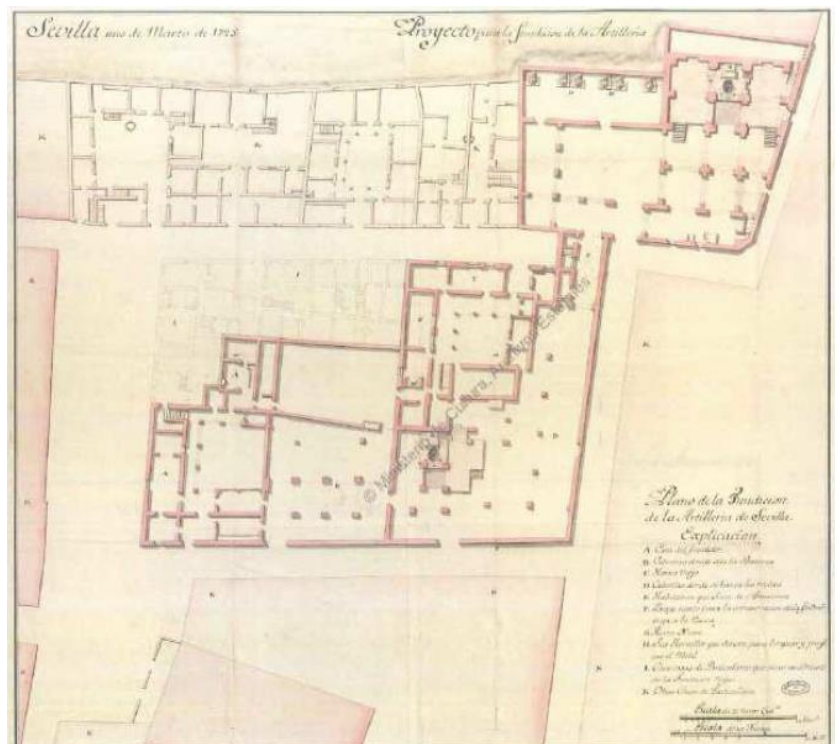
Pero lo que parece confirmarse es la fecha de 1565 que queda registrada en la placa de mármol en el interior de la Fábrica, junto a la fecha de 1634, año en que la fundición pasó a ser del Estado.

La Fábrica de Artillería es una sucesión de proyectos de diferentes personas que acaban haciendo de este un lugar emblemático y peculiar

Los distintos proyectos que se elaboran para la Fundición de Sevilla se relacionan por orden cronológico.

### 1720. PROYECTO DE JUAN NAVARRO

Maestro de obras de la Real Audiencia, ejecuta unas obras en la fundición. Estos espacios conforman las partes más antiguas de la fábrica que se conservan en la actualidad. Se corresponden con la zona noreste de la planta de 1725, donde aparecen representado el caserío adyacente, antes de demolerse e incorporarse a la fábrica a lo largo del siglo XVIII. Constituye lo que actualmente se le llama "la Fundición Vieja".



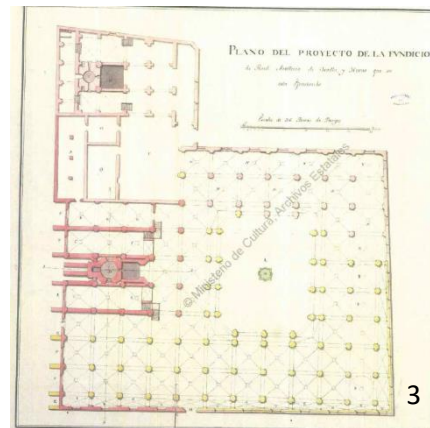
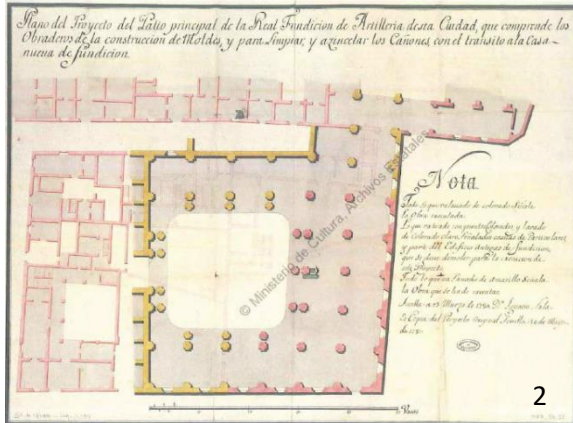
### 1725. PROYECTO DE PROSPERO VERBOOM

Ingeniero General y Director del Real Cuerpo de Ingenieros Militares de España- Se demuelen algunas estructuras anteriores, conservándose las de 1720, por encontrarse en buen estado. El ingeniero López Barrios asume la dirección de las obras hasta 1728.

El sistema constructivo y estructural de la Fundición se desarrolla a partir de la repetición de una célula formada por cuatro pilares cruciformes, formando la cuadrícula de 6.45 metros a ejes de pilares. Sobre estos pilares descansan unos arcos de medio punto, sobre los que apoyan las bóvedas. La agregación de esta célula permite un crecimiento ilimitado del edificio. Su ejecución en fábrica de ladrillo prolonga su durabilidad frente a la agresividad del uso industrial que encierra.

### 1730. PROYECTO DE IGNACIO SALA

Autor del proyecto inicial de la Real Fábrica de Tabacos de Sevilla, retoma el proyecto a petición de Verboom. Sala propone la extensión de la célula de cuatro pilares cruciformes en torno a un patio de planta cuadrada con las esquinas rodeadas (1). Este proyecto se ejecutó solo parcialmente, como podemos comprobar en el plano de Jean Maritz de 1767 (2).



La dimensión de la célula de cuatro pilares coincidía con la que se estaba aplicando en la Fábrica de Tabacos y venía determinada por “el radio que inscribía una acémila girando la palanca y balancín de barrena, el cual tenía las mismas dimensiones que la del mayal de moler tabaco”

Un novedoso sistema de fundición en solido fue implantado en Sevilla entre 1757 y 1760 por técnicos fundidores franceses que habían llegado de forma clandestina a España. Este nuevo sistema evita el empleo de un alma postiza durante su fundición, que debía extraerse, causando fragilidad y rotura en las piezas. Son tiempos del reinado de Carlos III (1759-1788)

**1757/1759. PROYECTO DE JUAN MANUEL PORRES**

Comandante del Departamento de Artillería de Sevilla y jefe de las fábricas y que se realiza continuando con el sistema constructivo en cuadrícula inicial de Verboom y Sala, retomando la idea del patio de esquinas redondeadas de este último, aunque este patio no llegó a construirse.

Para la fundición de cañones en solido era necesaria la construcción de máquinas de barrenar, emplazadas generalmente en molinos, que en este caso se instalaron a orillas del Guadaira. Las obras fueron dirigidas por el arquitecto Pedro San Martín, autor de la plaza de toros de la Real Maestranza de Sevilla.



Al finalizar la construcción, el nuevo director de la Fábrica, Francisco Molina, censura el proyecto realizado por Porres. El ingeniero militar Sebastián Van der Borsch realiza un informe en el que indicia que existe empuje al vacío de los arcos y bóvedas en la cubierta, considerando la necesidad de ejecutar unos estribos para corregir la cuestión. Este asunto será tenido en cuenta en el siguiente proyecto, disponiendo arbotantes para reconducir el empuje horizontal de los arcos y bóvedas de la cubierta más alta.

**1767. PROYECTO DE JEAN MARITZ**

El franco-suizo llega a Sevilla en 1.766, con el encargo del Estado de construir en Sevilla y Barcelona unas instalaciones equiparables a las francesas. Será él quien implante definitivamente el sistema de fundición en sólido de los cañones cuya tecnología había desarrollado él mismo en Francia.

En 1.767 presenta su proyecto para la "Nueva Fundición", en el que da continuidad al trabajo iniciado por Porres a partir del sistema de cuadrícula de Verboom. Eleva la altura de las bóvedas en la zona donde se ubicarán los hornos nuevos, y dispone arbotantes que desvían los empujes horizontales a los pilares, previamente reforzados, de las bóvedas de menos altura.

Construyó Maritz también tres máquinas de barrenar a orillas del Guadaira, similares a las que construyeron los técnicos franceses unos años antes. En 1.775 Maritz ve finalizado su proyecto de ampliación y mejora, y regresa a Lyon.





Con este proyecto se estructuran definitivamente los complejos límites de la Fundación, construyendo un sistema abierto que mantenía la posibilidad de futuras ampliaciones. Su intervención incorpora los espacios heredados de los proyectos anteriores y de las lógicas de crecimiento ideadas por Verboom, haciendo realidad el enorme potencial de crecimiento orgánico que llevaba implícito el concepto de Verboom en un proyecto de arquitectura absolutamente avanzado en ese momento.



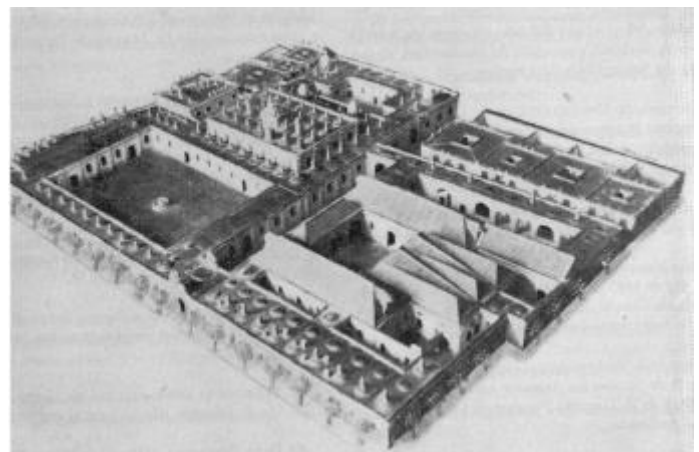
**1.778 PROYECTO DE TOMÁS BOTANI**

Tras la marcha de Maritz, se vuelve a confiar en sistemas más arcaicos y se construyen una serie de edificaciones proyectadas para recibir las máquinas de barrenar accionadas por tracción animal, "máquinas de sangre". Esto supone una involución tecnológica, pero tiene la ventaja de concentrar toda la producción en el mismo recinto. Propicia también la modificación del sistema estructural. Así el arquitecto Tomás Botani proyecta unas espléndidas armaduras de madera que permiten salvar luces mayores. Este edificio queda terminado en 1.782, y exteriormente queda configurado como un sistema de cubiertas inclinadas de teja.

En el periodo entre 1.778 y hasta finales del XVIII, fueron numerosas las ampliaciones realizadas mediante la compra de fincas colindantes. En 1.783 se convierte en patio la calle central.

**1.790 PROYECTO DE GINÉS SAN MARTÍN**

Redacta el "Proyecto General del Edificio", que se ejecutará entre 1.791 y 1.794. Se retoma la célula de Verboom para construir el resto del perímetro de la parcela de la fábrica, rodeando a los edificios de Botani. La fachada principal también se le atribuye a San Martín. En 1.794 queda terminado el perímetro de la Fábrica de Artillería, tras la incorporación en el lindero Oeste, por razones de seguridad en caso de incendio, de un callejón a partir de espacios obtenidos de la expropiación de propiedades construidas.



Entre 1.793 y 1.795 la guerra de los Pirineos hizo que la fábrica de Sevilla estuviese al máximo rendimiento, lo que vendría a justificar el cierre definitivo de la Fundación de Barcelona en 1.802.

## SIGLO XIX: LOS TALLERES

Ocupada la capital por las tropas francesas el Rey José Bonaparte (1.810-1.812), visita la fábrica y ordena las medidas para que se continuase la producción en plena actividad bélica. Durante la dominación francesa se fundieron en la fábrica los obuses destinados a los sucesivos bombardeos de Cádiz.

En 1.812, tras la marcha de los franceses destruyeron la fábrica, perdiéndose un importante número de hornos. En 1.814, se logra poner de nuevo la fábrica en uso para fundir cañones.

Los comienzos de la etapa Isabelina (1.833 – 1.868) supusieron un buen desarrollo industrial para la provincia de Sevilla. En 1.834 comienza la fabricación de proyectiles de hierro colado. En el año 1.853 se sustituyeron los motores de sangre por los de vapor; en 1.860 se emprendía la fabricación de artillería rayada y en 1.876 se implantó el bronce comprimido.

En 1.852 se construyeron unos talleres cubriendo parcialmente el patio principal, adosados a los espacios abovedados de la crujía con fachada a Eduardo Dato y a la "Fundición Nueva" de Maritz. Se realizan con estructura de acero sobre muros de fábrica creando una fachada a un nuevo patio de pilares y arcos de medio punto. En la misma etapa debió de ejecutarse el "taller de proyectiles y piezas diversas", ya que cuenta con el mismo tipo de estructura, ampliando la antigua crujía sur del complejo de naves de Botani.

## SIGLO XX: ÚLTIMAS INTERVENCIONES

Entre 1.906 y 1.911 se ejecutan proyectos de reforma y ampliación de la Fábrica para producir nuevos cañones. Fueron encaminadas a la introducción de nuevas y potentes máquinas y a la producción de material moderno. Desde el año 1.900, en que se apagaron los hornos de Fundición, después de tres siglos de producción, se hizo necesaria una gran reforma si es que la fábrica no quería verse reducida a la elaboración de proyectiles.

Las bases para la reforma parten del año 1.905, mediante orden del Ministro de la Guerra y otro de los motivos de esta reforma venía dada por la instalación de una central eléctrica, un gran taller de herramientas y las instalaciones de grandes máquinas operadoras más grandes y productivas.

El proyecto de reforma contemplaba ya en 1.906 que se pudieran disponer de los terrenos de Monterrey, adquiridos por la Fundición en 1.859, pero estos terrenos fueron entregados en 1.880 para construir el cuartel de ingenieros. En 1.909 se realizaron obras de infraestructuras y alcantarillado, con la mejora de las condiciones higiénico-sanitarias.

Se llevaron a cabo diversos derribos en los hornos de fundición de bronce que existían en el local destinado a fundición de toneles, dando lugar al taller de forja.

Se estableció una completa red de ferrocarril interior, que incluso cruzaba la calle Eduardo Dato para conectar con la nueva instalaciones de Monte Rey. Las intervenciones más significativas dentro del perímetro de la fábrica consistieron por un lado en la cubrición del patio central procedente de la intervención de 1.852, con una

Antigua Fábrica de Artillería.

montera, y la creación de unos nuevos talleres de montaje, con cubierta en acero en forma de diente de sierra, en la zona al Este del citado patio, sustituyendo a las cubiertas abovedadas anteriores.

Durante los comienzos de la Guerra Civil, en 1.936, fue la única industria militar pesada de la que dispuso el bando nacional. Durante este periodo se intensificaron los trabajos. Los Artilleros están al frente de la Fábrica hasta que en 1.943 se organiza el Cuerpo de Ingenieros de Armamento y Construcción.

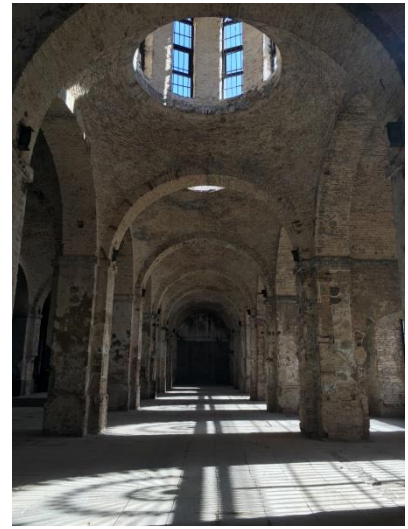
En 1960, a partir de un Decreto, la Empresa Nacional Santa Bárbara de Industrias Militares, explota las instalaciones cedidas por el Ministerio del Ejército, lo que ocurrió hasta el cese de su actividad. Estuvo a punto de cerrar en 1.967 como hizo la Pirotecnica, sin embargo, la necesidad de fabricar cañones sin retroceso para el ejército español, unido al inicio de exportaciones a Irak, Siria y Pakistán, hace que continúe produciendo. Esta situación supuso un impulso para su última modernización, antes del cierre definitivo, en 1.991.

**PREEXISTENCIA**

El estado actual de la fábrica está bastante en deterioro desde que cesó su actividad en 1991. Es un edificio de gran interés arquitectónico debido a su composición de diferentes estilos y catalogado como BIC desde 1985.



Zona de entrada



Zona catedral



Patio interior fundición menor

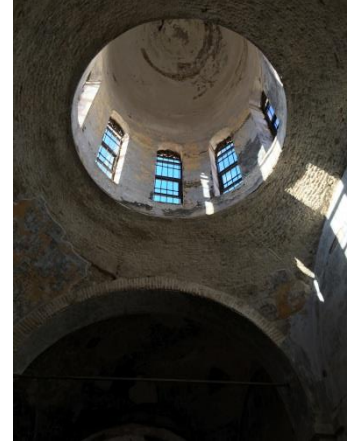
**INNOVATION CENTER**

Antigua Fábrica de Artillería.

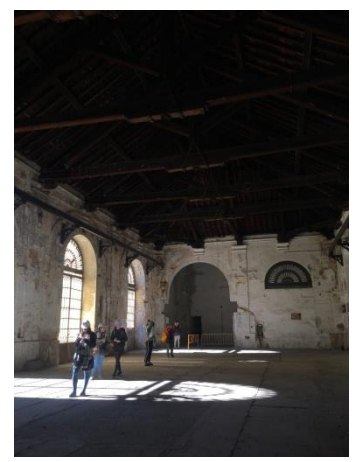
Tribunal PFG 6.01



Zona fundición menor



Zona nave Carlos III y taller de escorias



Zona nave neoclásica



## PROYECTO

Se trata de una propuesta de Rehabilitación de la Real Fábrica de Artillería planteándose un centro de enseñanza y ocio centrado en el diseño y desarrollo de aplicaciones y videojuegos.

En ella tendrán lugar dos mundos diferentes pero con mucho en común: el del creador y el del jugador.

Se propone una zona de preparación, en el que se formarán los 4 tipos de creadores de videojuegos más importantes:

- Artista conceptual: genera las primeras versiones (ideas) del videojuego.
- Constructor de niveles: monta las pantallas y el espacio por el que se mueve el jugador.
- Modelador/texturador: crea cualquier objeto o personaje del juego.
- Animador: da vida a todo lo anterior.

Y a su vez una gaming house (residencia), es decir, un lugar de alto rendimiento para un equipo de 5 personas, en el que deben priorizar 3 elementos para conseguir el rendimiento máximo del equipo:

### ENTRENO + OCIO + DESCANSO

De este modo, se creará una residencia que conste con lo esencial para una vida diaria añadiéndole su zona donde prepararse profesionalmente, poder desconectar y a su vez también disfrutar.

En ella deben vivir los jugadores pero las zonas comunes son necesarias también para el team manager y el entrenador.

Actualmente en España existen únicamente 4 universidades dedicadas al desarrollo de los videojuegos: Madrid, Barcelona, Valencia y Zaragoza.

Dado que es una industria que está en auge actualmente y siendo Sevilla la capital de Andalucía y una de las cuatro más importantes de España sería un buen punto a favor para su implantación.

Las gaming houses no existen como tal en el país, salvo casos puntuales en los que se han cedido residencias para la preparación de equipos de cara a un campeonato. En Europa las más importantes están en Suecia y Finlandia.

La idea principal es girar al rededor del desarrollo y fomentar el talento creativo. Atraer ideas, crear, vender.



**¿Qué?** - Es un centro de alto rendimiento dedicado al estudio, creación y funcionamiento de los videojuegos y el mundo gaming de manera que podamos pasar desde la idea de un videojuego, pasando por su desarrollo y venta e incluso creando jugadores completamente formados para la competición.

**¿Cómo?** - Se pretende crear un edificio híbrido utilizando nuestro conjunto para dar un mismo sentido a dos espacios que ahora mismo son muy diferentes. Se propone una escuela de diseño en la que además de enseñar, se cree, se comercializa y del cual salgan profesionales.

**¿Dónde?** - El lugar de actuación propuesta es la antigua Fábrica de Artillería, sobre todo por la localización. Al ser el corazón del barrio, sería un gran punto de confluencia que permitiría revitalizar el barrio carente de actividad juvenil en la actualidad.

**¿Por qué?** - El sector del videojuego se encuentra en su máximo esplendor, es por eso, que sería interesante crear una formación complementaria a la ya existente en la Universidad de Sevilla capaz de dar oportunidades inexistentes en la ciudad haciéndola mejorar de manera considerable.

**¿Para quién?** - Está dedicado principalmente a los jóvenes. El desarrollo de una ciudad depende del avance y formación de este sector por lo que veo importante la contribución a su crecimiento.

**¿Qué aporta al barrio?** - Este equipamiento es nivel barrio pero también nivel ciudad. En cuanto al barrio, al ser una zona muy abandonada, con falta de actividades, de ocio, de cultura... daría ese punto de movimiento. Teniendo universidades cerca, un gran número de jóvenes y niños del barrio tomarán este punto como reunión y ocio, además de tener una nueva oportunidad estudiantil. En cuanto a la ciudad se considerará un punto de concentración ocio-cultural dado a su innovación en la capital Hispalense debido a la invención de una nueva zona recreativa en la ciudad.

## CÁLCULO Y DISEÑO ESTRUCTURAL

### Índice

Sistema estructural

Materiales estructurales y niveles de control

Acciones en la edificación

Predimensionado

Cálculo

Peculiaridades

16



## DESCRIPCIÓN DE LA CIMENTACIÓN

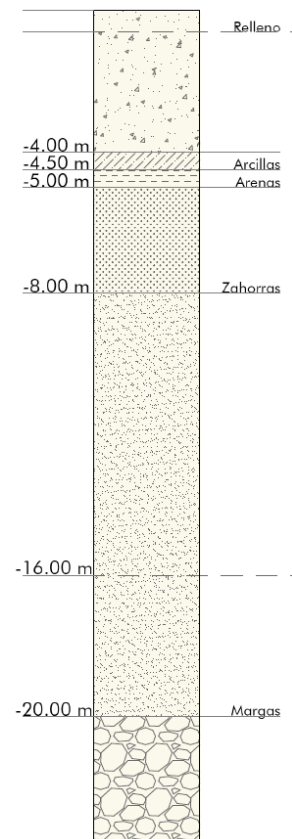
Desconocemos la resistencia estructural del edificio al ser una rehabilitación. Al ser las intervenciones muy superficiales sin adherirse a lo existente, optamos por construir una estructura independiente con su correspondiente cimentación.

En este caso, se plantea un nuevo sistema de micropilotaje con el que se llega a la cota -16m, en la capa de zahorras y estando a -11 m del firme.

Podemos ver los tipos de suelo que encontramos en esta zona.

- -4.00 m. ARCILLAS
- -4.50 m. ARENAS
- -8.00 m. ZAHORRAS
- -20.00 m. MARGAS

Se decide colocar los micropilotes a esta altura dado que creemos que ya encontraremos un terreno lo suficientemente compacto como para soportar nuestra estructura.



## CUMPLIMIENTO CTE-DB-SE-C

El cálculo de los micropilotes requiere el conocimiento previo de los esfuerzos actuantes, transmitidos por la estructura a cimentar, por el macizo de terreno a estabilizar, etc. Lo relativo a situaciones de proyecto, acciones y características del terreno, deberá abordarse de conformidad con lo especificado en la Guía para el proyecto y la ejecución de micropilotes en obras de carreteras. En esta guía se aplica un procedimiento de análisis basado en coeficientes de seguridad parciales.

Cuando se trate de micropilotes en cimentaciones, las acciones que habrán de considerarse para definir las diferentes situaciones de proyecto susceptibles de análisis, serán esencialmente las reacciones en los apoyos de la estructura correspondiente, para cargas mayoradas de acuerdo con la Instrucción sobre las acciones a considerar en el Proyecto de puentes de carreteras (IAP) y la EHE.

## CÁLCULO DE MICROPILOTES

Para poder calcular el tamaño que tendrán nuestros micropilotes necesitamos calcular el axil del pilar más desfavorable.

En este caso y teniendo en cuenta nuestras construcciones más livianas sin tener en cuenta "el cubo" el pilar con el axil más desfavorable se encuentra en la planta baja de la zona universitaria.

$$N = N \text{ FORJADO} \times \text{ÁREA INFLUENCIA}$$

Forjado: 3.59 kN/m<sup>2</sup>

Sobrecarga de uso: 3 kN/m<sup>2</sup>

Área de influencia del pilar: 39.22 m<sup>2</sup>

Por lo que:

$$N = 6.59 \times 39.22 = 258,46 \text{ kN}$$

Una vez hemos hallado el axil máximo, utilizamos la tabla extraída del ITC para la elección del diámetro de los micropilotes:

DENOMINACIÓN	DIÁMETRO		TUBERÍA			TOPE ESTRUCTURAL		
	Ø (mm)	f <sub>y</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )	Ø <sub>ext</sub> (mm)	Ø <sub>int</sub> (mm)	Espesor (mm)	N (T)	M (mT)	Q(T)
IFC-150 (60X6)	150	5600	60,30	47,70	6,30	43	0,55	13,00
IFC-150 (88X6)	150	5600	88,90	76,30	6,30	59	1,30	19,50
IFC-150 (88X9)	150	5600	88,90	72,90	9,00	70	1,55	24,50
IFC-150 (114X6)	150	5600	114,00	101,00	6,50	75	2,35	26,50
IFC-150 (114X9)	150	5600	114,00	96,00	9,00	97	3,00	36,00

Aunque nos sobraría con un micropilote, es necesario cumplir con el mínimo exigido por vuelco, por lo que colocaremos dos.

Por ende, utilizaremos dos micropilotes IFC-150 (60x6)

## ENCEPADOS

Según el artículo 58.8.1 en Cantos y dimensiones mínimas según el EHE, el canto total mínimo en el borde de un encepado sobre pilotes, no será inferior a 40 cm. Además, en este último caso el espesor no será, en ningún punto, inferior al diámetro del pilote.

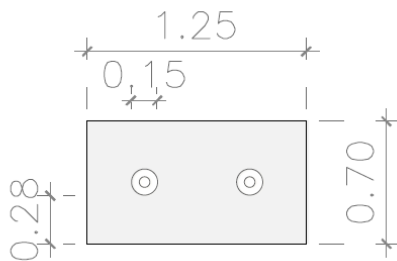
La distancia existente entre cualquier punto del perímetro del pilote y el contorno exterior de la base del encepado no será inferior a 25 cm.

La separación mínima entre micropilotes es  $D \cdot 2$  la cual no debe ser inferior a 60 cm.

El cálculo de encepados según el programa informático y el axil del pilar más desfavorable es de 70 cm.

El monolitismo del edificio estará garantizado por las dos direcciones dispuestas por dos filas de micropilotes dispuestos de manera simétrica, como se menciona previamente, lo cual mejorará a la estabilidad del edificio y sobretodo funcionará mejor una vez las comprobaciones de sismo sean elaboradas.

También tendremos que solucionar casos en los que el encepado sea medianera por uno o dos de sus lados o donde dos encepados quedan muy juntos y se opta por unirlos.



En cuanto al cubo, tanto el área de influencia, como las cargas que soporta son menores que las que existen en el resto de la fábrica y el mínimo de micro pilotes es 2, utilizamos la misma fórmula que arriba.

## ACCIONES EN LA EDIFICACIÓN

Acciones permanentes

Peso propio

En el art.2.1. del D-SE-A se habla de la necesidad de tener en cuenta el peso propio de la estructura así como el de los cerramientos, tabiques, suelos, así como carpinterías, rellenos..

A continuación se citan las cargas que se han tenido en cuenta para el cálculo de su valor.

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

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

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

- Forjado: 2 kN/m<sup>2</sup>
- Solería: 0.35 kN/m<sup>2</sup>
- Tabiquería: 1 kN/m
- Falso techo: 0.15 kN/m<sup>2</sup>

## ACCIONES VARIABLES

Sobrecarga de uso

En el art. 3.1 del DB-SE-A se define como sobrecarga de uso a todo el peso que pueda gravitar sobre el edificio por razón de su uso.

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

Categoría de uso		Subcategorías de uso		Carga uniforme [kN/m <sup>2</sup> ]	Carga concentrada [kN]
A	Zonas residenciales	A1	Viviendas y zonas de habitaciones en, hospitales y hoteles	2	2
		A2	Trasteros	3	2
B	Zonas administrativas			2	2
C	Zonas de acceso al público (con la excepción de las superficies pertenecientes a las categorías A, B, y D)	C1	Zonas con mesas y sillas	3	4
		C2	Zonas con asientos fijos	4	4
		C3	Zonas sin obstáculos que impidan el libre movimiento de las personas como vestíbulos de edificios públicos, administrativos, hoteles; salas de exposición en museos; etc.	5	4
		C4	Zonas destinadas a gimnasio u actividades físicas	5	7
		C5	Zonas de aglomeración (salas de conciertos, estadios, etc)	5	4
D	Zonas comerciales	D1	Locales comerciales	5	4
		D2	Supermercados, hipermercados o grandes superficies	5	7
E	Zonas de tráfico y de aparcamiento para vehículos ligeros (peso total < 30 kN)			2	20 <sup>(1)</sup>
F	Cubiertas transitables accesibles sólo privadamente <sup>(2)</sup>			1	2
G	Cubiertas accesibles únicamente para conservación <sup>(3)</sup>	G1 <sup>(7)</sup>	Cubiertas con inclinación inferior a 20°	1 <sup>(4)(8)</sup>	2
			Cubiertas ligeras sobre correas (sin forjado) <sup>(6)</sup>	0,4 <sup>(4)</sup>	1
		G2	Cubiertas con inclinación superior a 40°	0	2

Por lo tanto, tendremos varias sobrecargas.

- Zona vivienda: 2 kN/m<sup>2</sup>
- Zona oficinas: 2 kN/m<sup>2</sup>
- Zona universitaria: 3 kN/m<sup>2</sup>
- Zona gaming: 5 kN/m<sup>2</sup>
- Cubiertas: 1 kN/m<sup>2</sup>

### COMBINACIÓN DE ACCIONES

Acciones permanentes (G) = Peso propio 3.50 kN/m<sup>2</sup>

Cubierta 1 kN/m<sup>2</sup>

---

Gtotal 4.50 Kn/m<sup>2</sup>

Acciones variables (Q) = Sobrecarga de Uso 3 kN/m<sup>2</sup>

---

Q total 3 kN/m<sup>2</sup>

Combinación de cargas, ELS:

$$q = (1 * G) + (1 * Q) = (4.5 * 1) + (3 * 1) = 7.5 \text{ kN/m}^2$$

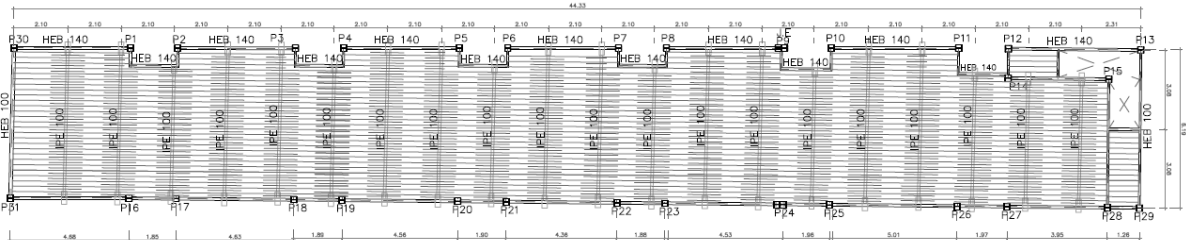
Combinación de cargas, ELU:

$$q = (1.35 * G) + (1.5 * Q) = (1.35 * 4.5) + (1.5 * 3) = 10.57 \text{ kN/m}^2$$

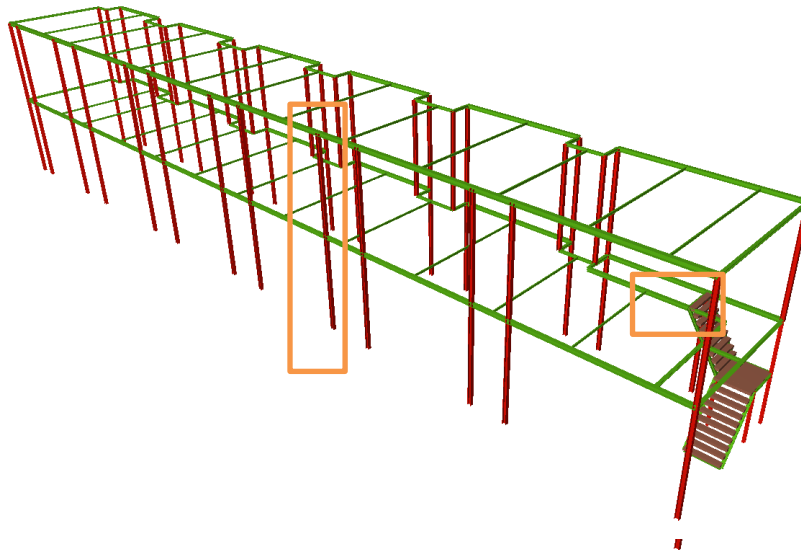
## CÁLCULO EN CYPE

A pesar de haber calculado todas las estructuras del edificio, estudiaremos un par de ellas en la memoria para ver el cumplimiento de los planos de ejecución y la normativa.

## RESIDENCIA



Comprobamos el cálculo metiendo la estructura en el programa y seleccionamos los puntos más desfavorables para comprobar su cumplimiento.



### Pilar N61/N22

Estado	Comprobación
✓ Cumple	Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)
✓ Cumple	Abundancia del alma reducida por el ala comprimida (Criterio de CYFE Ingenieros, basado en Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)
✓ Cumple	Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)
✓ Cumple	Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)
✓ Cumple	Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)
✓ Cumple	Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)
✓ Cumple	Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)
✓ Cumple	Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)
✓ Cumple	Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)
✓ Cumple	Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)
✓ Cumple	Resistencia a flexión y axial combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)
✓ Cumple	Resistencia a flexión, axial y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)
✓ Cumple	Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)
✓ Cumple	Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)
✓ Cumple	Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se cumplen todas las comprobaciones.

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

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

$$\lambda = \frac{l_0}{i} < 0.01 \quad \checkmark$$

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.

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

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

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

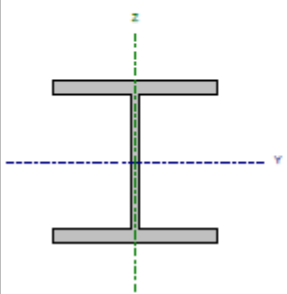
**Clase:** 1

**A:** 43.00 cm<sup>2</sup>

**$f_y$ :** 2803.26 kp/cm<sup>2</sup>

**$N_{cr}$ :** ∞

Barra N61/N22

Perfil: HE 140 B Material: Acero (S275)							
	Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
	Inicial	Final		Área (cm <sup>2</sup> )	I <sub>y</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>z</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>z</sub> <sup>(2)</sup> (cm <sup>4</sup> )
	N61	N22	4.000	43.00	1509.00	549.70	20.06

Notas:  
<sup>(1)</sup> Inercia respecto al eje indicado  
<sup>(2)</sup> Momento de inercia a torsión uniforme

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
$\beta$	0.00	0.00	0.00	0.00
L <sub>p</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000
C <sub>m</sub>	1.000	1.000	1.000	1.000
C <sub>1</sub>	-		1.000	

Notación:  
 $\beta$ : Coeficiente de pandeo  
L<sub>p</sub>: Longitud de pandeo (m)  
C<sub>m</sub>: Coeficiente de momentos  
C<sub>1</sub>: Factor de modificación para el momento crítico

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)													Estado		
	$\bar{\lambda}$	$\lambda_{cr}$	N <sub>Ed</sub>	N <sub>Rk</sub>	M <sub>1</sub>	M <sub>2</sub>	V <sub>1</sub>	V <sub>2</sub>	M <sub>1</sub> V <sub>1</sub>	M <sub>2</sub> V <sub>2</sub>	NM <sub>1</sub> M <sub>2</sub>	NM <sub>1</sub> V <sub>1</sub> V <sub>2</sub>	M <sub>1</sub>		M <sub>2</sub> V <sub>1</sub>	M <sub>2</sub> V <sub>2</sub>
N61/N22	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{cr} < \lambda_{lim}$ Cumple	N <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(a)</sup>	N <sub>Rk</sub> = 11.2 $\eta = 11.2$	M <sub>1</sub> = 0 m $\eta = 11.2$	M <sub>2</sub> = 4 m $\eta = 12.2$	V <sub>1</sub> = 0 m $\eta = 46.2$	V <sub>2</sub> = 0 m $\eta = 1.5$	M <sub>1</sub> V <sub>1</sub> = 0.3 $\eta < 0.1$	M <sub>2</sub> V <sub>2</sub> = 0.1 $\eta < 0.1$	NM <sub>1</sub> M <sub>2</sub> = 0 m $\eta = 63.3$	NM <sub>1</sub> V <sub>1</sub> V <sub>2</sub> = 0.1 $\eta < 0.1$	M <sub>1</sub> = 0.00 N.P. <sup>(a)</sup>	M <sub>2</sub> V <sub>1</sub> = 0.00 N.P. <sup>(a)</sup>	M <sub>2</sub> V <sub>2</sub> = 0.00 N.P. <sup>(a)</sup>	<b>CUMPLE</b> $\eta = 63.3$

Notación:  
 $\lambda$ : Limitación de esbeltez  
 $\lambda_{cr}$ : Abolladura del alma inducida por el ala comprimida  
N: Resistencia a tracción  
N<sub>Rk</sub>: Resistencia a compresión  
M<sub>1</sub>: Resistencia a flexión eje Y  
M<sub>2</sub>: Resistencia a flexión eje Z  
V<sub>1</sub>: Resistencia a corte Z  
V<sub>2</sub>: Resistencia a corte Y  
M<sub>1</sub>V<sub>1</sub>: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados  
M<sub>2</sub>V<sub>2</sub>: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados  
NM<sub>1</sub>M<sub>2</sub>: Resistencia a flexión y axial combinados  
NM<sub>1</sub>V<sub>1</sub>V<sub>2</sub>: Resistencia a flexión, axial y cortante combinados  
M: Resistencia a torsión  
M<sub>1</sub>V<sub>1</sub>: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados  
M<sub>2</sub>V<sub>2</sub>: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados  
x: Distancia al origen de la barra  
 $\eta$ : Coeficiente de aproximamiento (%)  
N.P.: No procede

Comprobaciones que no proceden (N.P.):  
<sup>(a)</sup> La comprobación no procede, ya que no hay axial de tracción.  
<sup>(b)</sup> La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.  
<sup>(c)</sup> No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para alguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

VIGA N212/N41

Estado Comprobación

- ✓ Cumple Limitación de esbeltez CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3
- ✓ Cumple Abolladura del alma inducida por el ala comprimida CTE DB SE-A, Articulo 6.3
- ✓ Cumple Resistencia a tracción CTE DB SE-A, Articulo 6.2.3
- ✓ Cumple Resistencia a compresión CTE DB SE-A, Articulo 6.2.3
- ✓ Cumple Resistencia a flexión eje Y CTE DB SE-A, Articulo 6.2.6
- ✓ Cumple Resistencia a flexión eje Z CTE DB SE-A, Articulo 6.2.6
- ✓ Cumple Resistencia a corte Z CTE DB SE-A, Articulo 6.2.4
- ✓ Cumple Resistencia a corte Y CTE DB SE-A, Articulo 6.2.4
- ✓ Cumple Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados CTE DB SE-A, Articulo 6.2.8
- ✓ Cumple Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados CTE DB SE-A, Articulo 6.2.8
- ✓ Cumple Resistencia a flexión y axial combinados CTE DB SE-A, Articulo 6.2.8
- ✓ Cumple Resistencia a flexión, axial y cortante combinados CTE DB SE-A, Articulo 6.2.8
- ✓ Cumple Resistencia a torsión CTE DB SE-A, Articulo 6.2.7
- ✓ Cumple Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados CTE DB SE-A, Articulo 6.2.8

Se cumplen todas las comprobaciones.

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.

$$\bar{\lambda} = \frac{\lambda \cdot T}{\sqrt{N_{cr}}}$$

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.

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

**f<sub>y</sub>:** Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

**N<sub>cr</sub>:** Axil crítico elástico de pandeo mínimo, teniendo en cuenta que las longitudes de pandeo son nulas.

$\bar{\lambda} < 0.01$  ✓

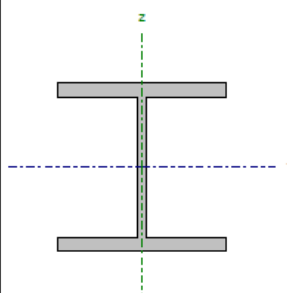
Clase: I

A: 43.00 cm<sup>2</sup>

f<sub>y</sub>: 2803.26 kp/cm<sup>2</sup>

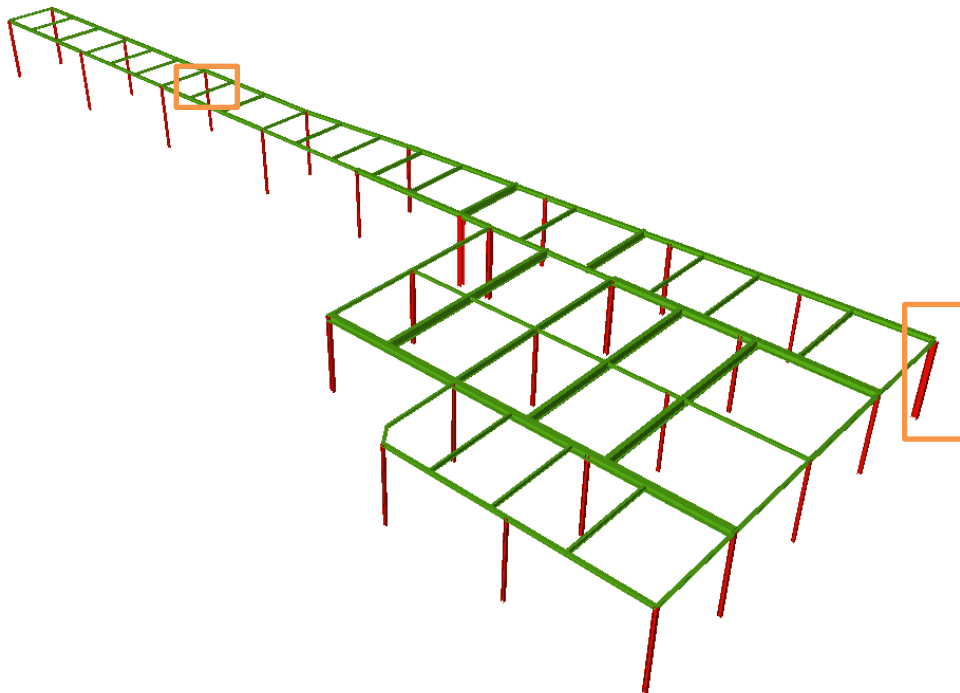
N<sub>cr</sub>: ∞

Barra N212/N41

Perfil: HE 140 B Material: Acero (S275)						
	Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas		
	Inicial	Final		Área (cm <sup>2</sup> )	I <sub>y</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>z</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )
	N212	N41	1.535	43.00	1509.00	549.70
<b>Notas:</b> <sup>(1)</sup> Inercia respecto al eje indicado <sup>(2)</sup> Momento de inercia a torsión uniforme						
	Pandeo			Pandeo lateral		
	Plano XY		Plano XZ	Ala sup.		Ala inf.
$\beta$	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		
<b>Notación:</b> $\beta$ : Coeficiente de pandeo $L_k$ : Longitud de pandeo (m) $C_m$ : Coeficiente de momentos $C_1$ : Factor de modificación para el momento crítico						

Barra	$\lambda$	$\lambda_{lim}$	N <sub>t</sub>	N <sub>c</sub>	M <sub>y</sub>	M <sub>z</sub>	V <sub>y</sub>	V <sub>z</sub>	M <sub>y</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>z</sub> V <sub>y</sub>	NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub>	NM <sub>y</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>y</sub>	M <sub>z</sub> V <sub>y</sub>	M <sub>z</sub> V <sub>z</sub>	Estado
N212/N41	$\lambda < 2.0$ Cumple	$\lambda_{lim} \leq \lambda_{lim,comp}$ Cumple	N <sub>t</sub> = 0.00 N.P. <sup>(1)</sup>	$\eta = 1.4$	x: 1.535 m $\eta = 66.3$	x: 1.535 m $\eta = 15.8$	x: 1.535 m $\eta = 26.4$	$\eta = 0.5$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 1.535 m $\eta = 83.5$	$\eta < 0.1$	$\eta = 1.8$	x: 1.535 m $\eta = 26.5$	$\eta = 0.5$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 83.5$
<b>Notación:</b> $\lambda$ : Limitación de esbeltez $\lambda_{lim}$ : Abolladura del alma inducida por el ala comprimida N <sub>t</sub> : Resistencia a tracción N <sub>c</sub> : Resistencia a compresión M <sub>y</sub> : Resistencia a flexión eje Y M <sub>z</sub> : Resistencia a flexión eje Z V <sub>y</sub> : Resistencia a corte Y V <sub>z</sub> : Resistencia a corte Z M <sub>y</sub> V <sub>z</sub> : Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados M <sub>z</sub> V <sub>y</sub> : Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub> : Resistencia a flexión y axial combinados NM <sub>y</sub> V <sub>z</sub> : Resistencia a flexión, axial y cortante combinados M <sub>y</sub> : Resistencia a torsión M <sub>y</sub> V <sub>z</sub> : Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados M <sub>z</sub> V <sub>y</sub> : Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados x: Distancia al origen de la barra $\eta$ : Coeficiente de aprovechamiento (%) N.P.: No procede Comprobaciones que no proceden (N.P.): <sup>(1)</sup> La comprobación no procede, ya que no hay axial de tracción.																

BIBLIOTECA





VIGA N70/N71

Estado Comprobación

- ✓ Cumple Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)
- ✓ Cumple Abolladura del alma reducida por el ala comprimida (Clase de CYPE Ingeniero, basado en Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo B)
- ✓ Cumple Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)
- ✓ Cumple Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)
- ✓ Cumple Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)
- ✓ Cumple Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)
- ✓ Cumple Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)
- ✓ Cumple Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)
- ✓ Cumple Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)
- ✓ Cumple Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)
- ✓ Cumple Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)
- ✓ Cumple Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)
- ✓ Cumple Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)
- ✓ Cumple Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)
- ✓ Cumple Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se cumplen todas las comprobaciones.

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 traccionadas no debe superar el valor 3.0.

$$\bar{\lambda} = \frac{\sqrt{A \cdot T}}{N_{cr}}$$

Donde:

- A: Área bruta de la sección transversal de la barra.
- $f_y$ : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)
- $N_{cr}$ : Axil crítico elástico de pandeo mínimo, teniendo en cuenta que las longitudes de pandeo son nulas.

A: 13.20 cm<sup>2</sup>  
 $f_y$ : 2803.26 kp/cm<sup>2</sup>  
 $N_{cr}$ : ∞

$\bar{\lambda} < 0.01$  ✓

Barra N70/N71

Perfil: IPE 120		Material: Acero (S275)		Características mecánicas			
Nudos	Longitud (m)	Nudos		Área (cm <sup>2</sup> )	I <sub>y</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>z</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>t</sub> <sup>(2)</sup> (cm <sup>4</sup> )
		Inicial	Final				
N70	N71	2.484	13.20	316.00	28.00	1.74	
<p>Notas:</p> <p><sup>(1)</sup> Inercia respecto al eje indicado</p> <p><sup>(2)</sup> Momento de inercia a torsión uniforme</p>							
		Pandeo		Pandeo lateral			
		Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.		
$\beta$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
$L_k$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
$C_m$	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000		
$C_1$	-	-	-	1.000	1.000		
<p>Notación:</p> <p><math>\beta</math>: Coeficiente de pandeo</p> <p><math>L_k</math>: Longitud de pandeo (m)</p> <p><math>C_m</math>: Coeficiente de momentos</p> <p><math>C_1</math>: Factor de modificación para el momento crítico</p>							

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)														Estado	
	$\bar{\lambda}$	$\lambda_{sw}$	$N_t$	$N_c$	$M_x$	$M_z$	$V_x$	$V_z$	$M_y V_x$	$M_z V_z$	$NM_x M_z$	$NM_y M_z V_x V_z$	$M_t$	$M_y V_x$		$M_z V_z$
N70/N71	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	$\lambda_{sw} \leq \lambda_{sw,max}$ Cumple	$\eta < 0.1$	$N_{t2} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	$\chi: 1.242$ m $\eta = 95.4$	$\chi: 0$ m $\eta = 5.4$	$\chi: 2.484$ m $\eta = 25.9$	$\eta = 0.1$	$\chi: 0$ m $\eta < 0.1$	$\chi: 0$ m $\eta < 0.1$	$\chi: 1.242$ m $\eta = 95.4$	$\eta < 0.1$	$M_{t2} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	$N.P.$ <sup>(3)</sup>	$N.P.$ <sup>(3)</sup>	CUMPLE $\eta = 95.4$
<p>Notación:</p> <p><math>\bar{\lambda}</math>: Limitación de esbeltez</p> <p><math>\lambda_{sw}</math>: Abolladura del alma inducida por el ala comprimida</p> <p><math>N_t</math>: Resistencia a tracción</p> <p><math>N_c</math>: Resistencia a compresión</p> <p><math>M_x</math>: Resistencia a flexión eje Y</p> <p><math>M_z</math>: Resistencia a flexión eje Z</p> <p><math>V_x</math>: Resistencia a corte X</p> <p><math>V_z</math>: Resistencia a corte Z</p> <p><math>M_y V_x</math>: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante X combinados</p> <p><math>M_z V_z</math>: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Z combinados</p> <p><math>NM_x M_z</math>: Resistencia a flexión y axil combinados</p> <p><math>NM_y M_z V_x V_z</math>: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados</p> <p><math>M_t</math>: Resistencia a torsión</p> <p><math>M_y V_x</math>: Resistencia a cortante X y momento torsor combinados</p> <p><math>M_z V_z</math>: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados</p> <p><math>\chi</math>: Distancia al origen de la barra</p> <p><math>\eta</math>: Coeficiente de aprovechamiento (%)</p> <p>N.P.: No procede</p> <p>Comprobaciones que no proceden (N.P.):</p> <p><sup>(1)</sup> La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.</p> <p><sup>(2)</sup> La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.</p> <p><sup>(3)</sup> No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.</p>																

**PILAR N30/N31**

Estado Comprobación

- ✓ Cumple Limitación de esbeltez CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3
- ✓ Cumple Absolutura del alma reducida por el ala comprimida CTE de CYPE Ingenieros, basado en Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)
- ✓ Cumple Resistencia a tracción CTE DB SE-A, Artículo 6.2.9)
- ✓ Cumple Resistencia a compresión CTE DB SE-A, Artículo 6.2.9)
- ✓ Cumple Resistencia a flexión eje Y CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)
- ✓ Cumple Resistencia a flexión eje Z CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)
- ✓ Cumple Resistencia a corte Y CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)
- ✓ Cumple Resistencia a corte Z CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)
- ✓ Cumple Resistencia a momento flexor Y y fuerza cortante Z combinados CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)
- ✓ Cumple Resistencia a momento flexor Z y fuerza cortante Y combinados CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)
- ✓ Cumple Resistencia a flexión y al combinado CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)
- ✓ Cumple Resistencia a flexión, así y constante combinados CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)
- ✓ Cumple Resistencia a torsión CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)
- ✓ Cumple Resistencia a corte Z y momento torsor combinados CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)
- ✓ Cumple Resistencia a corte Y y momento torsor combinados CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se cumplen todas las comprobaciones.

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

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)  
La esbeltez reducida  $\lambda$  de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

$$\bar{\lambda} = \frac{\sqrt{A \cdot T}}{\sqrt{N_{cr}}}$$

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.

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

**f<sub>y</sub>:** Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

**N<sub>cr</sub>:** Axil crítico elástico de pandeo mínimo, teniendo en cuenta que las longitudes de pandeo son nulas.

$\bar{\lambda} < 0.01$  ✓

**Clase:** 1

**A:** 78.10 cm<sup>2</sup>

**f<sub>y</sub>:** 2803.26 kp/cm<sup>2</sup>

**N<sub>cr</sub>:** ∞

**Barra N30/N31**

**Perfil: HE 200 B**  
**Material: Acero (S275)**

Nodos	Longitud (m)		Características mecánicas			
	Inicial	Final	Área (cm <sup>2</sup> )	I <sub>y</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>z</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>y</sub> <sup>(2)</sup> (cm <sup>4</sup> )
N30	N31	3.000	78.10	5696.00	2003.00	59.28

Notas:  
<sup>(1)</sup> Inercia respecto al eje indicado  
<sup>(2)</sup> Momento de inercia a torsión uniforme

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
$\beta$	0.00	0.00	0.00	0.00
L <sub>e</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000
C <sub>m</sub>	1.000	1.000	1.000	1.000
C <sub>1</sub>	-	-	1.000	

Notación:  
 $\beta$ : Coeficiente de pandeo  
L<sub>e</sub>: Longitud de pandeo (m)  
C<sub>m</sub>: Coeficiente de momentos  
C<sub>1</sub>: Factor de modificación para el momento crítico

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)														Estado
	$\lambda < 2.0$	$N_{cr} < N_{pl,Rd}$	$N_{cr} > N_{pl,Rd}$	$\eta < 4.3$	$\eta < 65.0$	$\eta < 10.0$	$\eta < 12.9$	$\eta < 0.7$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 12.9$	$\eta < 0.7$	
N30/N31	Cumple	Cumple	N.P. <sup>(1)</sup>	$\eta < 4.3$	$\eta < 65.0$	$\eta < 10.0$	$\eta < 12.9$	$\eta < 0.7$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 12.9$	$\eta < 0.7$	CUMPLE $\eta < 87.9$

Notación:  
 $\lambda$ : Limitación de esbeltez  
 $N_{cr}$ : Absolutura del alma reducida por el ala comprimida  
 $N_{pl,Rd}$ : Resistencia a tracción  
 $N_{cr}$ : Resistencia a compresión  
 $\eta$ : Resistencia a flexión eje Y  
 $\eta$ : Resistencia a flexión eje Z  
 $\eta$ : Resistencia a corte Y  
 $\eta$ : Resistencia a corte Z  
 $\eta$ : Resistencia a momento flexor Y y fuerza cortante Z combinados  
 $\eta$ : Resistencia a momento flexor Z y fuerza cortante Y combinados  
 $\eta$ : Resistencia a flexión y al combinado  
 $\eta$ : Resistencia a flexión, así y constante combinados  
 $\eta$ : Resistencia a torsión  
 $\eta$ : Resistencia a corte Z y momento torsor combinados  
 $\eta$ : Resistencia a corte Y y momento torsor combinados  
 $\eta$ : Distancia al origen de la barra  
 $\eta$ : Coeficiente de modificación (N3)  
 $\eta$ : No procede

Comprobaciones que no proceden (N.P.):  
<sup>(1)</sup> La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

## DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO: CUBO

### Geometría de la estructura del acero.

La estructura formada básicamente en 5 pórticos paralelos, cuya luz de aproximadamente 3.1 m, se divide en tres, mediante la introducción de dos forjados y un gran hueco central.

### Sistema de estabilización horizontal.

Hemos situado sistemas de estabilización horizontal en dos fachadas, dándole rigidez al sistema frente a las posibles acciones horizontales que incidan sobre la estructura, concretamente en la fachada sur y este. Las cruces de San Andrés se encuentran en zonas donde no existen huecos.

Los pilares, por otro lado, estarán empotrados en el suelo para paliar también dichas acciones horizontales, de esta manera, proporcionaremos rigidez a la estructura al completo.

### Predimensionado Geométrico del forjado

Acciones sobre la estructura.

Para el dimensionado de nuestra estructura, tanto en forjado como en las barras, necesitaremos conocer las fuerzas que soporta. Para recabar esta información nos remitimos al CTE-DB-SE-AE, el cual nos ofrece distintas tablas que nos permiten determinar con exactitud las fuerzas que actuarán sobre nuestra estructura en función de los elementos constructivos que elijamos para nuestro proyecto.

### Elección tipo de forjado.

Para ejecutar el forjado se ha optado por emplear un forjado mixto de chapa colaborante, ya que es más ligero, cuenta con un canto reducido y a la hora de la ejecución en obra trae consigo muchas ventajas.

### Cálculo de forjado.

Hemos escogido un forjado de la marca HIANSA modelo MT-100.

#### Forjado de Cubierta

Cubierta plana                      2.50 KN/m<sup>2</sup>

Sobrecarga uso                      1 KN/m<sup>2</sup>

Sobrecarga nieve                    0.20 KN/m<sup>2</sup>

$$(2.50 \text{ KN/m}^2 \times 1.35) + ((1,2 \text{ KN/m}^2 \times 1.5) = 5.17 \text{ KN/m}^2 = 517 \text{ daN/m}^2$$

#### Forjado Plantas

Solería                                  0.8 KN/m<sup>2</sup>

Sobrecarga de uso                    1 KN/m<sup>2</sup>

$$(0.8 \text{ KN/m}^2 \times 1.35) + ((1 \text{ KN/m}^2 \times 1.5) = 2.58 \text{ KN/m}^2 = 258 \text{ daN/m}^2$$

Según las tablas del fabricante que se muestran a continuación, con una luz máxima de 3 metros y una carga de 258 daN/m<sup>2</sup>, tendríamos que ejecutar el forjado de menor espesor, concretamente el de **10 cm de espesor**.

Por ende, el peso propio del forjado es de 183 Kg/m<sup>2</sup> = 1.8 KN/m<sup>2</sup>

### Elección de perfiles.

En el presente proyecto se ha optado por la utilización de perfiles de acero S235 JR. Así pues, el predimensionado se tendrá en cuenta las características de dicho material.

- Acero: S235 JR
- Tensión del límite elástico: 235 N/mm<sup>2</sup>
- Módulo de elasticidad: 210.000 N/mm<sup>2</sup>
- Densidad: 7850 kg/m<sup>3</sup>

**A**cciones en la edificación.**Forjado cubierta**

Carga permanente:

- ETFE:  $0.1 \text{ KN/m}^2$
- Peso propio del forjado:  $1.8 \text{ KN/m}^2$

G total:  $1.9 \text{ KN/m}^2$ 

Carga variable:

- Sobrecarga de nieve:  $0.2 \text{ KN/m}^2$

Q total:  $0.2 \text{ KN/m}^2$ Total sin mayorar:  $3.2 \text{ KN/m}^2$ Carga total mayorada:  $4.5 \text{ KN/m}^2$ **Forjado tipo**

Carga permanente:

- Peso propio del forjado:  $1.8 \text{ KN/m}^2$
- Solería:  $0.8 \text{ KN/m}^2$

G total:  $2.6 \text{ KN/m}^2$ 

Carga variable:

- Sobrecarga de uso:  $1 \text{ KN/m}^2$

Total sin mayorar:  $3.6 \text{ KN/m}^2$ Total mayorada:  $4.8 \text{ KN/m}^2$

## Predimensionado

### PILARES

A continuación, procedemos al predimensionado de los pilares de la estructura por los dos métodos: el geométrico y el mecánico.

En nuestro caso, el pilar más desfavorable son del 51-55 o del 64-68, Cogemos cualquiera de ellos y procedemos a los cálculos.

Con un área de influencia de 18.86 m<sup>2</sup> y una altura de 5.33 m.

Se atiende a la siguiente ecuación para proceder a al predimensionado geométrico:

$$l_{min} > \frac{Lk}{\pi \times \lambda \times \sqrt{E/fy}} ; d$$

Con nuestros datos, quedaría de la segunda manera:

$$l_{min} > \frac{1 \times 5330}{\pi \times \lambda \times \sqrt{210000/235}} = 71 \text{ mm}$$

Por lo que:

$$L_{min} = 7.1 \times 10 \text{ mm}$$

Según el prontuario, a  $l_{min}$  le corresponde un perfil **HEM 200**

### Predimensionado mecánico

Se parte de la ecuación del predimensionado mecánico de barras a compresión:

$$A > \frac{N}{X \cdot fyd}$$

Atendiendo a la ecuación inicial de predimensionado:

$$A > \frac{114.77}{0.8 \times 224000} = 6.4 \times 10^4$$

Según el prontuario, obtenemos **HEM 180**.

## VIGAS

Predimensionado Geométrico.

$$h \approx L/15 \text{ a } L/20$$

$$h \approx 3100/15 = 206.6 \text{ mm} = \text{IPE 220}$$

$$h \approx 3100 / 20 = 155 \text{ mm} = \text{IPE 160}$$

Predimensionado Mecánico.

Carga total:  $6.36 \text{ KN/m}^2$

Carga lineal:  $6.36 \times 1.53 = 9.73 \text{ KN/m}$

$$M_{ed} = q \cdot L^2 / 8 = [9.73 \times (3.1)^2] / 8 = 93.50 / 8 = 11.7 \text{ KN/m}$$

$$ELU = W_{pl} > M_{ed} / f_{yd}; W_{pl} = 11.7 \times 10^6 / 223.81 \times 10^3 = 52.27$$

$$285,4 > 52.24. \text{ CUMPLE IPE 220}$$

$$123.9 > 52.24 \text{ CUMPLE IPE 160}$$

Por lo tanto, utilizamos **IPE 160**.

## CERCHAS

Predimensionado Cercha

Para estimar el canto utilizamos la fórmula de  $\approx L/13$ .

Teniendo esto en cuenta,  $12/13 = 0.94 \text{ cm}$ .

El canto de nuestra cercha será:  $0.94 \text{ cm}$

Predimensionado de cordones:

Siendo el momento máximo:

$$M_{max} = \frac{q \cdot L^2}{8} = \frac{34 \times 12.26^2}{8} = 638.8.$$

$$M_{max} = 638.8 \text{ KN. m}$$

Y el axil en el cordón comprimido:

$$N_{max} = \frac{638.8}{0.94} = 679.61$$

$$N_{max} = 679.6 \text{ KN. M}$$

Predimensionado a resistencia:

$$A > \frac{638.8 \cdot 10^3 \text{ N} \times 1.05}{275} = 2439$$

Adoptaremos un perfil: RHS 200 x 100 x 5

Predimensionado a pandeo:

Al no haber diseñado aun la triangulación de la celosía, no se conoce la longitud de pandeo. Se limita esta para cumplir las condiciones de esbeltez máxima.

$$\Lambda < 2 \rightarrow \lambda < 173$$

$$\frac{Lk}{i_{min}} < 173 \rightarrow \frac{1 \cdot Lbarra}{51.2} < 173 \rightarrow Lbarra < 8.8576 \text{ mm}$$

Como podemos ver, no es una limitación muy restrictiva.

Predimensionado a deformación:

Considerando que el canto de la celosía es de 94 cm y los cordones se dimensionan con 2 # 200x100x5, el momento de inercia del conjunto será igual a:

$$I_y = 2 [5120 \times 470^2 + 14590000]$$

$$I_y = 2.336.296.000 \text{ mm}^4$$

Siendo la flecha máxima igual a:

$$f_{max} = 1.15 \cdot \frac{5 \cdot q \cdot L^4}{384 \cdot E \cdot I_y}$$

$$f_{max} = 1.15 \cdot \frac{5 \cdot 37 \cdot 12260^4}{384 \cdot 210000 \cdot 2336296000} = 25.51$$



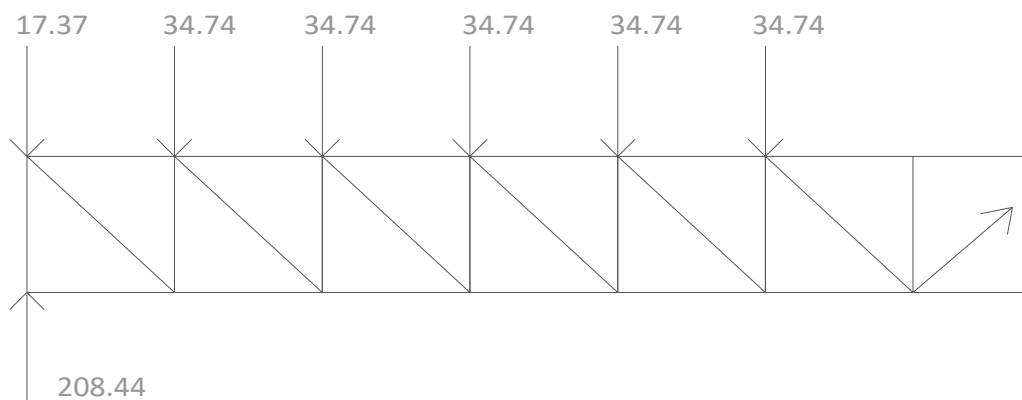
$$f_{\max} = 25.51 < 40 \text{ mm}$$

Por lo tanto: **CUMPLE**

**P**redimensionado de los montantes y diagonales:

Para el predimensionado de los montantes y diagonales es necesario conocer la geometría interna de la celosía. Se adopta la geometría de la figura, siendo las cargas puntuales correspondientes a la combinación ELU en los nudos internos igual a:

$$F = \frac{34 \times 12.26}{12} = 34.74 \text{ KN siendo en los extremos de } 17.37 \text{ KN}$$



Aplicando el método de Ritter, se corta la celosía en el punto indicado planeando el sumatorio de momentos en el nudo A igual a cero:

$$208.4 * 6 - 17.37 * 6 - 34.74 * 5 - 34.74 * 4 - 34.74 * 2 - 34.74 * 1 - N * d = 0$$

Siendo:  $tg \alpha = \frac{1.02}{0.94} \rightarrow \alpha = 47.3 \rightarrow sin \alpha = \frac{d}{0.94} = 0.6908$

Por tanto:  $\alpha = 48^\circ$  ;  $d = 0.6908 \text{ mm}$

$$N = \frac{1251 - 104.22 - 521.1}{0.6908} = 905.73 \text{ KN (tracción)}$$

Predimensionado a resistencia de la diagonal:

$$A > \frac{905.73 \cdot 10^3 \text{ N} \times 1.05}{275} = 3458.2 \text{ mm}^2$$

$$\text{SHS 120} * 8 = 3520 \text{ mm}^2$$

Predimensionado a resistencia del montante central:

$$A > \frac{34.74 \cdot 10^3 \text{ N} \times 1.05}{275} = 132.64 \text{ mm}^2$$

Predimensionado a pandeo del montante central:

$$\Lambda < 2 \rightarrow \lambda < 173$$

$$\frac{Lk}{i_{min}} < 173 \rightarrow \frac{940}{173} < i_{min} \rightarrow i_{min} = 5.43 \text{ mm}$$

Adoptamos el perfil SHS 50X5 = 873 mm<sup>2</sup>

## ESTABILIZACIÓN HORIZONTAL

Como forma de estabilización horizontal hemos decidido colocar cruces de San Andrés con el fin de reducir los momentos flectores en los elementos de la estructura.

Predimensionado geométrico

Para cruces de San Andrés en primera planta:

$$l_{min} > \frac{Lk}{\pi \times \lambda \times \sqrt{E/fy}}$$

$$l_{min} > (1.3 * 8560) / \pi * 3 (210000 / 235)^{1/2}$$

$$l_{min} > 39.49 \text{ mm}$$

$$L = 130 \times 130 \times 12$$

Para cruces de San Andrés en el resto de plantas:

$$l_{min} > \frac{Lk}{\pi \lambda \sqrt{E/fy}}$$

$$l_{min} > (1.3 * 6100) / \pi * 3 (210000 / 235)^{1/2}$$

$$l_{min} > 28.14 \text{ mm}$$

$$L = 100 \times 100 \times 8$$

## VIENTO

Para aplicar el viento vamos a determinar el valor de la carga superficial de viento.

$$\text{Por tanto : } q_e = q_b \cdot C_e \cdot C_p \text{ (KN/m}^2\text{)}$$

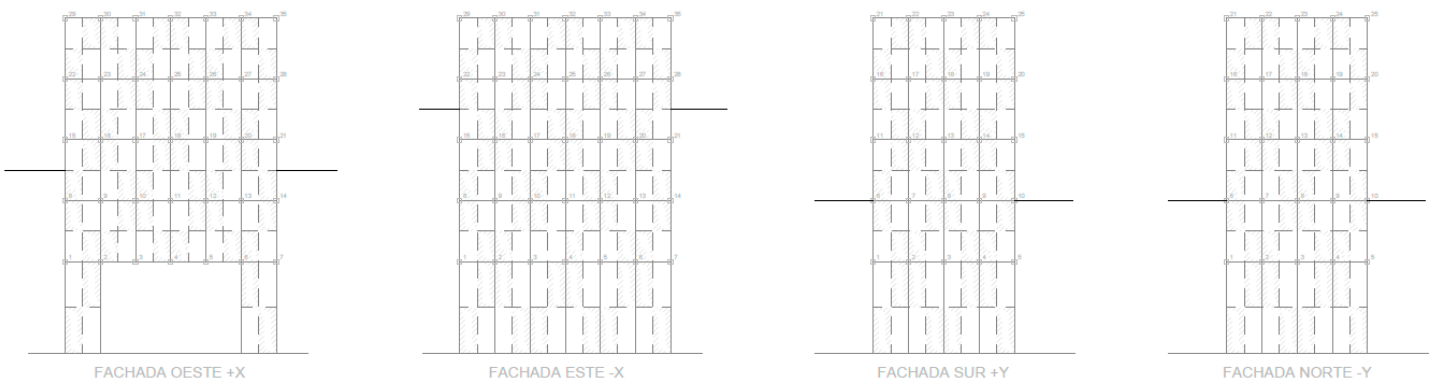
Para calcular un valor más preciso, nos regimos por lo siguiente:

$$q_b = 0.5 \cdot \rho \cdot v_b^2$$

$$q_b = 0.5 * 1.25 * 26^2 \text{ (Zona A)} = 422 \text{ N/m}^2 = 0.423 \text{ KN/m}^2$$

$$q_b = 0.423 \text{ KN/m}^2$$

Con esto podemos proceder al cálculo de cargas.



## CARGAS SUPERFICIALES

VIENTO +X							
Nudo	Altura	Qb	Ce	Cp	Cs	Qe Presión	Qe Succión
15	18,6	0,5	2,2	0,8	-0,6	0,88	-0,66
22	23,9	0,5	2,4	0,8	-0,6	0,96	-0,72
29	29,2	0,5	2,6	0,8	-0,6	1,04	-0,78

VIENTO -X							
Nudo	Altura	Qb	Ce	Cp	Cs	Qe Presión	Qe Succión
22	23,9	0,5	2,4	0,8	-0,6	0,96	-0,72
29	29,2	0,5	2,6	0,8	-0,6	1,04	-0,78

VIENTO +Y							
Nudo	Altura	Qb	Ce	Cp	Cs	Qe Presión	Qe Succión
6	13,5	0,5	2,1	0,8	-0,6	0,84	-0,63
11	18,6	0,5	2,2	0,8	-0,6	0,88	-0,66
16	23,9	0,5	2,4	0,8	-0,6	0,96	-0,72
21	29,2	0,5	2,6	0,8	-0,6	1,04	-0,78

VIENTO -Y							
Nudo	Altura	Qb	Ce	Cp	Cs	Qe Presión	Qe Succión
6	13,5	0,5	2,1	0,8	-0,6	0,84	-0,63
11	18,6	0,5	2,2	0,8	-0,6	0,88	-0,66
16	23,9	0,5	2,4	0,8	-0,6	0,96	-0,72
21	29,2	0,5	2,6	0,8	-0,6	1,04	-0,78

## CARGAS LINEALES

VIENTO +X					
Nudo	h (m)	Q <sub>epx</sub>	Q <sub>lpx</sub>	Q <sub>esx</sub>	Q <sub>lsx</sub>
15	5,33	0,88	4,69	-0,66	-3,5178
22	5,33	0,96	5,12	-0,66	-3,5178
29	2,65	1,04	2,76	-0,78	-2,067

VIENTO -X					
Nudo	h (m)	Q <sub>epx</sub>	Q <sub>lpx</sub>	Q <sub>esx</sub>	Q <sub>lsx</sub>
22	5,33	0,96	5,12	-0,72	- 3,68
29	2,65	1,04	2,76	-0,78	- 2,15

VIENTO +Y					
Nudo	h (m)	Q <sub>epx</sub>	Q <sub>lpx</sub>	Q <sub>esx</sub>	Q <sub>lsx</sub>
6	2,65	0,84	2,23	-0,63	- 1,40
11	5,33	0,88	4,69	-0,66	- 3,10
16	5,33	0,96	5,12	-0,72	- 3,68
21	2,65	1,04	2,76	-0,78	- 2,15

VIENTO -Y					
Nudo	h (m)	Q <sub>epx</sub>	Q <sub>lpx</sub>	Q <sub>esx</sub>	Q <sub>lsx</sub>
6	2,65	0,84	2,23	-0,63	- 1,40
11	5,33	0,88	4,69	-0,66	- 3,10
16	5,33	0,96	5,12	-0,72	- 3,68
21	2,65	1,04	2,76	-0,78	- 2,15

**CARGAS LINEALES**

VIENTO +X

Nudo	Área de influencia	Qe Presión	Carga Presión	Qe Succión	Carga Succión
15	8,13	0,88	3,6	-0,66	-2,7
16	16,25	0,88	7,2	-0,66	-5,4
17	16,25	0,88	7,2	-0,66	-5,4
18	16,25	0,88	7,2	-0,66	-5,4
19	16,25	0,88	7,2	-0,66	-5,4
20	16,25	0,88	7,2	-0,66	-5,4
21	8,13	0,88	3,6	-0,66	-2,7
22	8,13	0,96	3,9	-0,72	-2,9
23	16,25	0,96	7,8	-0,72	-5,9
24	16,25	0,96	7,8	-0,72	-5,9
25	16,25	0,96	7,8	-0,72	-5,9
26	16,25	0,96	7,8	-0,72	-5,9
27	16,25	0,96	7,8	-0,72	-5,9
28	8,13	0,96	3,9	-0,72	-2,9
29	4,06	1,04	2,1	-0,78	-1,6
30	8,13	1,04	4,2	-0,78	-3,2
31	8,13	1,04	4,2	-0,78	-3,2
32	8,13	1,04	4,2	-0,78	-3,2
33	8,13	1,04	4,2	-0,78	-3,2
34	8,13	1,04	4,2	-0,78	-3,2
35	4,06	1,04	2,1	-0,78	-1,6

VIENTO -X

Nudo	Área de influencia	Qe Presión	Carga Presión	Qe Succión	Carga Succión
22	8,13	0,96	3,9	-0,72	-2,9
23	16,25	0,96	7,8	-0,72	-5,9
24	16,25	0,96	7,8	-0,72	-5,9
25	16,25	0,96	7,8	-0,72	-5,9
26	16,25	0,96	7,8	-0,72	-5,9
27	16,25	0,96	7,8	-0,72	-5,9
28	8,13	0,96	3,9	-0,72	-2,9
29	4,06	1,04	2,1	-0,78	-1,6
30	8,13	1,04	4,2	-0,78	-3,2
31	8,13	1,04	4,2	-0,78	-3,2
32	8,13	1,04	4,2	-0,78	-3,2
33	8,13	1,04	4,2	-0,78	-3,2
34	8,13	1,04	4,2	-0,78	-3,2
35	4,06	1,04	2,1	-0,78	-1,6

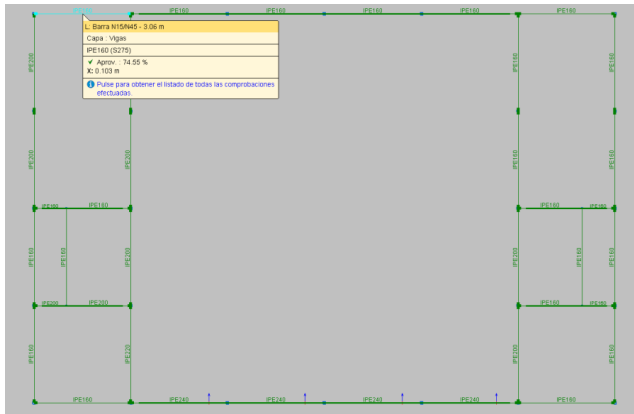
VIENTO +Y/-Y

Nudo	Área de influencia	Qe Presión	Carga Presión	Qe Succión	Carga Succión
6	8,13	0,84	3,4	-0,63	-2,6
7	16,25	0,84	6,8	-0,63	-5,1
8	16,25	0,84	6,8	-0,63	-5,1
9	16,25	0,84	6,8	-0,63	-5,1
10	16,25	0,84	6,8	-0,63	-5,1
11	16,25	0,88	7,2	-0,66	-5,4
12	8,13	0,88	3,6	-0,66	-2,7
13	8,13	0,88	3,6	-0,66	-2,7
14	16,25	0,88	7,2	-0,66	-5,4
15	16,25	0,88	7,2	-0,66	-5,4
16	16,25	0,96	7,8	-0,72	-5,9
17	16,25	0,96	7,8	-0,72	-5,9
18	16,25	0,96	7,8	-0,72	-5,9
19	8,13	0,96	3,9	-0,72	-2,9
20	4,06	0,96	1,9	-0,72	-1,5
21	8,13	1,04	4,2	-0,78	-3,2
22	8,13	1,04	4,2	-0,78	-3,2
23	8,13	1,04	4,2	-0,78	-3,2
24	8,13	1,04	4,2	-0,78	-3,2
25	8,13	1,04	4,2	-0,78	-3,2

**CYPE**

**Comprobaciones ELU**

La ELU nos indica cual es el aprovechamiento de resistencia y flecha de las secciones, es decir, el trabajo en tanto por ciento que realiza la sección con respecto al 100%, limite máximo capaz de soportar. Para desarrollar el análisis, hemos elegido la viga y el pilar más solicitados.



**Barra N15 / N45**  
Perfil: IPE160  
Material: Acero (S275)

Nodos		Longitud (m)			Ángulo de giro (grados)	Peso teórico (kp)
Inicial	Final	Indeformable origen	Deformable	Indeformable extremo		
N15	N45	0.103	2.854	0.103	0.000	48.26

Pandeo				
β (1)	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano xy	Plano xz	Ala sup.	Ala inf.
L <sub>k</sub> (2)	0.000	0.000	0.000	0.000
C <sub>m</sub> (3)	1.000	1.000	1.000	1.000

Notación:  
(1) Coeficiente de pandeo  
(2) Longitud de pandeo (m)  
(3) Coeficiente de momentos

Grupo de flecha: G91				
Tipo	Límites de flecha			
	f <sub>ma</sub> (1)	f <sub>mr</sub> (2)	f <sub>aa</sub> (3)	f <sub>ar</sub> (4)
Plano xy	Secante	L / 300	-	L / 300
Plano xz	Secante	-	L / 300	-

Notación:  
(1) Flecha máxima absoluta  
(2) Flecha máxima relativa  
(3) Flecha activa absoluta  
(4) Flecha activa relativa

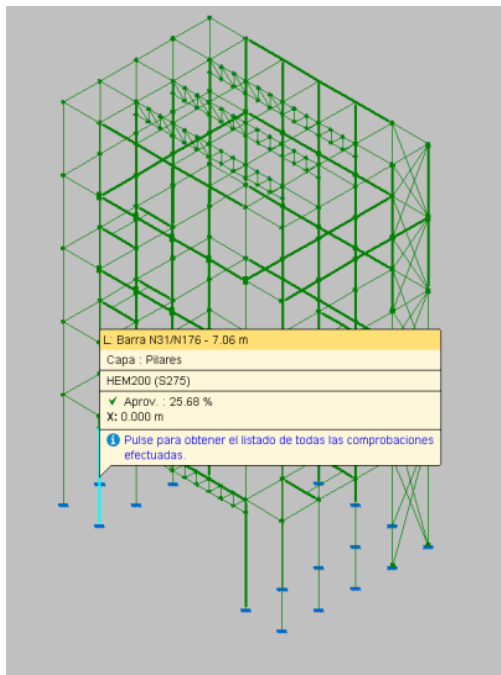
Coeficientes de empotramiento		
	Origen	Extremo
Plano xy	1.000	1.000
Plano xz	1.000	1.000

Comprobación	
Temperatura ambiente	Situación de incendio
✓ Aprov. de resistencia: 74.55 %	⚠ Se ha seleccionado no realizar la comprobación de resistencia al fuego
✓ Aprov. de flecha: 68.88 %	

La viga más solicitada es de perfil IPE 160, situada en el segundo forjado. Tiene una longitud de 3 metros. Su índice de aprovechamiento es de 75%.

En este caso la sollicitación mayor viene dada por el momento flector en Y.



**Barra N31 / N176**  
Perfil: HEM200  
Material: Acero (S275)

Nodos		Longitud (m)			Ángulo de giro (grados)	Peso teórico (kp)
Inicial	Final	Indeformable origen	Deformable	Indeformable extremo		
N31	N176	-	6.970	0.090	0.000	727.57

Pandeo				
β (1)	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano xy	Plano xz	Ala sup.	Ala inf.
L <sub>k</sub> (2)	0.68	0.70	0.00	0.00
C <sub>m</sub> (3)	1.000	1.000	1.000	1.000

Notación:  
(1) Coeficiente de pandeo  
(2) Longitud de pandeo (m)  
(3) Coeficiente de momentos

Grupo de flecha: G46				
Tipo	Límites de flecha			
	f <sub>ma</sub> (1)	f <sub>mr</sub> (2)	f <sub>aa</sub> (3)	f <sub>ar</sub> (4)
Plano xy	Secante	L / 300	-	L / 300
Plano xz	Secante	-	L / 300	-

Notación:  
(1) Flecha máxima absoluta  
(2) Flecha máxima relativa  
(3) Flecha activa absoluta  
(4) Flecha activa relativa

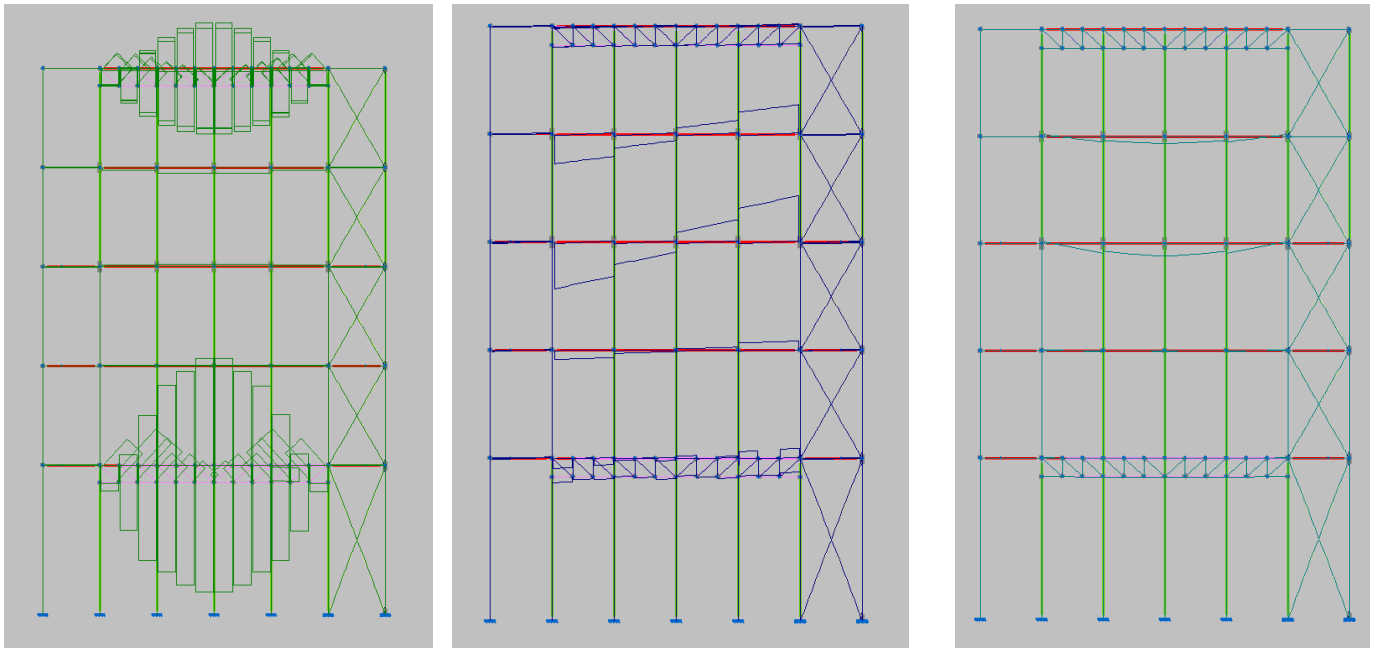
Coeficientes de empotramiento		
	Origen	Extremo
Plano xy	1.000	1.000
Plano xz	1.000	1.000

Comprobación	
Temperatura ambiente	Situación de incendio
✓ Aprov. de resistencia: 25.68 %	⚠ Se ha seleccionado no realizar la comprobación de resistencia al fuego
✓ Aprov. de flecha: 14.37 %	

En cambio nuestro pilar más solicitado únicamente tiene un 26% de aprovechamiento, esto se debe a que perfiles anteriores cumplían con flecha y resistencia pero no con la esbeltez, por lo que tuvimos que aumentar el perfil hasta conseguirlo.

**ESFUERZOS**



Si observamos las gráficas de axil, cortante y momento, respectivamente, podemos ver como lógicamente se producen mayores esfuerzos en la zona central del pórtico, dado que llegamos a superar una distancia de 12 metros.

En definitiva, tenemos una estructura portante que cumple completamente aunque algunos perfiles, sobre todo los pilares de planta baja, tengo menos aprovechamiento que otros.

## SEGURIDAD EN CASA DE INCENDIO

### Índice

Propagación interior

Propagación exterior

Evacuación de ocupantes

Instalaciones de protección contra incendios

Intervención de los bomberos

Resistencia al fuego de la estructura

40



## MEMORIA JUSTIFICATIVA DE INSTALACIONES

### INSTALACIÓN DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

Para reducir al mínimo los riesgos que pueda ocasionar derivados de un incendio de origen accidental en el edificio, se ha diseñado el mismo mediante los parámetros que se determinan en el Código Técnico de la Edificación en el Documento Básico de Seguridad en caso de Incendios, DB-SI.

Los datos aportados en la memoria serán los obtenidos por el edificio y los definidos en el Documento Básico.

El objetivo de estas medidas es el de colaborar con la evacuación de los ocupantes del edificio, evitar la propagación exterior e interior, la definición de las instalaciones que van a evitar la propagación del incendio y la evacuación del edificio, la correcta disposición de los elementos necesarios para la intervención de los bomberos y la definición de los elementos estructurales en cuanto a la resistencia al fuego de los mismos.

En este caso, al ser un uso poco usual en construcciones actuales, sobre todo en la zona de juego, se ha debido obtener ocupaciones en base a usos parecidos y a estimación por lugares.

Las bases de cálculo estarán formadas por las siguientes normas:

-CTE-DB-SI.

Clasificación de los productos de construcción y de los elementos constructivos en función de sus propiedades de reacción y resistencia frente al fuego. ("Euroclases" de reacción y resistencia al fuego).

### DEFINICIÓN DE USOS

De acuerdo al CTE-DB-SI, en su anejo SI A de Terminología, designaremos los siguientes usos:

- Centro gaming: Uso Pública Concurrencia.
- Escuela Superior de arte, tecnología y diseño: Uso Docente
- Desarrollo de videojuegos: Uso Administrativo

### SI 1 - PROPAGACIÓN INTERIOR

Compartimentación en sectores de incendio.

De acuerdo con el CTE-DB-SI, en su anejo de SI A de Terminología, entendemos por Sector de incendio: "Espacio de un edificio separa de otras zonas del mismo elemento por elementos constructivos delimitadores resistentes al fuego durante un periodo de tiempo determinado, en el interior del cual se puede confinar (o excluir) el incendio para que no se pueda propagar a (o desde) otra parte del edificio. Los locales de riesgo especial no se consideran sectores de incendio.

**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"> <li>- Todo establecimiento 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 m<sup>2</sup> y cuyo uso sea <i>Docente, Administrativo o Residencial Público</i>.</li> <li>- Toda zona cuyo uso previsto sea diferente y subsidiario del principal del edificio o del establecimiento en el que esté integrada debe constituir un sector de incendio diferente cuando supere los siguientes límites: <ul style="list-style-type: none"> <li>Zona de uso <i>Residencial Vivienda</i>, en todo caso.</li> <li>Zona de alojamiento<sup>(1)</sup> o de uso <i>Administrativo, Comercial o Docente</i> cuya superficie construida exceda de 500 m<sup>2</sup>.</li> <li>Zona de uso <i>Pública Concurrencia</i> cuya ocupación exceda de 500 personas.</li> <li>Zona de uso <i>Aparcamiento</i> cuya superficie construida exceda de 100 m<sup>2</sup><sup>(2)</sup>.</li> <li>Cualquier comunicación con zonas de otro uso se debe hacer a través de vestíbulos de <i>independencia</i>.</li> </ul> </li> <li>- Un espacio diáfano puede constituir un único sector de incendio que supere los límites de superficie construida que se establecen, siempre que al menos el 90% de ésta se desarrolle en una planta, sus salidas comuniquen directamente con el espacio libre exterior, al menos el 75% de su perímetro sea fachada y no exista sobre dicho recinto ninguna zona habitable.</li> <li>- No se establece límite de superficie para los sectores de <i>riesgo mínimo</i>.</li> </ul>
<i>Residencial Vivienda</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La superficie construida de todo sector de incendio no debe exceder de 2.500 m<sup>2</sup>.</li> <li>- Los elementos que separan viviendas entre sí deben ser al menos EI 60.</li> </ul>
<i>Administrativo</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La superficie construida de todo sector de incendio no debe exceder de 2.500 m<sup>2</sup>.</li> </ul>
<i>Docente</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Si el edificio tiene más de una planta, la superficie construida de cada sector de incendio no debe exceder de 4.000 m<sup>2</sup>. Cuando tenga una única planta, no es preciso que esté compartimentada en sectores de incendio.</li> </ul>
<i>Pública Concurrencia</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La superficie construida de cada sector de incendio no debe exceder de 2.500 m<sup>2</sup>, excepto en los casos contemplados en los guiones siguientes.</li> <li>- Los espacios destinados a público sentado en asientos fijos en cines, teatros, auditorios, salas para congresos, etc., así como los museos, los espacios para culto religioso y los recintos polideportivos, feriales y similares pueden constituir un sector de incendio de superficie construida mayor de 2.500 m<sup>2</sup> siempre que: <ul style="list-style-type: none"> <li>a) estén compartimentados respecto de otras zonas mediante elementos EI 120;</li> <li>b) tengan resuelta la evacuación mediante <i>salidas de planta</i> que comuniquen con un sector de <i>riesgo mínimo</i> a través de <i>vestibulos de independencia</i>, o bien mediante <i>salidas de edificio</i>;</li> <li>c) los materiales de revestimiento sean B-s1,d0 en paredes y techos y BFL-s1 en suelos;</li> <li>d) la <i>densidad de la carga de fuego</i> debida a los materiales de revestimiento y al mobiliario fijo no exceda de 200 MJ/m<sup>2</sup> y</li> <li>e) no exista sobre dichos espacios ninguna zona habitable.</li> </ul> </li> <li>- Las cajas escénicas deben constituir un sector de incendio diferenciado.</li> </ul>

El primer paso ha consistido en la sectorización de cada una de las fases del proyecto en sectores de incendio diferenciados. Así pues, los sectores de incendio distinguidos en el proyecto son 12.

1 destinado al uso residencial, 1 a uso administrativo, 3 a uso docente y 7 a uso pública concurrencia.

## SECTORIZACIÓN

Cumpliendo con los requerimientos de la tabla 1.1. Se divide el proyecto en dichos sectores:

- **Sector 1:** Vivienda alto rendimiento. Uso Residencial Vivienda. Superficie =  $968,97 \text{ m}^2 < 2500 \text{ m}^2$
- **Sector 2:** Guardería. Uso Docente. Superficie =  $202,77 \text{ m}^2 < 4000 \text{ m}^2$
- **Sector 3:** Patio interior y zona de control. Uso Pública Concurrencia. Superficie =  $2683,2 \text{ m}^2 > 2500 \text{ m}^2$ .
- **Sector 4:** Centro de Procesamiento de Datos (CPD) y Zona de juego individual. Uso Pública Concurrencia. Superficie =  $1689,66 \text{ m}^2 < 2500 \text{ m}^2$
- **Sector 5:** Juegos recreativos y zona de control. Uso Pública Concurrencia. Superficie =  $667,52 \text{ m}^2$
- **Sector 6:** Hall. Estadio. Restaurante Superficie =  $2802,88 \text{ m}^2 > 2500 \text{ m}^2$
- **Sector 7:** Oficinas y Sala de trabajo. Uso Administrativo. Superficie =  $2364,33 \text{ m}^2 < 2500 \text{ m}^2$
- **Sector 8:** Biblioteca. Uso Docente. Superficie =  $1342,37 \text{ m}^2 < 2500 \text{ m}^2$
- **Sector 9:** Universidad. Uso Docente. Superficie =  $2664,22 \text{ m}^2 < 4000 \text{ m}^2$
- **Sector 10:** Gaming tower. Uso Pública Concurrencia. Superficie =  $1526,58 \text{ m}^2 < 2500 \text{ m}^2$
- **Sector 11:** Hall y Salón de Actos. Uso Pública Concurrencia. Superficie =  $785,61 \text{ m}^2 < 2500 \text{ m}^2$



Antigua Fábrica de Artillería.

Nuestro edificio tiene 3 usos diferenciados: Pública Concurrencia, en toda la zona de juego; Docente, en el espacio universitario y Administrativo, en la parte de las oficinas.

El edificio está pensado como un equipamiento para el barrio y a la vez para la ciudad.

**LOCALES Y ZONAS DE RIESGO ESPECIAL**

Establecemos cuales son los locales del edificio y dentro de los distintos usos podrían conformar un local de riesgo especial y comprobaremos de qué grado son acorde a la tabla 2.1 de DB-1.

LOCAL	TIPO DE RIESGO	PLANTA
Almacén 1	Medio 100 < V < 400 m <sup>3</sup>	baja
Almacén 2	Medio 100 < V < 400 m <sup>3</sup>	baja
Centro de Transformación	Bajo	baja
Grupo Electrógeno	Bajo	baja
Sala Caldera		baja
Sala Climatización		baja
Contadores electricidad		baja
Sala frigorífica		baja
Camerinos	Bajo 20 < S < 100 m <sup>2</sup>	baja
Cocina	Medio 30 < P < 50 kW	baja

La potencia de la cocina ha sido calculada de la siguiente manera:

- 5 Fogones = 3.3 kW/fogón = 16.5 kW
- 2 Hornos de gas = 2.3 kW/horno = 4.6 kW
- 2 freidoras de 10 litros = 5 kW/freidora = 10 kW
- 2 Microondas = 0.9 kW/microondas = 1.8 kW

Potencia instalada total. P = 32.9 kW

(\*) El sistema de extracción de humos de la cocina debe cumplir las siguientes condiciones:

- Las campanas estarán separadas al menos 50 cm de cualquier material que no sea A1.
- Los conductos serán independientes de toda otra extracción o ventilación y exclusivo para la cocina.
- Debe disponer de registros de inspección y limpieza en los cambios de dirección con ángulos mayores que 30º.
- Los conductos tendrán una clasificación al menos EI30 y no deben existir compuertas cortafuego en el interior de estos conductos.
- Los filtros deben estar separados de los focos de calor más de 1.20m, debiendo ser fácilmente accesibles y desmontables para su limpieza, tener una inclinación mayor que 45º y poseer una bandeja de recogida de grasas que conduzca a estas hasta un recipiente cerrado cuya capacidad debe ser menor de 3 litros.

En la tabla 2.2 se establecen las condiciones de las zonas de riesgo especial:

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

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

## REACCIÓN ALFUEGO DE LOS ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS

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**

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

## EVACUACIÓN DE OCUPANTES

### COMPATIBILIDAD DE LOS ELEMENTOS DE EVACUACIÓN

El proceso descrito a continuación, es coherente en todo momento a lo expuesto en el DB-SI-3 (Evacuación de ocupantes).

En cuanto a la compatibilidad de los elementos de evacuación, al estar el edificio bien compartimentado en tres zonas muy diferenciadas, no es necesario.

### CÁLCULO DE OCUPACIÓN

Para calcular la ocupación deben tomarse los valores de densidad de ocupación que se indican en la tabla 2.1 en función de la superficie útil de cada zona, salvo cuando sea previsible una ocupación mayor o bien cuando sea exigible una ocupación menor en aplicación de alguna disposición legal de obligado cumplimiento, como puede ser en el caso de establecimientos hoteleros, docentes, hospitales, etc...

		LOCAL	S (m <sup>2</sup> )	F OCUPACIÓN (m <sup>2</sup> /p)	OCUPACIÓN (mayorada)
RESIDENCIAL VIVIENDA	S1	Vivienda (pb)	696.71	20	35
		Vivienda (p1)	272.26	20	14
		TOTAL	968,97	-	<b>49</b>

\* La previsión real es para 6 personas.

		LOCAL	S (m <sup>2</sup> )	F OCUPACIÓN (m <sup>2</sup> /p)	OCUPACIÓN (mayorada)
DOCENTE	S2	Guardería	202.77	10	<b>20</b>

		LOCAL	S (m <sup>2</sup> )	F OCUPACIÓN (m <sup>2</sup> /p)	OCUPACIÓN (mayorada)
PÚBLICA CONCURRENCIA	S3	Patio interior (pb)	2278.34	0.25 (*)	570
		Patio interior (p1)	370.86	2	19
		Control	16	1 p/asiento	1
		TOTAL	2332.2	-	<b>590</b>

(\*) Se utiliza el 0.25 al ser la más desfavorable, dado que tendrá dos usos, el temporal como sala de exposiciones y el continuo de Zona de paso. Además tendrá extinción automática.

		LOCAL	S (m <sup>2</sup> )	F OCUPACIÓN (m <sup>2</sup> /p)	OCUPACIÓN (mayorada)
PÚBLICA CONCURRENCIA	S4	CPD	668.1	nula	nula
		Zona juego individual	1021.56	9	114
		TOTAL	1689.66	-	<b>114</b>

		LOCAL	S (m <sup>2</sup> )	F OCUPACIÓN (m <sup>2</sup> /p)	OCUPACIÓN (mayorada)
PÚBLICA CONCURRENCIA	S5	Juegos recreativos	459.52	5	92
		Control juegos	55.6	1p/asiento	1
		Control	22.7	1p/asiento	1
		Baño 1	74.3	3	25
		Baño 2	55.4	3	19
		TOTAL	667.52	-	<b>138</b>

		LOCAL	S (m <sup>2</sup> )	F OCUPACIÓN (m <sup>2</sup> /p)	OCUPACIÓN (mayorada)
PÚBLICA CONCURRENCIA	S6	Hall	841(*)	2	176
		Estadio	1074	1p/asiento	225
		Restaurante	596	1.5	398
		Recorrido	866	2	433
		TOTAL	2783	-	<b>1748</b>

(\*) Se utilizará extinción automática

		LOCAL	S (m <sup>2</sup> )	F OCUPACIÓN (m <sup>2</sup> /p)	OCUPACIÓN (mayorada)
ADMINISTRACIÓN	S7	Oficinas (pb)	274.1	10	28
		Oficinas (p1)	323.7	10	33
		Sala de trabajo	352.7	10	36
		Baño 1	21.13	3	8
		Baño 2	40.32	3	14
		TOTAL	1011.86	-	<b>119</b>

		LOCAL	S (m <sup>2</sup> )	F OCUPACIÓN (m <sup>2</sup> /p)	OCUPACIÓN (mayorada)	
DOCENTE	S8	Biblioteca (pb)	Almacén	72.79	40	2
			Sala Trabajo	143.30	1.5	96
			Zona paso	746.71	10	75
		Biblioteca (p1)	Sala lectura	381.57	2	191
		TOTAL	-	1344.37	-	<b>364</b>

		LOCAL	S (m <sup>2</sup> )	F OCUPACIÓN (m <sup>2</sup> /p)	OCUPACIÓN (mayorada)
DOCENTE	S9	Aula 1	396	1.5	264
		Aula 2	295	1.5	197
		Zona paso	134	2	67
		Baño	45	3	15
		Administración	765	5	153
		TOTAL	-	1618	-

		LOCAL	S (m <sup>2</sup> )	F OCUPACIÓN (m <sup>2</sup> /p)	OCUPACIÓN (mayorada)
PÚBLICA CONCURRENCIA	S12	Hall	264.67	2	133
		Salón Actos	407.25	1p/asiento	154
		Baño	56.03	3	19
		Zona de paso	57.66	2	29
		TOTAL	785.88	-	<b>335</b>



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

Se comprueba que se cumple lo especificado en la tabla 3.1:

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

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

Según dicha tabla para Plantas o recintos que disponen de más de una salida de planta tendremos una longitud de recorridos de hasta 50 m, y de 25 m en el caso de los que tienen una única salida de planta.

Tenemos espacios exteriores, pero no seguros, que no contabilizarán en los metros de evacuación. Además, utilizaremos la extinción automática para poder ampliar el recorrido en algunos puntos de nuestro edificio demasiado amplios.

Podremos comprobar en el plano general de sectorización y recorridos generales de evacuación el cumplimiento de todos los recorridos.

## DIMENSIONADO DE LOS MEDIOS DE EVACUACIÓN

El dimensionado de los elementos de evacuación debe realizarse conforme a lo que se indica en la tabla 4.1.

**Tabla 4.1 Dimensionado de los elementos de la evacuación**

Tipo de elemento	Dimensionado
Puertas y pasos	$A \geq P / 200^{(1)} \geq 0,80 \text{ m}^{(2)}$ La anchura de toda hoja de puerta no debe ser menor que 0,60 m, ni exceder de 1,23 m.
Pasillos y rampas	$A \geq P / 200 \geq 1,00 \text{ m}^{(3)(4)(5)}$
Pasos entre filas de asientos fijos en salas para público tales como cines, teatros, auditorios, etc. <sup>(6)</sup>	En filas con salida a pasillo únicamente por uno de sus extremos, $A \geq 30$ cm cuando tengan 7 asientos y 2,5 cm más por cada asiento adicional, hasta un máximo admisible de 12 asientos.  En filas con salida a pasillo por sus dos extremos, $A \geq 30$ cm en filas de 14 asientos como máximo y 1,25 cm más por cada asiento adicional. Para 30 asientos o más: $A \geq 50$ cm. <sup>(7)</sup>  Cada 25 filas, como máximo, se dispondrá un paso entre filas cuya anchura sea 1,20 m, como mínimo.
Escaleras no protegidas <sup>(8)</sup>	
para evacuación descendente	$A \geq P / 160^{(9)}$
para evacuación ascendente	$A \geq P / (160-10h)^{(9)}$
Escaleras protegidas	$E \leq 3 S + 160 A_s^{(9)}$
Pasillos protegidos	$P \leq 3 S + 200 A^{(9)}$
En zonas al aire libre:	
Pasos, pasillos y rampas	$A \geq P / 600^{(10)}$
Escaleras	$A \geq P / 480^{(10)}$

## PROTECCIÓN DE ESCALERAS

En nuestro proyecto tenemos dos escaleras

- Una no protegida en uso docente y que evacúa descendentemente a una altura de diferencia menor de 14 metros, exactamente a 12. Por lo tanto, dicha escalera cumple acorde a lo definido en la tabla 5.1
- La segunda en uso de pública concurrencia, con una altura de 26 metros descendentes, según la tabla 5.1 esta escalera debe ser protegida, en nuestro caso, colocaremos puertas antipánico entre las diferentes plantas y daremos una suficiente resistencia al fuego a los elementos metálicos de dicha estructura. En nuestro caso será R120 que se conseguirá además mediante pintura intumescente.

## SEÑALIZACIÓN DE LOS MEDIOS DE EVACUACIÓN

Se prevé en el proyecto las señales de salida, de uso habitual o de emergencia definidas en la norma UNE 23034:1988, conforme a los siguientes criterios:

- En cuanto a señalización, tendremos que disponer la señal de SALIDA en todos aquellos recintos cuya superficie exceda los 50 m<sup>2</sup>, además de que deberán ser fácilmente

visibles. Igualmente dispondremos las señales de SALIDA DE EMERGENCIA donde sea preciso.

- Del mismo modo, tendremos que colocar señales de SIN SALIDA sobre las puertas que puedan dar a confusión junto a los recorridos de evacuación, como, por ejemplo, en un aparcamiento donde existan locales y puedan dar lugar a equivocación. Dispondremos de señales de CAMBIO DE DIRECCIÓN a lo largo del recorrido de evacuación para indicar hacia donde se realiza la evacuación cuando existe más de una salida o pueda darse lugar a equivocación.



De acuerdo con la Norma UNE 23033, estas señales, distintas a las de señalización de instalaciones manuales, tendrán un tamaño de 128 x 420 mm.

## INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

### DOTACIÓN DE INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

Los edificios deben disponer de los equipos e instalaciones de protección contra incendios que se indican en la tabla 1.1.

Extintores portátiles: uno de eficacia 21A-113BA. Cada 15 metros de recorrido en cada planta, como máximo, desde todo origen de evacuación.

\* En las zonas de riesgo especial se colocará un extintor en el exterior del local o de la zona y próximo a la puerta de acceso, el cual podrá servir simultáneamente a varios locales o zonas. En el interior del local o de la zona se instalarán además los extintores necesarios para que el recorrido real hasta alguno de ellos, incluido el situado en el exterior, no sea mayor de 15 m en locales de riesgo especial medio o bajo, o 10 metros en los locales de riesgo especial alto. En nuestro caso solo tenemos locales de riesgo especial medio y bajo.

Especificando en nuestro uso:

<b>Administrativo</b>	
Bocas de incendio equipadas	Si la superficie construida excede de 2.000 m <sup>2</sup> . <sup>(7)</sup>
Columna seca <sup>(5)</sup>	Si la altura de evacuación excede de 24 m.
Sistema de alarma <sup>(6)</sup>	Si la superficie construida excede de 1.000 m <sup>2</sup> .
Sistema de detección de incendio	Si la superficie construida excede de 2.000 m <sup>2</sup> , detectores en zonas de riesgo alto conforme al capítulo 2 de la Sección 1 de este DB. Si excede de 5.000 m <sup>2</sup> , en todo el edificio.
Hidrantes exteriores	Uno si la superficie total construida está comprendida entre 5.000 y 10.000 m <sup>2</sup> . Uno más por cada 10.000 m <sup>2</sup> adicionales o fracción. <sup>(3)</sup>
<b>Docente</b>	
Bocas de incendio equipadas	Si la superficie construida excede de 2.000 m <sup>2</sup> . <sup>(7)</sup>
Columna seca <sup>(5)</sup>	Si la altura de evacuación excede de 24 m.
Sistema de alarma <sup>(6)</sup>	Si la superficie construida excede de 1.000 m <sup>2</sup> .
Sistema de detección de incendio	Si la superficie construida excede de 2.000 m <sup>2</sup> , detectores en zonas de riesgo alto conforme al capítulo 2 de la Sección 1 de este DB. Si excede de 5.000 m <sup>2</sup> , en todo el edificio.
Hidrantes exteriores	Uno si la superficie total construida está comprendida entre 5.000 y 10.000 m <sup>2</sup> . Uno más por cada 10.000 m <sup>2</sup> adicionales o fracción. <sup>(3)</sup>
<b>Pública concurrencia</b>	
Bocas de incendio equipadas	Si la superficie construida excede de 500 m <sup>2</sup> . <sup>(7)</sup>
Columna seca <sup>(5)</sup>	Si la altura de evacuación excede de 24 m.
Sistema de alarma <sup>(6)</sup>	Si la ocupación excede de 500 personas. El sistema debe ser apto para emitir mensajes por megafonía.
Sistema de detección de incendio	Si la superficie construida excede de 1000 m <sup>2</sup> . <sup>(6)</sup>
Hidrantes exteriores	En cines, teatros, auditorios y discotecas con superficie construida comprendida entre 500 y 10.000 m <sup>2</sup> y en recintos deportivos con superficie construida comprendida entre 5.000 y 10.000 m <sup>2</sup> . <sup>(3)</sup>

En nuestro caso, en el sector administrativo, nuestra superficie es de 1.300 m<sup>2</sup>, por lo que únicamente necesitaremos un sistema de alarma manual.

En el sector docente, la superficie es de unos 2.500 m<sup>2</sup>, por lo que tendremos BIES y sistema de alarma manual.

En el sector de pública concurrencia y el más amplio, tendremos BIES, sistema de alarma manual, sistema de detección de incendio y en adición tendremos 3 sectores con extinción automatizada, para poder duplicar la superficie de sectorización puesto que es superior a 2500 m<sup>2</sup>.

El alumbrado de emergencia permitirá la evacuación completa del edificio y su instalación será fija y se abastecerá mediante el grupo electrógeno. Se pondrá en funcionamiento tanto cuando exista un fallo en el alumbrado general y cuando la tensión del alumbrado general sea menor al 70%.

El alumbrado de emergencia tratará de situarse cerca de:

- Recorridos de evacuación
- Cambios de dirección en rutas de evacuación
- En el exterior del edificio junto a la salida
- Salidas de emergencia y las señales de seguridad
- Aseos generales de cada planta, en la zona de uso docente.
- Zona donde se ubican los cuadros de distribución o accionamiento de las instalaciones de alumbrado.
- Equipos de extinción

Los criterios generales de colocación del alumbrado:

- Sobre puertas de salida o de recorridos de evacuación
- En lugares con peligro puntual o equipos de protección
- En cualquier cambio de nivel
- Cambios de dirección e intersecciones
- Al menos a dos metros de altura.

**INTERVENCIÓN DE BOMBEROS**

**CONDICIONES DE APROXIMACIÓN Y ENTORNO**

Nos encontramos con un vial de aproximación rápido y amplio, en nuestro caso, tenemos la avenida principal de Eduardo Dato, paralelo a nuestro edificio. Cumplimos las condiciones del CTE DB SI5 de dejar un espacio libre de obstáculos para el acceso de bomberos de 3.5m de ancho.

La altura de evacuación es superior a 9 metros, por lo que es necesario cumplir el artículo 1 del punto 1.2. En nuestro caso, cumplimos todos los puntos referidos exteriormente, dado que sería imposible el acceso del camión de bomberos al interior del edificio.

**ACCESIBILIDAD POR FACHADA**

Las fachadas en las que tienen lugar los accesos deben disponer de hueco que permitan el acceso desde el exterior al personal de servicio de extinción de incendios. Huecos practicables de al menos 0.8 x 1.2 m, en este caso, al ser un edificio que estuvo destinado a la industria, tenemos una gran cantidad de huecos de dimensiones suficientes.

**RESISTENCIA AL FUEGO DE LA ESTRUCTURA**

En este DB se indican únicamente métodos simplificados de cálculo suficientemente aproximados para la mayoría de las situaciones habituales. Estos métodos solo recogen el estudio de la resistencia al fuego de los elementos estructurales individuales ante la curva normalizada tiempo-temperatura. De este modo, no será necesario tener en cuenta las acciones indirectas derivadas del incendio.

El elemento estructural sería válido si durante la duración del incendio el valor del cálculo del efecto de las acciones en todo instante "T" (en minutos) no supera la resistencia de dicho elemento.

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

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

Antigua Fábrica de Artillería.

En nuestro caso tendremos la vivienda, docente y administrativo con R60, la zona de pública concurrencia R90 excepto el estadio, que será R120.

**Tabla 3.2 Resistencia al fuego suficiente de los elementos estructurales de zonas de riesgo especial integradas en los edificios<sup>(1)</sup>**

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

<sup>(1)</sup> No será inferior al de la estructura portante de la planta del edificio excepto cuando la zona se encuentre bajo una cubierta no prevista para evacuación y cuyo fallo no suponga riesgo para la estabilidad de otras plantas ni para la compartimentación contra incendios, en cuyo caso puede ser R 30.  
La resistencia al fuego suficiente R de los elementos estructurales de un suelo de una zona de riesgo especial es función del uso del espacio existente bajo dicho suelo

En nuestro caso solo tendremos locales de riesgo bajo y medio los cuales estarán especificados en el plano respectivo.

Se cumplirán los requisitos de las tablas 3.2 y 3.1 del CTE DB SI 7.

## SANEAMIENTO

### Índice

Generalidades

Descripción de la instalación

Diseño de la instalación

Dimensionado

55

## SANEAMIENTO

### GENERALIDADES

Esta sección se aplica a la instalación de evacuación de aguas residuales y pluviales en los edificios incluidos en el ámbito de aplicación general del CTE DB HS 5. Además, ha de tenerse en cuenta las normativas de la empresa municipal de aguas, por lo que se estarán constantemente considerando las diferentes características fundamentales para llevar a cabo el diseño de instalación.

### DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN

Se plantea una instalación de evacuación de aguas por fases, debido al gran tamaño del edificio, se realizarán acometidas por 5 puntos diferentes: tres por la Avenida Eduardo Dato y dos por la Calle Párroco José Ángel Allende, siendo estos viales de por los que transcurre la red municipal de evacuación de aguas.

Nuestro edificio no supera las siete plantas, por lo que la ventilación se resolverá con un sistema primario, de acuerdo al artículo 3.3.3.1.

#### **3.3.3.1 Subsistema de ventilación primaria**

- 1 Se considera suficiente como único sistema de ventilación en edificios con menos de 7 plantas, o con menos de 11 si la *bajante* está sobredimensionada, y los ramales de desagües tienen menos de 5 m.

### DISEÑO DE LA INSTALACIÓN

Se trata de un sistema mixto donde aguas pluviales y residuales discurren de manera separada por el edificio produciéndose, tal y como indica el CTE, una conexión de aguas en planta baja a través de redes enterradas que finalmente se conectan al alcantarillado público que trasladará nuestras aguas a la EDAR NORTE SAN JERÓNIMO.

La red vertical y horizontal de aguas pluviales se compondrá de tubería plástica de PVC. La recogida de aguas se realizará mediante canalones en el caso de la cubierta del cubo.

Las características de la red enterrada son:

- Pendiente del 2% como mínimo.
- Disposición de registros cada 15 metros.
- Diámetro mínimo colocado cuando acomete un inodoro es de  $\varnothing 110$  en aguas residuales.
- Diámetro mínimo colocado cuando acomete más de un inodoro es de  $\varnothing 125$  en aguas residuales.
- Diámetro mínimo cuando acometen aguas pluviales es de  $\varnothing 110$ .



### **Evacuación de aguas residuales**

Se trata de un sistema muy sencillo, en las plantas más altas los aparatos desembocan en primera instancia a una arqueta de registro antes de llegar al bajante. Las derivaciones y bajantes de cuartos húmedos serán de PVC sanitario con uniones y piezas especiales pegadas.

En planta baja, se utiliza una evacuación mediante colectores enterrados. Tendremos además arquetas de registro contiguos que no superen los 15 m.

Dado que resolvemos dos cocinas de restaurantes, se colocará al final de dicha instalación una arqueta separadora de grasas que posteriormente se unirá con la acometida.

### **Sistema de ventilación**

Nuestro edificio posee un máximo de 5 plantas, por ello, al no superar las 7 máximas de la norma, se considera suficiente como único sistema la ventilación primaria. El CTE determina necesaria la prolongación de estos bajantes 2.0 metros por encima del pavimento de la misma.

Dado que nuestro edificio es emblemático e intentamos dañar la imagen existente lo mínimo posible, decidimos instalar un subsistema de ventilación con válvulas de aireación tal y como se especifica en el 3.3.3.4 del CTE-DB-HS5.

## **DIMENSIONADO**

### **Aguas pluviales**

Teniendo en cuenta el Apéndice B. Obtención de la intensidad pluviométrica y del CTE-DB-HS y la Tabla B.1, podemos ver que al estar Sevilla en la Zona B y en la Isoyeta 40, nuestra intensidad pluviométrica es de 90 mm/h.

**Tabla B.1**  
**Intensidad Pluviométrica i (mm/h)**

<b>Isoyeta</b>	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
<b>Zona A</b>	30	65	90	125	155	180	210	240	275	300	330	365
<b>Zona B</b>	30	50	70	90	110	135	150	170	195	220	240	265

### **Canalones y bajantes pluviales**

Para conocer el número de sumideros de la cubierta y en los patios, necesitaremos realizar un diseño de los paños de cubierta que cumpla con las especificaciones recogidas en el artículo 4.2.1 del CTE-DB-HS5.

**4.2.2 Canalones**

- 1 El *diámetro nominal* del canalón de evacuación de *aguas pluviales* de sección semicircular para una intensidad pluviométrica de 100 mm/h se obtiene en la tabla 4.7 en función de su pendiente y de la superficie a la que sirve.

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

Máxima superficie de cubierta en proyección horizontal (m <sup>2</sup> )				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

- 2 Para un régimen con intensidad pluviométrica diferente de 100 mm/h (véase el Anexo B), debe aplicarse un factor f de corrección a la superficie servida tal que:

$$f = i / 100 \tag{4.1}$$

siendo

i la intensidad pluviométrica que se quiere considerar.

- 3 Si la sección adoptada para el canalón no fuese semicircular, la sección cuadrangular equivalente debe ser un 10 % superior a la obtenida como sección semicircular.

Empleando el apartado 4.2.2 del HS 5 previamente citado, podemos calcular el diámetro del canalón y su pendiente, teniendo en cuenta que tenemos una intensidad pluviométrica diferente de 100 mm/h.

Aplicamos el factor de corrección:

- 90 mm/h
- $F = i/100$ ;  $f = 90 / 100$ ;  $f = 0.9$

Calculamos en proyección horizontal las áreas de las cubiertas que vierten directas en un canalón.

ZONA CPD INCLINADA							
	S (m <sup>2</sup> )	Nº bajantes	S/bajante (m <sup>2</sup> )	Ø Canalón (mm)	% Pdte. canalón	Ø Bajante (mm)	Ø Corregido (mm)
Faldón norte (BP-1/2)	85.88	2	42.94	100	1	50	110
Faldón sur (BP-3/4)	78.34	2	39.17	100	1	50	110
Faldón este (BP-5/6)	16.60	2	8.3	100	1	50	110
Faldón oeste (BP-7/8)	16.15	2	8.075	100	1	50	110

**ZONA CPD PLANA**

	S (m <sup>2</sup> )	Nº bajantes	S/bajante (m <sup>2</sup> )	∅ Canalón (mm)	% Pdte. canalón	∅ Bajante (mm)	∅ Corregido (mm)
<b>Faldón norte (BP-9/10)</b>	58.15	2	29.1	100	1	50	110
<b>Faldón este (BP-11/12)</b>	72.12	2	36.06	100	1	50	110
<b>Faldón oeste (BP-13/14)</b>	91	2	45.5	125	1	50	110

**NAVES SALA JUEGO**

	S (m <sup>2</sup> )	Nº bajantes	S/bajante (m <sup>2</sup> )	∅ Canalón (mm)	% Pdte. canalón	∅ Bajante (mm)	∅ Corregido (mm)
<b>Faldón norte (BP-15-18) y (BP-23-26)</b>	536.22	4	134.1	200	1	75	110
<b>Faldón sur (BP-19-22) y (BP-27-30)</b>	536.22	4	134.1	200	1	75	110

**CUBO ESTADIO**

	S (m <sup>2</sup> )	Nº bajantes	S/bajante (m <sup>2</sup> )	∅ Canalón (mm)	% Pdte. canalón	∅ Bajante (mm)	∅ Corregido (mm)
<b>Cub. Plana (BP-31-40)</b>	361	6	60.2	100	1	50	110

**ZONA RECREATIVA**

	S (m <sup>2</sup> )	Nº bajantes	S/bajante (m <sup>2</sup> )	∅ Canalón (mm)	% Pdte. canalón	∅ Bajante (mm)	∅ Corregido (mm)
<b>Faldón único (BP-41-44)</b>	519.8	4	129.95	200	1	75	110

<b>ZONA DIRECCIÓN</b>							
	S (m <sup>2</sup> )	Nº bajantes	S/bajante (m <sup>2</sup> )	∅ Canalón (mm)	% Pdte. canalón	∅ Bajante (mm)	∅ Corregido (mm)
<b>Faldón horizontal (BP-45-48)</b>	378.2	4	94.55	150	1	63	110
<b>Faldón vertical (BP-49-51)</b>	157.3	3	52.43	125	1	50	110

<b>ZONA DESPACHOS</b>							
	S (m <sup>2</sup> )	Nº bajantes	S/bajante (m <sup>2</sup> )	∅ Canalón (mm)	% Pdte. canalón	∅ Bajante (mm)	∅ Corregido (mm)
<b>Faldón norte (BP-52-54)</b>	199.2	3	66.4	125	1	63	110
<b>Faldón sur (BP-55-57)</b>	195.1	3	65.03	125	1	63	110

<b>ZONA BIBLIOTECA</b>							
	S (m <sup>2</sup> )	Nº bajantes	S/bajante (m <sup>2</sup> )	∅ Canalón (mm)	% Pdte. canalón	∅ Bajante (mm)	∅ Corregido (mm)
<b>Faldón norte (BP-58-61)</b>	491.30	4	122.82	150	1	75	110
<b>Faldón sur (BP-62-65)</b>	482.7	4	120.67	150	1	75	110

<b>ZONA UNIVERSIDAD INCLINADA</b>							
	S (m <sup>2</sup> )	Nº bajantes	S/bajante (m <sup>2</sup> )	∅ Canalón (mm)	% Pdte. canalón	∅ Bajante (mm)	∅ Corregido (mm)
<b>Faldón norte (BP-66-69)</b>	261.23	4	65.30	125	1	75	110

Faldón sur (BP-70-73)	250	4	62.5	125	1	75	110
Faldón este horizontal (BP-74-75)	54.5	2	27.25	125	1	50	110
Faldón oeste vertical (BP-76-78)	159.97	3	53.32	125	1	50	110
Faldón este vertical (BP-79-81)	106.2	3	35.4	100	1	50	110

**ZONA UNIVERSIDAD PLANA**

	S (m <sup>2</sup> )	Nº bajantes	S/bajante (m <sup>2</sup> )	∅ Canalón (mm)	% Pdte. canalón	∅ Bajante (mm)	∅ Corregido (mm)
Faldón norte (BP-82-84)	146.7	3	48.9	125	1	50	110
Faldón sur (BP-85-87)	125.7	3	41.9	100	1	50	110

**ZONA SALÓN DE ACTOS**

	S (m <sup>2</sup> )	Nº bajantes	S/bajante (m <sup>2</sup> )	∅ Canalón (mm)	% Pdte. canalón	∅ Bajante (mm)	∅ Corregido (mm)
Faldón norte (BP-88-91)	257	4	64.25	125	1	50	110
Faldón sur (BP-92-95)	237	4	59.25	125	1	50	110
Faldón este (BP-96-98)	143.9	3	47.96	125	1	50	110
Faldón oeste (BP-99-100)	97.43	2	48.72	125	1	50	110

**ZONA SALA DE TRABAJO**

	S (m <sup>2</sup> )	Nº bajantes	S/bajante (m <sup>2</sup> )	∅ Canalón (mm)	% Pdte. canalón	∅ Bajante (mm)	∅ Corregido (mm)
<b>Faldón único (BP-101-104)</b>	364.16	4	91	150	1	63	110

**ZONA BAÑOS PÚBLICOS**

	S (m <sup>2</sup> )	Nº bajantes	S/bajante (m <sup>2</sup> )	∅ Canalón (mm)	% Pdte. canalón	∅ Bajante (mm)	∅ Corregido (mm)
<b>Faldón único (BP-105-108)</b>	443.02	4	110.75	150	1	63	110

**ZONA OFICINAS**

	S (m <sup>2</sup> )	Nº bajantes	S/bajante (m <sup>2</sup> )	∅ Canalón (mm)	% Pdte. canalón	∅ Bajante (mm)	∅ Corregido (mm)
<b>Faldón norte (BP-109-112)</b>	259.64	4	64.91	125	1	50	110
<b>Faldón sur (BP-113-116)</b>	279.5	4	69.87	125	1	63	110
<b>Faldón este izq (BP-117-118)</b>	47.88	2	23.94	100	1	50	110
<b>Faldón oeste izq (BP-119-120)</b>	60.28	2	30.14	100	1	50	110
<b>Faldón este dcha (BP-121-122)</b>	57.2	2	28.6	100	1	50	110
<b>Faldón oeste dcha (BP-123/4)</b>	48.6	2	24.3	100	1	50	110

**ZONA JUEGO INDIVIDUAL**

	S (m <sup>2</sup> )	Nº bajantes	S/bajante (m <sup>2</sup> )	∅ Canalón (mm)	% Pdte. canalón	∅ Bajante (mm)	∅ Corregido (mm)
<b>Faldón único (BP-125-131)</b>	1082	7	154.57	200	1	75	110

**ZONA PATIO CUBIERTO**

	S (m <sup>2</sup> )	Nº bajantes	S/bajante (m <sup>2</sup> )	∅ Canalón (mm)	% Pdte. canalón	∅ Bajante (mm)	∅ Corregido (mm)
<b>Faldón norte (BP-132-138)</b>	950.88	7	135.84	200	1	75	110
<b>Faldón sur (BP-139-143)</b>	688.9	5	137.78	200	1	75	110
<b>Faldón este (BP-144-147)</b>	552.24	4	138.06	200	1	75	110
<b>Faldón oeste (BP-148-151)</b>	501.87	4	125.35	200	1	75	110

ZONA RESIDENCIA							
	S (m <sup>2</sup> )	Nº bajantes	S/bajante (m <sup>2</sup> )	∅ Canalón (mm)	% Pdte. canalón	∅ Bajante (mm)	∅ Corregido (mm)
Faldón norte (BP-152-154)	212.5	3	70.83	125	1	63	110
Faldón sur (BP-155-157)	257.3	3	85.76	150	1	63	110
Faldón este (BP-158-159)	78.2	2	39.1	100	1	50	110
Faldón oeste (BP-160-161)	185.2	2	92.6	150	1	63	110

ZONA GUARDERÍA							
	S (m <sup>2</sup> )	Nº bajantes	S/bajante (m <sup>2</sup> )	∅ Canalón (mm)	% Pdte. canalón	∅ Bajante (mm)	∅ Corregido (mm)
Faldón este (BP-163-164)	179.5	2	89.75	150	1	63	110
Faldón oeste (BP-165-166)	143.5	2	71.75	125	1	63	110

De esta manera, también podemos obtener los diámetros nominales de los bajantes pluviales usando la tabla 4.2.3 del CTE DB SH 5.

#### 4.2.3 Bajantes de aguas pluviales

- 1 El diámetro correspondiente a la superficie, en proyección horizontal, servida por cada *bajante de aguas pluviales* se obtiene en la tabla 4.8:

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



Así mismo, se hace el cálculo de la red de los patios, en nuestro caso tenemos 3 patios que necesitarán evacuación de aguas.

<b>PATIO NORTE</b>						
	S (m <sup>2</sup> )	Nº bajantes	S/bajante (m <sup>2</sup> )	Ø Canalón (mm)	% Pdte. canalón	Ø Bajante (mm)
<b>Faldón este (BP-167-180)</b>	295.54	4	73.88	125	1	63
<b>Faldón oeste (BP-181-184)</b>	305.29	4	76.32	125	1	63

<b>PATIO ESTE</b>						
	S (m <sup>2</sup> )	Nº bajantes	S/bajante (m <sup>2</sup> )	Ø Canalón (mm)	% Pdte. canalón	Ø Bajante (mm)
<b>Faldón este (BP-185-188)</b>	242.2	4	60.55	125	1	63
<b>Faldón oeste (BP-189-192)</b>	255.35	4	63.83	125	1	63

<b>PATIO CENTRAL</b>						
	S (m <sup>2</sup> )	Nº bajantes	S/bajante (m <sup>2</sup> )	Ø Canalón (mm)	% Pdte. canalón	Ø Bajante (mm)
<b>Faldón norte (BP-193-196)</b>	451.8	4	112.95	150	1	63
<b>Faldón sur (BP-197-200)</b>	422.5	4	105.62	150	1	63

<b>PATIO OFICINAS</b>						
	S (m <sup>2</sup> )	Nº bajantes	S/bajante (m <sup>2</sup> )	Ø Canalón (mm)	% Pdte. canalón	Ø Bajante (mm)
<b>Faldón este (BP-201-203)</b>	181.74	3	60.58	125	1	50
<b>Faldón oeste (BP-204-206)</b>	140.2	3	46.73	125	1	50

## Aguas residuales

### Derivaciones individuales

### Pequeña red de evacuación

Las adjudicaciones de UD (Unidades de Descarga) para cada tipo de aparato y los diámetros mínimos se establecen en la tabla 4.1 en función de su uso. En este caso, Uso Público.

**Tabla 4.1 UD's correspondientes a los distintos aparatos sanitarios**

Tipo de aparato sanitario	Unidades de desagüe UD		Diámetro mínimo sifón y derivación individual (mm)	
	Uso privado	Uso público	Uso privado	Uso público
Lavabo	1	2	32	40
Bidé	2	3	32	40
Ducha	2	3	40	50
Bañera (con o sin ducha)	3	4	40	50
Inodoro	Con sistema	4	100	100
	Con fluxómetro	8	100	100
Urinario	Pedestal	-	-	50
	Suspendido	-	-	40
	En batería	-	3.5	-
Fregadero	De cocina	3	40	50
	De laboratorio, restaurante, etc.	-	2	-
Lavadero	3	-	40	-
Vertedero	-	8	-	100
Fuente para beber	-	0.5	-	25
Sumidero sifónico	1	3	40	50
Lavavajillas	3	6	40	50
Lavadora	3	6	40	50
Cuarto de baño (lavabo, inodoro, bañera y bidé)	Inodoro con sistema	7	100	-
	Inodoro con fluxómetro	8	100	-
Cuarto de aseo (lavabo, inodoro y ducha)	Inodoro con sistema	6	100	-
	Inodoro con fluxómetro	8	100	-

### Colectores residuales

Los colectores horizontales se dimensionan para funcionar a medida de sección, hasta un máximo de  $\frac{3}{4}$  de sección, bajo condiciones de flujo uniforme.

El diámetro de los colectores horizontales se obtiene en la tabla 4.5 en función del máximo número de UD y de la pendiente, que será de un 2%.

**Tabla 4.5 Diámetro de los colectores horizontales en función del número máximo de UD y la pendiente adoptada**

Máximo número de UD			Pendiente	Diámetro (mm)
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	

### Bajantes

El dimensionado de bajantes de aguas residuales se efectuará de acuerdo a la tabla 4.4 del CTE HS 5.

**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

**Cálculo y dimensionado de la red.**

En conocimiento de los métodos de dimensionado, se procede a dimensionar la red de evacuación.

Bajante	Uds Bajante	∅Bajante (mm)	∅Bajante corregida (mm)
BR-1 (Planta 1ª)	7	50	90
BR-2 (Planta 1ª)	14	50	125
BR-3 (Planta 1ª)	14	50	125

El dimensionado tanto de los colectores como de los bajantes estarán colocados en el plano.

## SUMINISTRO DE AGUA

Índice

Generalidades

Caracterización y cuantificación de las exigencias

Diseño

Dimensionado

## INSTALACIÓN DE SUMINISTRO DE AFS Y ACS

Al igual que se ha hecho con el diseño del proyecto, se piensa en el desarrollo de fontanería como una compilación de instalaciones debido a que no se utilizarán de manera simultánea, por ende, la zona de pública concurrencia tendrá una instalación diferente de la universitaria y de la administrativa y viceversa.

En este caso hemos desarrollado la zona de juego, que cuenta con las tres naves principales, la zona de juego individual y los recreativos, además de sumarle los vestuarios.

## DISEÑO DE LA INSTALACIÓN

El abastecimiento de agua contempla el suministro de agua al edificio, en tres circuitos básicos.

- Red de agua fría sanitaria
- Red de agua caliente sanitaria y retorno
- Red para seguridad en caso de incendios

Se deciden colocar locales para los grupos de presión principalmente por el ruido, ya que visualmente no supondría un problema en nuestro edificio.

## ACOMETIDA Y LLAVE DE REGISTRO

El agua de la instalación debe cumplir lo establecido en la legislación vigente sobre el agua para consumo humano.

Los materiales que se vayan a utilizar en la instalación, en relación con su afectación al agua que suministren, deben ajustarse a los siguientes requisitos:

- Para las tuberías y accesorios deben emplearse materiales que no produzcan concentraciones de sustancias nocivas que excedan los valores permitidos por el Real Decreto 140/2003, de 7 de febrero.
- No deben modificar la potabilidad, el olor, el color ni el sabor del agua.
- Deben ser resistentes a la corrosión interior.
- Deben ser capaces de funcionar eficazmente en las condiciones de servicio previstas.
- No deben presentar incompatibilidad electroquímica entre sí, deben ser resistentes a temperaturas de hasta 40°C, y a las temperaturas exteriores de su entorno inmediato.
- Deben ser compatibles con el agua suministrada y no deben favorecer la migración de sustancias de los materiales en cantidades que sean un riesgo para la salubridad y limpieza del agua de consumo humano.

- Su envejecimiento, fatiga, durabilidad y las restantes características mecánicas, físicas o químicas, no deben disminuir la vida útil prevista de la instalación.

Para ello, se elige un sistema de tuberías de PVC de cara a aligerar el peso de la instalación, y rebajar su coste.

## **PROTECCIÓN CONTRA RETORNOS**

De acuerdo al HS-4 en su artículo 2.1.2 se dispondrán sistemas antirretorno para evitar la inversión del sentido del flujo en los puntos que figuran a continuación:

- Después del contador
- En la base de las ascendentes.
- Antes de los equipos de tratamiento de agua.
- En los tubos de alimentación no destinados a uso domésticos.
- Antes de los aparatos de refrigeración o climatización.

## **MANTENIMIENTO Y REGISTRO DE LA INSTALACIÓN.**

La instalación discurrirá en su mayoría de manera vista dada las alturas y complejidad del edificio, menos en las zonas cerradas como baños o vestuarios donde irán por falsos techos registrables.

Las redes de tuberías deben discurrir por zonas en las que sea posible su mantenimiento y reparación, para los cuales deben estar a la vista, alojadas en huecos o patinillos registrables o disponer de arquetas de registro.

En las estancias, cuando discurren las tuberías, lo hacen de forma paralela en sentido vertical y registrable tras el panel de falso techo.

## **PRESIÓN MÍNIMA EN LOS PUNTOS DE CONSUMO**

- 100 kPa para grifos comunes
- 150 kPa para fluxores
- Nunca superior a 500 kPa
- Temperatura ACS entre 50º y 60º.

## CARACTERIZACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE LAS EXIGENCIAS

El agua de la instalación debe cumplir lo establecido en la legislación vigente sobre el agua para consumo humano respondiendo a una determinada calidad del agua, a la protección contra retornos para evitar la inversión del sentido del flujo, a unas condiciones mínimas de suministro y a un mantenimiento.

## SEÑALIZACIÓN

Si se dispone una instalación para suministrar agua que no sea apta para el consumo, las tuberías, los grifos y los demás puntos terminales de esta instalación deben estar adecuadamente señalados para que puedan ser identificados como tales de forma fácil e inequívoca.

## AHORRO DE AGUA

Debe disponerse un sistema de contabilización tanto de agua fría como de agua caliente para cada unidad de consumo individualizable.

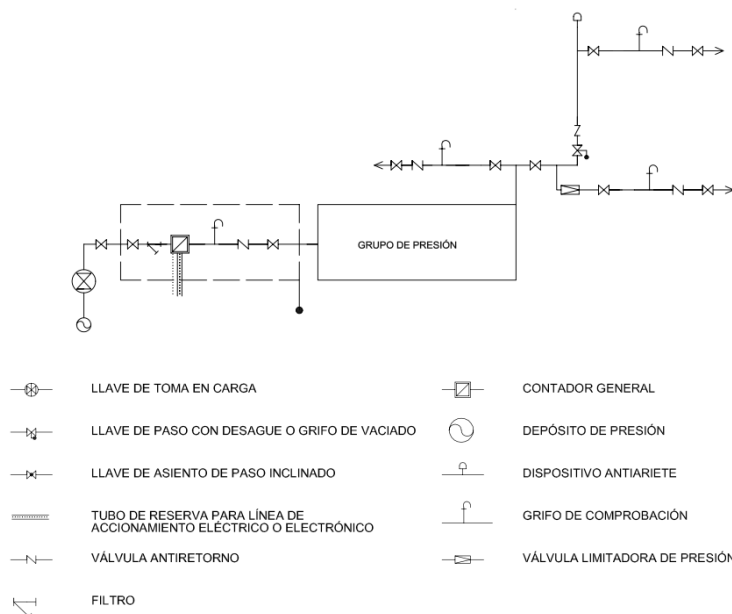
En las redes de ACS debe disponerse una red de retorno cuando la longitud de la tubería de ida al punto de consumo más alejado sea igual o mayor que 15 m.

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.

## DISEÑO

### ESQUEMA GENERAL DE LA INSTALACIÓN

Red con contador general único, según el esquema de la figura 3.1, y compuesta por la acometida, la instalación general que contiene un armario o arqueta del contador general, un tubo de alimentación y un distribuidor principal; y las derivaciones colectivas.



**Figura 3.1 Esquema de red con contador general**

## **ELEMENTOS QUE COMPONEN NUESTRA INSTALACIÓN**

### **RED DE AGUA FRÍA SANITARIA**

- Acometida y retorno
- Instalación general
  - o Llave de corte general
  - o Filtro de la instalación general
  - o Armario o arqueta del contador general
  - o Tubo de alimentación
  - o Distribuidor principal
  - o Ascendentes o montantes
  - o Sistemas de control y regulación de presión
- Derivaciones

### **RED DE AGUA CALIENTE**

- Distribución (impulsión)
- Instalación general

### **SEPARACIONES RESPECTO A OTRAS INSTALACIONES**

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

Las tuberías deben ir por debajo de cualquier canalización o elemento que contenga dispositivos eléctricos o electrónicos, así como de cualquier red de telecomunicaciones, guardando una distancia en paralelo de al menos 30 cm.

Con respecto a las conducciones de gas se guardará al menos una distancia de 3 cm.

### **DIMENSIONADO**

Calcularemos previamente la presión en el punto más desfavorable, que en nuestro caso son los aseos 1 de la quinta planta.

$$PNEC = HG + 0.25 \text{ TOTAL} + JSINGULARES + PREMANENTE$$

Dónde:

$$HG = H_{\text{toma}} + H_{\text{edificio}} + H_{\text{suministro}} = 0 + 16 + 0.5 = 16.5$$

$$HHORIZONTAL = 61.91 \text{ m}$$



$$LREAL = HG + HHORIZONTAL = 16.5 + 61.9 = 78.41 \text{ m}$$

$$LEQ = 0.2 \cdot LREAL = 15.68$$

$$JSINGULARES = JCONTADOR = 10$$

$$PREMANENTE = 12 \text{ m.c.a}$$

Por tanto obtenemos:

$$PNEC = 16.5 + 0.25 \cdot (78.41 + 15.68) + 10 + 12 = 62.02 \text{ m.c.a} = 620.2 \text{ KPa}$$

Como la presión necesaria en el punto más desfavorable es mayor que la presión de acometida, será necesaria la instalación de un grupo de presión.

$$62.02 > 35 \text{ m.c.a}$$

A continuación probamos la sobrepresión en el punto de consumo más cercano de la red presurizada y por tanto, más desfavorable:

$$PNEC = HG + 0.25 \text{ TOTAL} + JSINGULARES + PREMANENTE$$

Dónde:

Margen diferencial = 10 m.c.a, que corresponden con el incremento de presión en el depósito neumático para evitar el funcionamiento constante de las dos bombas cada vez que se demanda un consumo.

$$PNEC + \text{Margen diferencial} = 62.02 + 10 = 72 \text{ m.c.a}$$

$$LTOTAL = 6$$

$$JSINGULARES = JCONTADOR = 10$$

$$72 = 16 + 0.25 \cdot 6 + 10 + PREMANENTE$$

Por tanto obtenemos:

$$PREMANENTE = 44.5 \text{ m.c.a} < 50 \text{ m.c.a} \text{ (CTE, art 2.1.3.3)}$$

No hay sobrepresión.

## DIMENSIONADO AFS

### NÚMERO DE APARATOS

Para calcular el caudal simultáneo y el caudal instantáneo, calculamos la necesidad de l/s de cada aparato del edificio. Obteniendo 11 l/s como caudal instantáneo.

Para el caudal instantáneo corregido ( $Q_c = Q_i \times K$ ) hallamos el coeficiente de simultaneidad  $K$ , sacado de la norma, con la expresión  $K=1/(n-1)^{1/2}$ , siendo  $n$  el número de aparatos.

$$K=1/(63-1)^{1/2} = 0,127 < 0.2 \text{ (mínimo exigido por la norma)}$$

Con esto obtenemos el  $Q_c$ :

$$Q_c= 11 \cdot 0,2 = 2,2 \text{ l/s.}$$

Con este caudal sacamos el diámetro de las tuberías, con la tabla 4.5 del HS4, obteniendo tuberías termoplásticas de 40 mm de diámetro con una velocidad de 2 m/s.

### GRUPO DE PRESIÓN

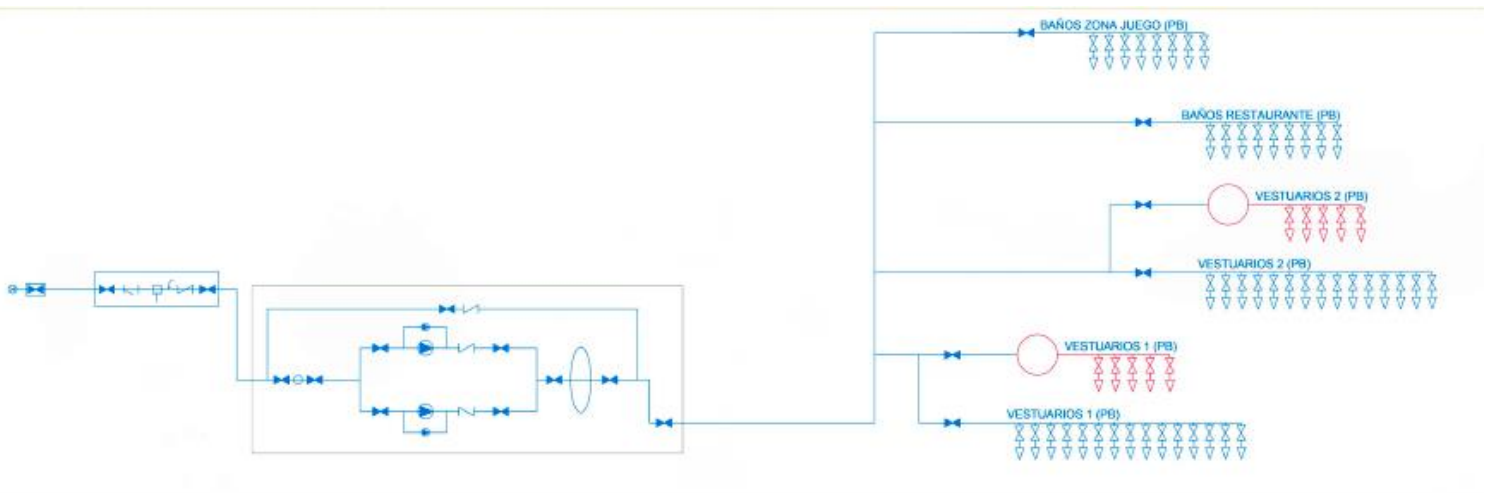
Calculamos el volumen en litros del depósito:

$$V = Q_c \cdot T \cdot 60; \text{ Siendo } T \text{ un tiempo aproximado entre 15-20 minutos.}$$

$$V = 2,2 \cdot 20 \cdot 60 = 2640 \text{ litros}$$

Por lo que colocaremos 1 aljibe de 2700 litros.

### ESQUEMA



## ELECTRICIDAD

Índice

Diseño de la instalación

Previsión de potencia

Cálculo

## **INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN**

La energía eléctrica se obtendrá de la Subestación a instalar en el punto indicado en el plano, la cual será alimentada en su primario a media tensión salvo indicación contraria de la compañía administradora.

La instalación eléctrica estará perfectamente diferenciada en su uso y lugar, siempre dará cumplimiento al Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión según Real Decreto 842 de 2002, Normas particulares de la Compañía suministradora y demás normas que afecten a este tipo de actividades.

### **PRESCRIPCIONES PREVIAS**

La tensión disponible en el cuadro de baja tensión a instalar en el edificio, será alterna trifásica a la tensión de 220 voltios entre fases.

La alimentación hasta el cuadro general desde la SET, se realizará mediante una línea subterránea.

### **DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN**

Los conductores serán unipolares tipo RZ de aluminio con aislamiento de polietileno reticulado o etileno-propileno con cubierta de PVC y las intensidades máximas admisibles serán las indicadas en la instrucción ITC-BT-07.

Se dispondrán los correspondientes registros en tramos rectos. Estos no estarán separados más de 15 m. y el número de curvas entre ellos no será superior a 3. Los registros podrán servir al mismo tiempo como caja de derivación. Éstas serán aislantes y como mínimo de 40 mm de profundidad y 80 mm de  $\varnothing$  o 80 mm de lado.

Los empalmes se harán por medio de bornas, regletas o conos de presión exclusivamente, quedando expresamente prohibido cualquier otro sistema.

La dimensión de las rozas (donde sea necesario) será suficiente para que los tubos queden cubiertos por una capa de 1 cm. de espesor como mínimo.

Se tendrá especial cuidado en la colocación de los tubos para que nunca queden junto a las canalizaciones de calefacción o de conducciones de agua.

Para los colores de los conductores se estará a lo dispuesto en la instrucción ITC-BT-019, apartado 2.2 y en nuestro caso concreto serán:

Manguera:

- Color verde, RV 0,6/1 KV

Cables unipolares:

- Fase 1: Marrón.
- Fase 2: Negro.
- Fase 3: Gris.
- Neutro: Azul Claro.
- Protección-Tierra: Amarillo-verde

Los conductores serán:

- No propagadores de la llama ( IEC 60332-1/UNE-EN 50265 )
- No propagadores del incendio ( IEC 60332-3/UNE-EN 50266 )
- Baja emisión de gases tóxicos libres de halógenos ( UNE-EN 50267 ).
- Baja emisión de humos opacos ( UNE-EN 50268 ).
- Baja emisión gases corrosivos ( UNE-EN 50267 ).
- Baja emisión gases tóxicos ( NES-713 ).
- Cables exentos de plomo

Las canalizaciones deben realizarse según lo dispuesto en las ITC-BT-19 e ITC-BT-20.

La derivación individual, se puede considerar a la parte de la instalación, que une el interruptor general de protección del cuadro general con el de los cuadros parciales a instalar.

Esta línea ha de cumplir las prescripciones de la ITC-BT-14, será del tipo de conductor aislado en el interior de tubos, el tubo tendrá una sección nominal que permita ampliar la sección de los conductores inicialmente instalados en un 100%, los tubos cumplirán con la ITCBT-21.

Las características mínimas para los cables y tubos de la derivación individual, serán:

- TUBO 4321 no propagador de la llama, compresión fuerte, impacto media, aislante y continuidad eléctrica, según UNE – EN – 50086-2-1.
- CABLE RZ1 – K (AS) tensión asignada 0,6/1 KV conductor de cobre clase 5 (-K), aislamiento de polietileno reticulado ®, cubierta termoplástico a base de poliolefina (Z1) según UNE – 21123-4 no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida.
- La CAÍDA DE TENSIÓN máxima admisible, al ser un único usuario y no existir línea general de alimentación, será del 1,50 %

En el lugar indicado en el plano de planta, y lo más cerca posible al punto de entrada de la acometida o línea repartidora, se instalara el cuadro general.

El cuadro estará compuesto y constituido de forma que cumpla con el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

La altura mínima a la cual se situaran los dispositivos generales e individuales de mando y protección de los diferentes circuitos, medida desde el nivel del suelo, será de 1 metro.

Las envolventes de los cuadros se ajustaran a las normas UNE – 20451 y UNE –EN – 60439-3 con un grado de protección mínimo IP30 según UNE – 20324 e IK07 según NE –EN – 50102.

La envolvente para el interruptor de control de potencia será precintable y sus dimensiones estarán de acuerdo con el tipo de suministro y tarifa a aplicar, correspondiendo a un modelo oficialmente aprobado.

El interruptor general automático será de corte omnipolar y tendrá poder de corte suficiente para la intensidad de cortocircuito que pueda producirse en el punto de su instalación de 50 KA.

Los demás interruptores automáticos y diferenciales deberán resistir las corrientes de cortocircuito que puedan presentarse en el punto de su instalación, la sensibilidad de los interruptores diferenciales responderá a lo señalado en la ITC-BT-24.

Las instalaciones interiores o receptoras, estarán compuestas por circuitos que se podrán encontrar en un mismo tubo o canal, siempre y cuando los conductores estén aislados para la tensión asignada más elevada.

Cuando las canalizaciones eléctricas estén próximas con conductos de aire caliente, vapor o humo, estas se establecerán de forma que no pueda alcanzar una temperatura peligrosa, manteniéndose separados una distancia conveniente o protegida por pantallas calorifugadas.

Las canalizaciones eléctricas no se situaran por debajo de otras que puedan producir condensaciones, siempre y cuando no estén protegidas contra estas condensaciones.

Los conductores aislados de tensión 450/750 V (PVC) irán bajo tubos o canales protectoras, en zonas accesibles al público.

Los conductores aislados de tensión 450/750 V con cubierta de protección, colocados en huecos de la construcción, con materiales RF-120.

Los conductores rígidos armados y aislados para tensión no inferior a 0,6/1 KV (XLPE-EPR), podrán ir directamente sobre las paredes.

Los conductores para tensión no inferior a 0,6/1 KV (XLPE-EPR), aislados con cubierta, podrán ir en bandejas siempre que se instalen a 2,50 m. del suelo mínimo.

- Las canalizaciones serán no propagadoras de la llama.
- Los tubos rígidos cumplirán la UNE – EN – 50086-2-1
- Los tubos curvables cumplirán la UNE – EN – 50086-2-2
- Los tubos flexibles cumplirán la UNE – EN – 50086-2-3

Las dimensiones de los tubos no enterrados y con uniones roscadas, cumplirán la UNE – EN – 60423.

El trazado de las canalizaciones se hará vertical y horizontal o paralelo a las aristas de las paredes.

Los tubos se unieran entre sí mediante accesorios adecuados a su clase y que aseguren la continuidad de la protección a proporcionar a los conductores.

Las curvas practicadas en los tubos serán continuas y no originaran reducciones de sección, según UNE – EN – 50086-2-2.

Se dispondrá de registros en tramos rectos cada 15 metros como máximo y el número de curvas entre cada dos registros no será superior a tres.

Las cajas serán de material aislante y no propagador de la llama, la profundidad de estas cajas será al menos igual al diámetro del tubo más grande más un 50% del mismo (con un mínimo de 40 mm).

La unión de conductores se realizará mediante bornes o regletas de conexión, los tubos metálicos accesibles, se conectarán a tierra y no se podrán utilizar como conductores de protección o de neutro.

Los tubos se colocarán a una altura mínima de 2,50 m. del suelo acabado.

Las canales serán conformes a lo dispuesto en la UNE – EN – 50085, las de grado IP4X o superior y clasificadas como canales con tapa de acceso, según la UNE – EN – 50085-1, se podrán utilizar y colocar:

- Aislados de tensión 450/750 V
- Colocar mecanismos
- Realizar empalmes de conductores y conexiones en su interior

La instalación y puesta en obra de las canales protectoras deberá cumplir lo indicado en la UNE – 20460-5-52 y la ITC-BT-19 e ITC-BT-20.

Todo circuito estará protegido contra los efectos de las sobrecorrientes, que puedan producirse en el mismo.

El límite de intensidad de corriente admisible en un conductor, quedará garantizado por el dispositivo de protección utilizado.

En el origen de la instalación se establecerá un dispositivo de protección contra cortocircuitos, cuya intensidad de corte estará de acuerdo con la intensidad de cortocircuito que pueda presentarse en el punto de su conexión.

Como sistemas de protección contra cortocircuitos, se admiten los fusibles calibrados y los interruptores automáticos de corte omnipolar.

Los aspectos requeridos para los dispositivos de protección, serán los indicados en la UNE 20460-4-43.

Se deberá de disponer de toma de tierra específica con tapa de registro y pica de tierra, unidas al anillo principal con cable de cobre desnudo de 1 x 35 mm<sup>2</sup>, las siguientes instalaciones como mínimo:

- Elementos metálicos importantes.

Las secciones mínimas serán las que se indican en la instrucción ITC-BT-019 (2.3) para los conductores de protección.

Del cuadro de distribución general y con sección igual a la de los conductores activos, deberá de partir un conducto de protección.

Se dispondrá de alumbrado de emergencia en la zona próxima al cuadro general a instalar, para conseguir una rápida y segura evacuación en caso de falta de suministro eléctrico, en aquellas zonas donde no exista y sea necesario y donde exista y no funcionen. Este tipo de alumbrado se instalara únicamente en la zona del nuevo cuadro parcial a sustituir, según lo indicado para locales de pública concurrencia ITC-BT-28.

Las principales características que deberá cumplir la instalación según Instrucción ITC-BT-28, son:

- Las canalizaciones se realizarán mediante conductores aislados según ITCBT-19, ITC-BT-20.
- Los cuadros de mando, tomas de corriente, etc. se realizarán según ITC-BT-17.
- Los conductores serán tales que permitan el suministro de energía a los suministros de emergencia no autónomos, durante y después del incendio siendo estos:
  - No propagadores de la llama (IEC 60332-1/UNE-EN 50265)
  - No propagadores del incendio (IEC 60332-3/UNE-EN 50266)
  - Baja emisión de gases tóxicos libres de halógenos (UNE-EN 50267).
  - Baja emisión de humos opacos (UNE-EN 50268).
  - Baja emisión gases corrosivos (UNE-EN 50267).
  - Baja emisión gases tóxicos (NES-713).
  - Cables exentos de plomo.



La actividad que nos ocupa se dedicará a la actividad de teatro, biblioteca, camerinos, servicios higiénicos, vestuarios, y de acuerdo con el R.E.B.T aprobado por el Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto de 2002, le es de aplicación las normas ITC-BT-28 (Instalaciones en locales de pública concurrencia) principalmente.

Según se recoge en el apartado 2.3 de la ITC-BT-28 todos los locales de pública concurrencia deberán disponer de alumbrado de emergencia.

Por ello se instalarán aparatos autónomos de alumbrado de emergencia según las normas UNE-EN 60.598 -2-22 y norma UNE 20.392 o UNE 20.062.

La distribución a lo largo de las diferentes zonas del edificio en cuestión, será tal que se proporcionará los siguientes niveles de iluminación.

En rutas de evacuación, el alumbrado de evacuación debe proporcionar, a nivel del suelo y en el eje de los pasos principales, una iluminancia horizontal mínima de 1 lux.

En los puntos en los que estén situados los equipos de las instalaciones de protección contra incendios que exijan utilización manual y en los cuadros de distribución del alumbrado, la iluminancia mínima será de 5 lux.

La relación entre la iluminancia máxima y la mínima en el eje de los pasos principales será menor de 40.

El alumbrado de evacuación deberá poder funcionar, cuando se produzca el fallo de la alimentación normal, como mínimo durante una hora, proporcionando la iluminancia prevista.

## CÁLCULO DE POTENCIA

En nuestro caso se hace una previsión de potencia estimada para determinar si es o no necesario Centro de Transformación.

De este modo y según el ITC BT 10, se suponen 100 W por m<sup>2</sup> y planta, con un mínimo por local de 3450 W a 230 V.

- Planta baja: 17051 m<sup>2</sup> x 100 W = 1.705.100 W = 17051 kW
- Planta primera: 4061 m<sup>2</sup> x 100 W = 406.100 W = 4061 kW

Potencia total = 21112 kW > 100 kW por lo que necesitaremos un centro de transformación.

Las instalaciones en estas zonas, tanto en restaurante, aulas, oficinas, almacenes, etc., cumplirán las condiciones de carácter general que a continuación se señalan.

- a- El cuadro general de distribución deberá colocarse en el punto más próximo posible a la entrada de la derivación individual (desde la SET) y se colocará junto o sobre él, los dispositivos de mando y protección establecidos en la instrucción ITC-BT-17. Cuando no sea posible la instalación del cuadro general en este punto, se instalará en dicho punto un dispositivo de mando y protección. Del citado cuadro general saldrán las líneas que alimentan directamente a los aparatos receptores o bien las líneas generales de distribución a las que se conectará mediante cajas o a través de cuadros secundarios de distribución, los distintos circuitos alimentadores. Los aparatos receptores que consuman más de 16 amperios se alimentarán directamente desde el cuadro general o desde los secundarios.
  
- b- El cuadro general de distribución e igualmente, los cuadros secundarios, se instalarán en lugares a los que no tenga acceso el público y que estarán separados de los locales donde exista un peligro acusado de incendio o de pánico (cabinas de proyección, escenarios, salas de público, escaparates, etc.), por medio de elementos a prueba de incendios y puertas no propagadoras del fuego. Los contadores podrán instalarse en otro lugar, de acuerdo con la empresa distribuidora de energía eléctrica, y siempre antes del cuadro general.
  
- c- En el cuadro general de distribución o en los secundarios se dispondrán dispositivos de mando y protección para cada una de las líneas generales de distribución y las de alimentación directa a receptores. Cerca de cada uno de los interruptores del cuadro se colocará una placa indicadora del circuito al que pertenecen.
  
- d- En las instalaciones para el alumbrado de locales o dependencias donde se reúna público, el número de líneas secundarias y su disposición en relación con el total de lámparas a alimentar deberá ser tal que el corte de corriente en una cualquiera de ellas no afecte a más de la tercera parte del total de lámparas instaladas en los locales o dependencias que se iluminan alimentadas por dichas líneas. Cada una de estas líneas estarán protegidas en su origen contra sobrecargas, cortocircuitos, y si procede contra contactos indirectos.
  
- e- Las canalizaciones deben realizarse según lo dispuesto en las ITC-BT-19 e ITC-BT-20 y estarán constituidas por:

- Conductores aislados, de tensión asignada no inferior a 450/750 V, colocados bajo tubos o canales protectores, preferentemente empotrados en especial en las zonas accesibles al público.
  - Conductores aislados, de tensión asignada no inferior a 450/750 V, con cubierta de protección, colocados en huecos de la construcción totalmente contruidos en materiales incombustibles de resistencia al fuego RF-120, como mínimo.
  - Conductores rígidos aislados, de tensión asignada no inferior a 0,6/1 kV, armados, colocados directamente sobre las paredes.
- f- Los cables y sistemas de conducción de cables deben instalarse de manera que no se reduzcan las características de la estructura del edificio en la seguridad contra incendios. Los cables eléctricos a utilizar en las instalaciones de tipo general y en el conexionado interior de cuadros eléctricos en este tipo de locales, serán no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida. Los cables con características equivalentes a las de la norma UNE 21.123 parte 4 ó 5; o a la norma UNE 21.1002 (según la tensión asignada del cable), cumplen con esta prescripción. Los elementos de conducción de cables con características equivalentes a los clasificados como “no propagadores de la llama” de acuerdo con las normas UNE-EN 50.085-1 y UNE-EN 50.086-1, cumplen con esta prescripción.
- g- Las fuentes propias de energía de corriente alterna a 50 Hz, no podrán dar tensión de retorno a la acometida o acometidas de la red de Baja Tensión pública que alimenten al local de pública concurrencia.

Los servicios higiénicos que contengan ducha se ajustaran a lo establecido en la ITC-BT-27 y se tendrán en cuenta cuatro volúmenes el 0, 1, 2, y 3.

#### VOLUMEN “0”

Comprende el interior de la bañera o ducha, cuando la ducha no tenga plato, el volumen “0” está delimitado por el suelo y por un plano horizontal situado a 0,05 m. por encima del suelo.

#### VOLUMEN “1”

Está limitado por el plano horizontal superior al volumen “0” y el plano horizontal situado a 2,25 m. por encima del suelo.

**VOLUMEN "2"**

Está limitado por el plano vertical exterior al volumen "1" y el plano vertical paralelo situado a una distancia de 0,50 m., el suelo y plano horizontal situado a 2,25 m. por encima del suelo.

**VOLUMEN "3"**

Está limitado por el plano vertical límite exterior del volumen "2" y el plano vertical paralelo situado a una distancia de este de 2,40 m. y el suelo y el plano horizontal situado a 2,25 m. por encima del suelo.

- h- Las zonas húmedas dispondrá de conexión equipotencial.

**CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN****CANALIZACIONES**

Se realizarán en tubo rígido o flexible de PVC de diámetro adecuado en el caso de que sean empotrados o vistos, si son vistos se utilizarán tubos de PVC reforzado con grado de protección 5.

Las derivaciones se harán en cajas de medidas mínimas de 100x100 que deberán ser estancas si la canalización no es empotrada.

**CONDUCTORES**

Serán de cobre de las secciones indicadas en los cálculos justificativos, con cubierta de PVC de doble capa, para la tensión de servicio de 750 V. (cero halógenos), en el caso de instalación interior y de RV 0'6/1 Kv para la línea repartidora.

**DERIVACIONES**

Se realizarán siempre dentro de cajas adecuadas mediante fichas de conexión no admitiéndose el empleo de empalmes mediante el retorcido de hilos y cintado posterior.

**TOMAS DE CORRIENTE**

Serán, con clavija de puesta a tierra, no pudiéndose tener al descubierto partes sometidas a tensión, también dispondrán de su cortacircuitos calibrados.

## **CONDUCTORES ACTIVOS**

Se considerarán conductores activos los destinados normalmente a la transmisión de la energía eléctrica, esta consideración se aplicará a los conductores de fase y al conductor neutro.

## **NATURALEZA DE LOS CONDUCTORES**

Los conductores rígidos que se empleen en las instalaciones deberán ser de cobre, así como los conductores flexibles.

Los conductores desnudos o aislados de sección superior a 16 mm<sup>2</sup> que sean sometidos a tracción mecánica de tensado, serán empleados en forma de cables.

## **SECCIÓN DE LOS CONDUCTORES Y CAÍDA DE TENSIÓN**

La sección de los conductores a utilizar se determinará de forma que la caída de tensión entre el origen de la instalación y cualquier punto de utilización sea menor del 3% de la tensión nominal en el origen de la instalación para el alumbrado y del 5% para los demás usos.

## **INTENSIDADES MÁXIMAS ADMISIBLES**

Las intensidades máximas admisibles en servicio permanente para conductores aislados en canalizaciones fijas y a una temperatura ambiente de 40°C son las indicadas en las tablas I y II de la Instrucción MITB 017.

Estas tablas se refieren a los cables normalmente usados en instalaciones interiores o receptoras, es decir de tensión nominal de aislamiento de hasta 750 V.

## **RED DE PROTECCIÓN DE TIERRA**

Todos los elementos accesibles no sometidos a tensión como receptores, cajas, etc., irán con cable de toma de tierra para protección,

Este cable de tierra será de la sección de los conductores activos de la línea repartidora, el cual vendrá del cuarto de contadores donde existe la ficha de toma de tierra, para conectarse al embarrado del cuadro general.

## **ALUMBRADO DE SEÑALIZACIÓN Y DE EMERGENCIA**

Dando cumplimiento al artículo 29 del reglamento de Seguridad e Higiene en el Trabajo de fecha 9 de Marzo de 1.971, el local dispondrá de alumbrado de señalización y de emergencia capaces de suministrar y mantener al menos durante 1 hora una intensidad de 5 lúmenes por m<sup>2</sup> para la emergencia y 1 lux para la señalización, su fuente de energía será independiente del sistema normal del alumbrado, para lo cual se emplearán equipos autónomos con acumulador de Cd-Ni conectados permanentemente a la red de alumbrado mediante un relé que llevarán incorporados.

Actuarán en caso de falta de tensión en la red o en caso de fallo del circuito de alumbrado correspondiente de alumbrado del que se alimentarán, al desconectarse el aparato de protección por sobrecargas, cortocircuitos, corrientes de fuga, etc.

Dentro de este apartado, efectuaremos los cálculos de iluminación, para lo cual se mostrara el alumbrado general en una de las oficinas.

## **CÁLCULOS**

El cableado de la instalación cumplirá con las especificaciones de la REBT y compañía suministradora, relativas a secciones mínimas, colores y caída de tensión máxima admisible, siendo esta de 1,5% en suministros para un único usuario donde no existe LGA.

Para el cálculo de sección de los conductores se tendrán en cuenta la demanda prevista e intensidad admisible por cada sección. El cableado será de tipo 2xXLPE monofásico. Vamos a calcular los elementos de la instalación más representativos:

### **CÁLCULO DE LA DERIVACIÓN GENERAL**

- Intensidad prevista para la acometida

$$I = P / (\sqrt{3} \cdot u \cdot \cos f) = 250270 / (\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 1) = 361,2 \text{ A}$$

Siendo:

- P = potencia en W
- U = tensión (Triásico 400 V, monofásico 230 V)
- I = intensidad (A)
- cos f = Factor de potencia 1

Seleccionaremos el conductor de la tabla 4, de la ITCBT-07. Tomamos pues una sección nominal de 185 mm<sup>2</sup> que admite una intensidad máxima de 150 A. A la vista de las intensidades la derivación a la CGMP tendrá tres cables de las siguientes

características: 3 conductores de cobre en fase y conductor neutro (según tabla 1 ITC 8).

- Comprobamos su caída de tensión:

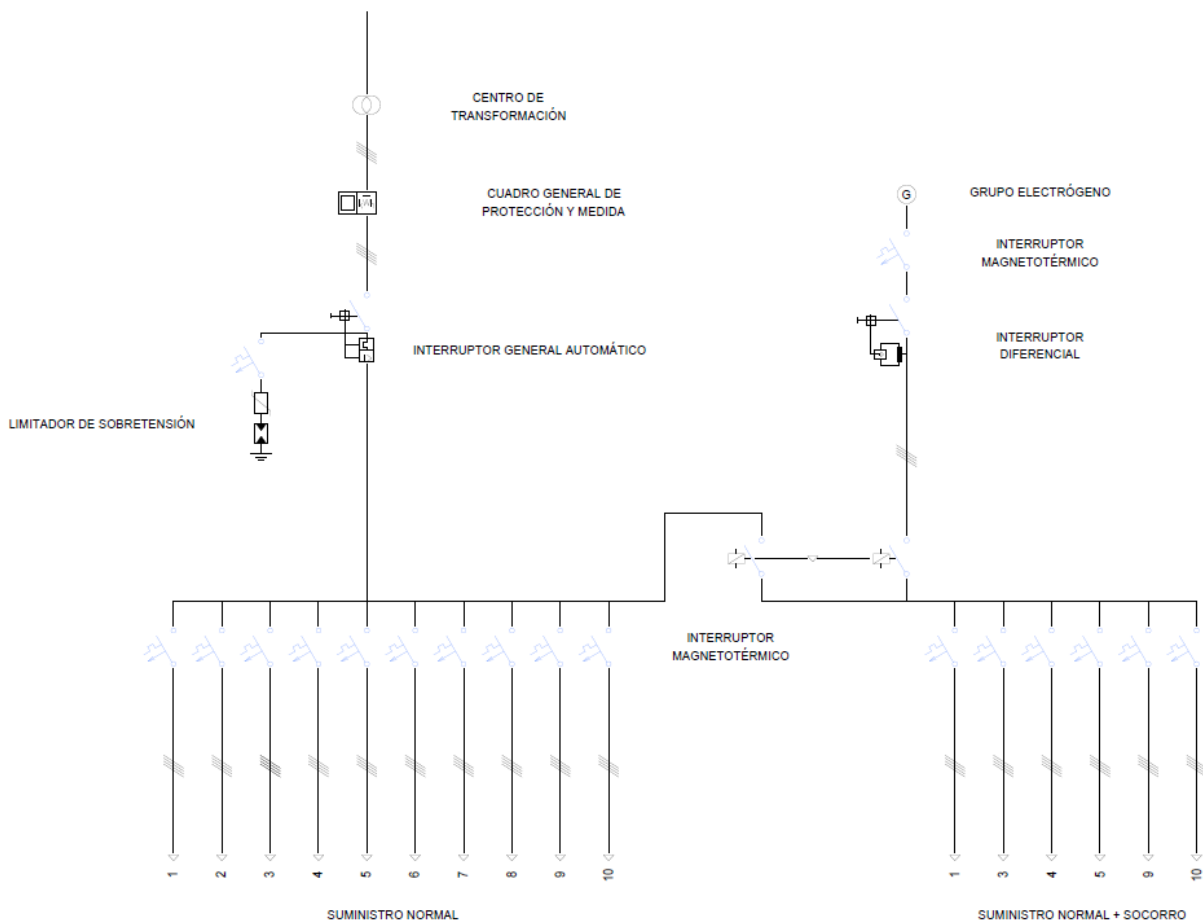
Siendo:

- P = potencia en W
- c = conductividad (56 cable de cobre con recubrimiento XLPE)
- U = tensión (Triásico 400 V, monofásico 230 V)
- S = Sección del cable (mm<sup>2</sup>)

$$E T (\%) = (P \cdot L(m)) \cdot 100 / (c \cdot 2U \cdot S(\text{mm}^2)) = (250270 \cdot 92) \cdot 100 / (56 \cdot 400^2 \cdot 185) = 1,25\%$$

1.38 < 1,5% SÍ CUMPLE , además se cumple: ICable > Ifusible > ICálculo  
Cu/ XLPE/ 3x185 mm<sup>2</sup> + 16 mm<sup>2</sup>

### ESQUEMA UNIFILAR



## CLIMATIZACIÓN

Índice

Introducción

Descripción de la instalación

Caudales de ventilación generales

Caudales de ventilación por zonas

Dimensionado de la red de conductos

88



## INTRODUCCIÓN

Para el diseño y el cálculo de las instalaciones de climatización se aplican las normativas del Código Técnico de la Edificación del Documento Básico de Higiene y Salubridad (CTE – DB – HS) y el Reglamento de las Instalaciones Térmicas del Edificio (RITE), quedando todo reflejado en el plano 14.

## DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN

El proyecto consta de una instalación de ventilación y climatización mediante unidades de tratamiento de aire (UTAs + ROOFTOPs) situadas en cubierta como solución a ambas. Se escoge esta solución debido a la morfología del proyecto, ya que se entiende necesaria la climatización homogénea al ser espacios diáfanos de gran superficie, combinados con particiones pequeñas individuales. El número de máquinas viene dado por el número de superficies a las que atender.

La ventilación de los locales húmedos y técnicos se lleva a cabo mediante ventiladores centrífugos de doble aspiración con motor directo, cuyos conductos suben a cubierta. Los vestíbulos de conexión entre los diferentes espacios se climatizan mediante transferencia de aire.

## CAUDALES DE VENTILACIÓN GENERALES

En el ejercicio de cálculo y análisis de la instalación climática, se lleva a cabo el estudio de la nave lateral izquierda inferior.

Para el cálculo de caudales necesarios para los diferentes espacios se asignan unas características definidas por el RITE según ocupación, condiciones higrotérmicas (THM), calidad de aire exterior (ODA), calidad de aire interior (IDA), tipo de filtro y calidad de aire de extracción (AE).

Para el cálculo del caudal necesario se tiene en cuenta además la ocupación de cada zona

(Ocupación según tabla 2.1 del CTE – DB – SI 3) y la tabla 1.4.2.1 Caudales de aire exterior en  $\text{dm}^3/\text{s}$  por persona, además de tener en cuenta si existe sobrepresión.

PLANTA	LOCAL	IDA	SUPERFICIE (m2)	Ocupación	Caudal impulsión (m3/h)	Caudal expulsión (m3/h)	Carga Térmica (kw)
PLANTA BAJA	SALA DE JUEGOS INDIVIDUAL	2	1021	113	339,0	288,1262	102,1
	CABINA (x16)	3	8,26	1	28,8	24,48	3,304
	ZONA DE JUEGO RECREATIVO	3	370	74	2131,2	1811,52	49,9
	HALL	2	1042	521	23445,0	19928,25	104,2
	SEGURIDAD	2	55	1	45,0	38,25	4,125
	ZZCC 1	2	767	384	1145,9	974,0133	76,7
	ZZCC 2	2	740,91	370	1106,9	940,881609	74,091
PLANTA PRIMERA	SALA DE JUEGOS GRUPAL T1(x6)	3	25	5	144,0	122,4	10
	SALA DE JUEGOS GRUPAL T2(x2)	3	17,5	5	144,0	122,4	7
	ZZCC 1	2	308	154	460,2	391,1292	30,8
	SALA DE JUEGOS GRUPAL T1(x6)	3	25	5	144,0	122,4	10
	SALA DE JUEGOS GRUPAL T2(x2)	3	17,5	5	144,0	122,4	7
	ZZCC 2	2	310	155	463,1	393,669	31
PLANTA SEGUNDA	CAFETERÍA	3	27,37	3	78,8	67,00176	3,2844
	TIENDA DE SOUVENIR	3	39	20	561,6	477,36	3,9
	ZZCC	2	427	214	637,9	542,2473	42,7
PLANTA TERCERA	CONTROL SONIDO (x2)	2	8,77	1	45,0	38,25	0,6525
	OFICINAS (x2)	2	14,76	3	132,8	112,914	1,107
	SEGURIDAD	2	7,68	1	45,0	38,25	0,576
	VESTUARIOS 1	3	28,25	9	18,6	15,84825	3,955
	VESTUARIOS 2	3	28,25	9	18,6	15,84825	3,955
	CAFETERÍA	3	35,62	4	102,6	87,19776	4,2744
	ZZCC (ESTADIO)	3	503,64	252	7252,4	6164,5536	201,456
PLANTA CUARTA	ESTADIO	3	503	608	17510,4	14883,84	201,2

## CAUDALES DE VENTILACIÓN POR ZONAS

Se procede al cálculo de los caudales por zonas, contando así con 8 unidades de tratamiento de aire (6 Rooftops + 2 UTAE/Fancoils), las cuales darán servicio a cada zona seleccionada para el análisis. Se contará con bomba de calor, modelo Hidropack WE 180, que dará servicio a cada UTA. En las zonas seleccionadas para el análisis existen calidades de aire diferente, por lo que se reagrupan y climatizan dentro del mismo tipo de máquina climatizadora.

La UTAE y los Rooftops se sitúan en la planta cubierta, sobre una losa prefabricada de hormigón armado con fibra de polipropileno y piezas de acero inoxidable para el ensamblaje y apoyo. Las losas (50 x 50 cm) se ensamblan entre sí mediante pletinas, formando la losa que evita el ruido por impacto en el interior del edificio. Estas losas se apoyan sobre los tacos anti vibratorios de caucho para evitar la vibración de las máquinas.

### - ROOFTOP

ZONA	POTENCIA (Kw)	Caudal (m3/h)	Modelo	Potencia máquina (kW)	Caudal máquina (m3/h)	Nº máquinas
ROOFTOP	1	102,1	3502	125,1	17901	1
	2	255	3502	125,1	17901	1
			4002	141,4	20258	1
	3	49,9	1402	266,5	38159	2
			3502	53,1	7800	1
	4	104,5	3502	125,1	17901	1
			5002	202,9	28100	2
	5	402,66	5002	202,9	28100	2
			5002	405,8	56200	2



Los equipos de la serie RXCA/RXCBA RCF son unidades autónomas compactas de tipo roof top especialmente indicadas para instalar en azoteas, cubiertas o cualquier otro espacio en el exterior con distribución del aire tratado a través de conductos. El sistema de recuperación frigorífica utiliza como intercambiador de calor un circuito frigorífico adicional a los circuitos frigoríficos existentes. El objetivo de este nuevo circuito es trasladar la energía del aire expulsado hacia el aire nuevo de ventilación. Este sistema es una alternativa a la recuperación de calor que se contempla en el RITE.

**CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES**

- Potencias frigoríficas desde 53,1 hasta 233,4 kW
- Compresores Scroll
- Parcialización máxima hasta 9 etapas según modelos
- Máxima calidad de aire y confort. Posibilidad de instalar filtros de alta eficiencia tipo F (F6 a F9)
- 3 versiones disponibles: con recuperación frigorífica de calor (RCF), con módulo de quemador de gas (GAS) y especial altas temperaturas ambiente (ATA)
- Termostato – PGD

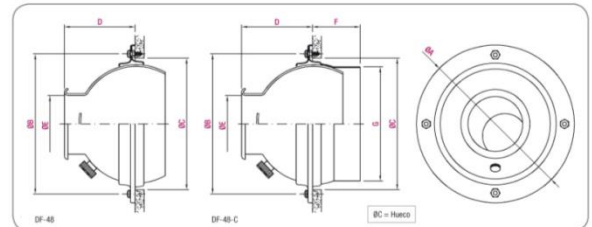
**RXCA RCF / RXCBA RCF** ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

MODELO		3502	4002	4502	5002	6002
Potencia frigorífica total	kW	125,1	141,4	178,9	202,9	233,4
Potencia frig. circuitos principales	kW	100,5	110,4	141,3	160,9	190,9
Potencia frig. circuito recup.	kW	24,6	31,0	37,6	42,0	42,5
Potencia frigorífica total	T.R.	35,6	40,2	50,9	57,7	66,4
Potencia frig. circuitos principales	T.R.	28,6	31,4	40,2	45,7	54,3
Potencia frig. circuito recup.	T.R.	7,0	8,8	10,7	11,9	12,1
Potencia calorífica total	kW	130,6	146,9	179,8	202,9	233,9
Potencia cal. circuitos principales	kW	106,7	116,7	144,5	163,1	193,8
Potencia cal. circuito recup.	kW	23,9	30,2	35,3	39,8	40,1
Alimentación (50 Hz -)	V	400.3+N	400.3+N	400.3+N	400.3+N	400.3+N
EER		3,3	3,1	3,0	3,1	3,0
COP		3,7	3,5	3,3	3,4	3,3
Clasificación energética frío (1)		A	A	B	A	B
Clasificación energética calor (1)		A	A	B	B	B
Caudal de aire	m <sup>3</sup> /h	17.901	20.258	25.083	28.100	32.800
Presión disponible impulsión	Pa	125	125	125	150	175
Presión disponible retorno	Pa	70	85	85	85	100
Dimensiones (largo x ancho x alto)	mm	4800x2100x2410	4800x2100x2410	4800x2100x2410	4800x2100x2760	4800x2100x2760
Peso neto	Kg	2650	2780	2820	3450	3480

**Rooftop 5.1- Estadio**

Este rooftop está destinado al uso del estadio de competiciones del centro. Teniendo el caudal más abundante del edificio de 17 510 m3/h. Elegimos microtoberas tipo 20 de la casa koolair.

**Dimensiones genéricas**



Difusor	Ø A	Ø B	Ø C	D	Ø E	F	Ø G
3	132	107	80	44	40	26	61
5	205	182	143	91	65	48	123
8	276	254	215	129	100	50	198
10	324	301	265	150	136	79	248
12	380	356	322	201	165	74	313
16	495	470	425	249	230	113	396
20	553	533	500	296	300	135	498

Unidad en mm

**Tabla de selección**

Tamaño	Q (m <sup>3</sup> /h)	L <sub>w</sub> [dB(A)]	ΔP (Pa)	X <sub>0,3</sub>	X <sub>0,5</sub>	X <sub>1,0</sub>	V <sub>e</sub>
3	60	32	109	8,4	5,0	2,5	12,8
	80	40	175	6,7	4,0	2,0	17,1
	110	48	331	14,7	8,8	4,4	23,5
5	140	32	82	11,7	7,0	3,5	11,8
	180	40	138	15,1	9,1	4,5	15,2
	240	48	245	20,1	12,1	6,0	20,2
8	290	32	64	15,9	9,6	4,8	10,2
	380	40	107	20,6	12,4	6,2	13,4
	500	48	185	27,1	16,3	8,1	17,6
10	460	32	46	18,4	11,0	5,5	8,8
	650	40	91	20,0	15,6	7,8	12,4
	910	48	179	>30	21,8	10,9	17,4
12	690	32	48	22,7	13,6	6,8	9,0
	900	40	82	29,6	17,8	8,9	11,7
	1170	48	138	>30	23,1	11,6	15,2
16	1220	32	40	28,8	17,3	8,7	8,2
	1590	40	68	>30	22,5	11,3	10,6
	2060	48	114	>30	29,2	14,6	13,8
20	1930	32	35	>30	21,0	10,5	7,6
	2500	40	58	>30	27,2	13,6	9,8
	3260	48	98	>30	>30	17,7	12,8




**SIMBOLOGÍA**

Q (m<sup>3</sup>/h): Caudal de aire.  
L<sub>w</sub> [dB(A)]: Nivel de potencia sonora.  
ΔP (Pa): Pérdida de carga.  
X<sub>0,3</sub>-X<sub>0,5</sub>-X<sub>1,0</sub> (m): Alcance, para velocidad terminal de la vena de aire de 0,3, 0,5, y 1,0 m/s, respectivamente, en condiciones isotermas. (ΔT = 0° C)  
V<sub>e</sub> (m/s): Velocidad efectiva.

**Rooftop 5.2- ZZCC Estadio**

Este rooftop está destinado a las zonas comunes del estadio de competencias del centro. Teniendo un caudal de 7250 m<sup>3</sup>/h. Elegimos rejillas 21- DVC/21DVR de 425 x 225 de la casa koolair.

## 21-DVC/21-DVR



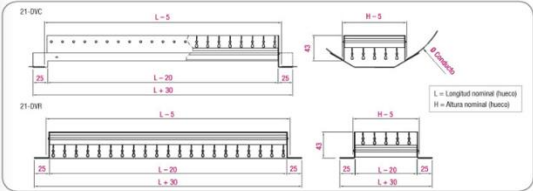
**Rejilla de doble deflexión para conducto**


**Descripción del producto**  
Rejilla de doble deflexión para conducto circular, marca KOOLAIR, modelo 21-DVC, de dimensión LxH, para impulsión de aire. Puede incorporar compuerta de regulación (-RFS-05 / 06). Acabado en chapa de acero galvanizada o pintado en RAL a definir.

**Otros modelos**  
21-DVR. Rejilla de doble deflexión para conducto rectangular.

**Fijaciones**  
Con tornillos. La rejilla dispone de taladros para atornillar.

**Dimensiones genéricas**






Ø DEL CONDUCTO CIRCULAR				
	H en mm			
	75	125	175	225
Ø MÍNIMO mm	160	315	560	630
Ø MÁXIMO mm	400	900	1250	1400

Unidad en mm

**Tabla de selección**

Tamaño	Q (m <sup>3</sup> /h)	L <sub>w</sub> (dB(A))	ΔP <sub>c</sub> (Pa)	X (m)	V <sub>e</sub> (m/s)
225 x 75	100	24	12	2.5	4.2
	140	32	22	3.5	5.8
	200	40	43	4.8	8.1
325 x 75	140	24	10	2.8	3.9
	190	32	19	3.9	5.4
	270	40	37	5.4	7.5
425 x 75	170	24	9	3.0	3.7
	240	32	17	4.2	5.1
	330	40	33	5.9	7.1
525 x 75	200	24	8	3.2	3.5
	280	32	16	4.5	4.9
	390	40	31	6.2	6.8
625 x 75	230	24	8	3.4	3.4
	320	32	15	4.7	4.8
	450	40	29	6.6	6.6
425 x 125	290	24	7	3.7	3.2
	410	32	13	5.1	4.5
	560	40	26	7.1	6.3
525 x 125	350	24	6	3.9	3.1
	480	32	12	5.5	4.3
	670	40	24	7.6	6.0
625 x 125	400	24	6	4.2	3.0
	560	32	11	5.8	4.2
	770	40	22	8.0	5.8
425 x 225	500	24	5	4.5	2.8
	700	32	10	6.3	4.0
	970	40	20	8.8	5.5
525 x 225	600	24	5	4.9	2.7
	830	32	9	6.7	3.8
	1150	40	18	9.4	5.3
625 x 225	690	24	5	5.1	2.6
	960	32	9	7.1	3.7
	1130	40	17	9.9	5.1
825 x 225	870	24	4	5.6	2.5
	1210	32	8	7.8	3.5
	1680	40	15	10.8	4.8
1025 x 225	1040	24	4	6.0	2.4
	1450	32	7	8.3	3.3
	2020	40	14	11.6	4.6



**SIMBOLOGÍA**  
Q (m<sup>3</sup>/h): Caudal de aire.  
L<sub>w</sub> (dB(A)): Nivel de potencia sonora.  
ΔP<sub>c</sub> (Pa): Pérdida de carga.  
X (m): Alcance horizontal para una velocidad mínima en zona ocupada de 0.25 m/s, salto térmico ΔT = -10° C y una altura de instalación de 2.7 m.  
V<sub>e</sub> (m/s): Velocidad efectiva.

La Tabla de selección refleja un resumen de dimensiones. Disponibilidad de otros tamaños. Consultar al Dpto. Comercial

**Rooftop 4 – ZZCC planta 2º y 3º**

Este rooftop está destinado a las zonas comunes de la zona de juego individual del centro. Teniendo un caudal de 360 m<sup>3</sup>/h. Elegimos rejillas 21- DVC/21DVR de 225 x 75 de la casa koolair.

**Rooftop 3**

Este rooftop está destinado a los juegos recreativos del centro. Teniendo un caudal de m<sup>3</sup>/h. Elegimos rejillas 21- DVC/21DVR de 525 x 75 de la casa koolair.

**Rooftop 2.1**

Este rooftop está destinado a los juegos recreativos del centro. Teniendo un caudal de m<sup>3</sup>/h. Elegimos rejillas 21- DVC/21DVR de 525 x 75 de la casa koolair.

**Rooftop 2.2**

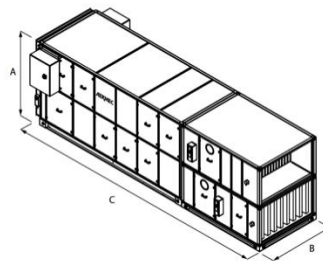
Este rooftop está destinado a los juegos recreativos del centro. Teniendo un caudal de m<sup>3</sup>/h. Elegimos rejillas 21- DVC/21DVR de 225 x 75 de la casa koolair.

**Rooftop 1**

Este rooftop está destinado a las zonas comunes de la zona de juego individual del centro. Teniendo un caudal de 24 762 m<sup>3</sup>/h. Elegimos microtoberas tipo 20 de la casa koolair.

- UTAE

Elegimos una UTAE de la marca AERMEC, un modelo Energy Dry 100, ya que nos permite hasta 10.000 m<sup>3</sup>/3 de caudal.



Agrupamos las diferentes estancias con FANCOILS en las dos UTAE para distribuir el caudal que genera el edificio.

ZONA	Caudal (m <sup>3</sup> /h)	Nº máquinas	udal total (m <sup>3</sup> /h)	UTAE
CABINA (x16)	28,8	16	460,8	2
SEGURIDAD	45	1	45	1
SALA DE JUEGOS GRUPAL T1(x12)	144	12	1728	1Y2
SALA DE JUEGOS GRUPAL T2(x4)	144	4	576	1Y2
CAFETERÍA	78,8	1	78,8	1
TIENDA DE SOUVENIR	561,6	1	561,6	1
CONTROL SONIDO (x2)	45	2	90	2
OFICINAS (x2)	132,8	2	265,6	2
SEGURIDAD	45	1	45	2
VESTUARIOS <sub>1</sub>	18,6	1	18,6	2
VESTUARIOS <sub>2</sub>	18,6	1	18,6	2
CAFETERÍA	102,6	1	102,6	2

UTAE	CAUDAL (m3/h)	Modelo	Caudal máquina (m3/h)
1	2153,2	40	4000
2	3968,6	40	4000

- FANCOIL

Prácticamente elegimos el mismo modelo para todas las estancias a excepción de la sala de juegos grupal.



Las unidades fancoil para conductos están diseñadas para su instalación en falsos techos gracias a su escasa altura.

**CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES**

- Potencias frigoríficas desde 3,6 hasta 50,6 kW
- Alta presión disponible: desde 105 Pa
- Modelo estándar sin filtro. Filtro EU3 opcional
- 2 versiones: BSW H (instalación horizontal) y BSW V (instalación vertical)
- Fácil mantenimiento

**BSW H/BSW V (2 tubos) ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

MODELO		10	20	30	40
Potencia frigorífica (1)	kW	3,8	7,1	9,2	10,6
Potencia frigorífica (1)	T.R.	2,8	5,7	8,5	11,4
Potencia calorífica (2)	kW	5,0	8,6	11,3	12,9
Potencia máxima absorbida	W	155	195	325	355
Alimentación (50 Hz ~)	V	230,1	230,1	230,1	230,1
Caudal de aire	m³/h	895	1423	1951	2131
Presión disponible	Pa	105	105	135	135
Caudal de agua	l/h	606,5	1092,2	1489,1	1694,3
Conexiones agua	Ø (")	1/2	1/2	3/4	3/4
Presión sonora (3)	db(A)	59,4	57,4	61,4	60,4
Dimensiones (largo x alto x ancho) H	mm	650x300x533	1000x300x533	1100x325x533	1340x325x533
Dimensiones (largo x alto x ancho) V	mm	739x330x603	1088x330x603	1188x355x623	1428x355x623
Peso	Kg	28	36	41	46

Contamos con un total del 42 FANCOILS, distribuidos en las 4 plantas que componen el centro de alto rendimiento.

ZONA	POTENCIA (Kw)	Caudal (m3/h)	Modelo	Potencia máquina (kW)	Caudal máquina (m3/h)	Nº máquinas
CABINA (x16)	3,3	28,8	10	3,8	895	16
SEGURIDAD	4,12	45	10	3,8	895	1
SALA DE JUEGOS GRUPAL T1(x12)	10	144	40	10,6	2131	12
SALA DE JUEGOS GRUPAL T2(x4)	7	144	10	3,8	895	4
CAFETERÍA	3,28	78,8	10	3,8	895	1
TIENDA DE SOUVENIR	3,9	561,6	10	3,8	895	1
CONTROL SONIDO (x2)	0,65	45	10	3,8	895	2
OFICINAS (x2)	1,1	132,8	10	3,8	895	2
SEGURIDAD	0,57	45	10	3,8	895	1
VESTUARIOS 1	3,95	18,6	10	3,8	895	1
VESTUARIOS 2	3,95	18,6	10	3,8	895	1
CAFETERÍA	4,27	102,6	10	3,8	895	1

## DIMENSIONADO DE LA RED DE CONDUCTOS

El dimensionado de la red de conductos, tanto de ida como de retorno, se realizará a la UTAE que conecta con las distintas estancias.

Estos conductos recorrerán los techos de manera vista, y serán de chapa metálica de aluminio con un aislamiento de fibra de vidrio. Se utilizarán compuertas de regulación, tanto en los difusores como en las rejillas, compuertas corta fuego entre los sectores de incendio ancladas a la señal de alarma y a las máquinas (estas compuertas se cerrarán y las máquinas detendrán su actividad en caso de incendio) y aberturas de registro cada 5 metros en todos los conductos para su limpieza y control. Para el comienzo de los cálculos se realiza un diseño previo de la red de conductos dividiéndola por tramos, tanto de ida como de retorno, asignándole el caudal previsto a cada conducto, de manera que esta distribución de servicio a todas las estancias.

	Fancoil	Caudal impulsión(m <sup>3</sup> /h)	Caudal Expulsión (m <sup>3</sup> /h)	Sección impulsión (m <sup>2</sup> )	Sección expulsión (m <sup>2</sup> )	Medidas impulsión (cm)	Medidas expulsión (cm)
UTAE 1	SEGURIDAD	45	38,250	0,003	0,003	10X10	10X10
	SALA DE JUEGOS GRUPAL T <sub>1</sub> (x6)	72	61,200	0,005	0,004	10X10	10X10
	SALA DE JUEGOS GRUPAL T <sub>2</sub> (x2)	72	61,200	0,005	0,004	10X10	10X10
	CAFETERÍA	78,8	66,980	0,005	0,005	10X10	10X10
	TIENDA DE SOUVENIR	561,6	477,360	0,039	0,033	25X15	25X15
	TRAMO SALIDA	2153,2	1830,220	0,150	0,127	60x25	50x25