

19 DE OCTUBRE DE 2020

CENTRO DE RECEPCIÓN DE VISITANTES.

ITÁLICA.

PFC. PLAN 2010

SOFÍA GÓMEZ RODRÍGUEZ
ETSA. UNIVERSIDAD DE SEVILLA

ÍNDICE

Proyecto básico:

1. Memoria descriptiva.	1
- Situación.	1
- Desarrollo histórico.	2
- Interpretación del lugar.	4
- Estrategia.	5
- Descripción general de la propuesta.	6
- Forma y funcionamiento del edificio propuesto.	8

Proyecto de ejecución:

2. Estructuras.	11
- Cimentación.	11
- Descripción y justificación de la solución estructural adoptada.	12
- Características constructivas.	12
• Forjado.	12
• Envolvente.	14
- Acciones variables.	15
• Sobrecarga de uso.	15
• Viento.	15
• Sismo.	16
- Materiales estructurales y niveles de control.	16
• Vida útil.	16
• Ambiente.	17
• Recubrimiento.	17
- Niveles de control.	18
• Ejecución.	18
• Hormigón.	18
- Normativas de aplicación.	18
- Predimensionado inicial:	
• Forjados.	19
• Pilares.	19
- Introducción modelo en cypee 2019.	20
- Análisis de resultados y comprobación.	20
3. Sistema constructivo.	25
4. Seguridad contra incendios.	27
- Protección pasiva contra incendios.	27

• SI 1 - Propagación interior.	27
▪ Compartimentación en sectores de incendios.	27
▪ Resistencia al fuego.	27
▪ Locales y zonas de riesgo especial.	27
▪ Reacción al fuego de los elementos constructivos, decorativos y de mobiliario.	28
• SI 2 – Propagación exterior.	28
▪ Medianeras y fachadas.	28
▪ Cubiertas.	29
• SI 3 – Evacuación de ocupantes.	29
▪ Cálculo de la ocupación.	29
▪ Número de salidas y recorridos de evacuación.	29
▪ Salidas de edificio y espacio exterior seguro.	30
▪ Dimensionado de los espacios de evacuación. ...	30
▪ Protección de las escaleras.	31
▪ Puertas situadas en recorridos de evacuación.	31
▪ Señalización de los medios de evacuación.	32
▪ Luces de emergencia.	33
▪ Evacuación de personas con discapacidad.	33
▪ Control del humo de incendio.....	34
- Protección activa contra incendios.	34
• SI 4 – Instalaciones de protección contra incendios.	34
▪ Dotación de instalaciones de protección contra incendios.	35
▪ Señalización de las instalaciones manuales de protección contra incendios.	36
• SI-5. Intervención de los bomberos. Condiciones de aproximación y entorno.	38
• SI-6. Resistencia al fuego de la estructura.	38
5. <u>Instalaciones de Agua Fría Sanitaria. (AFS)</u>	38
6. <u>Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria. (ACS)</u>	46
7. <u>Saneamiento.</u>	47

8. <u>Climatización.</u>	51
9. <u>Electricidad: distribución, alumbrado y puesta a tierra.</u>	60
- Previsión de potencia.	
- Cuadro general de mando y protección.	
- Cuadros parciales de mando y protección.	
- Grupo electrógeno.	
- Cálculos de cuadros parciales de mando y protección.	
- Memoria puesta a tierra.	81
10. <u>Redes de Voz y Datos.</u>	83
- Determinación de locales y servicios.	83
- Canales de enlace.	84
11. <u>Seguridad.</u>	84
12. <u>Megafonía.</u>	85
13. <u>Protección frente al ruido.</u>	88

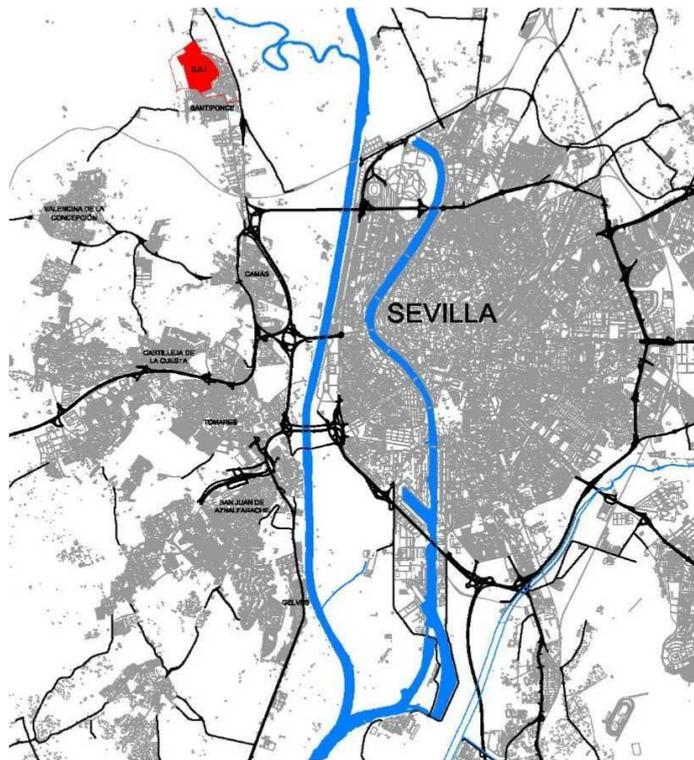
1. Memoria descriptiva.

Objetivo.

El proyecto surge de la necesidad de generar un espacio receptivo de los visitantes al yacimiento arqueológico, un edificio que sirva como transición entre dos realidades diferentes y funcione como algo más que una puerta de acceso al recinto, que sea el escalón por el que adentrarse antes de encontrarte con las ruinas.

Situación.

El proyecto se desarrolla en el recinto arqueológico de Itálica, ubicado en Santiponce, municipio sevillano de apenas 9000 habitantes situado al noroeste de la ciudad de Sevilla, como se puede observar en el plano.



En Santiponce se pueden destacar dos grandes enclaves patrimoniales, el monasterio de San Isidoro del Campo en la zona sureste del municipio y el conjunto arqueológico de Itálica al norte. Este último tiene casi la misma extensión que la propia localidad y en él será en el que se desarrolle nuestro proyecto.

Desarrollo histórico Itálica.

Itálica fue la primera ciudad romana fundada en Hispania. Nació como un campamento militar en el año 206 a.C. pero no fue hasta el año 45 a.C. cuando recibió el estatus de "municipium civium romanorum" por parte de Julio César.

La ciudad alcanzó su periodo de mayor esplendor a finales del siglo I y durante el siglo II, desde el gobierno de Trajano y Adriano, los dos nacidos en Itálica, lo que reforzaría mucho el indudable prestigio que ya tenía en Roma la vetusta colonia hispana.

Ambos emperadores, que sin duda debieron en buena parte su ascenso al trono a la presión de un importante grupo hispano existente en el senado romano desde al menos la época de Claudio y Nerón, fueron particularmente generosos con su ciudad natal, ampliándola y revitalizando su economía. Adriano fue quien le otorgó el rango de colonia después de que los habitantes se lo solicitaran, el emperador además la embelleció con excelentes edificios públicos.

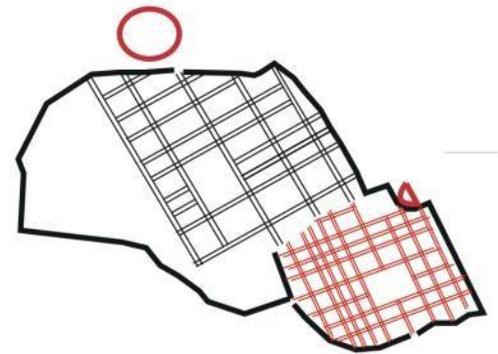
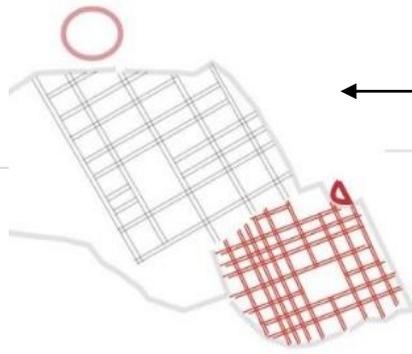
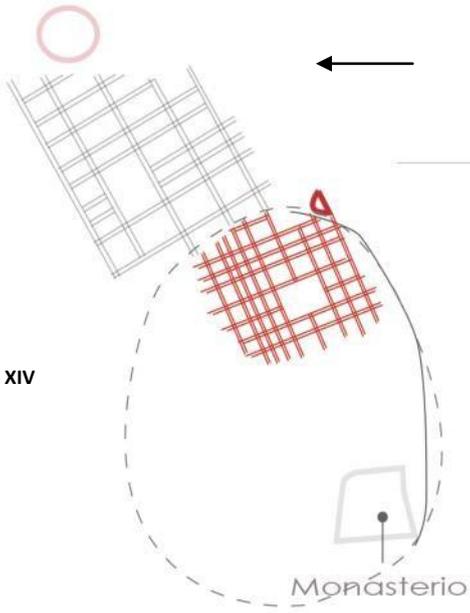
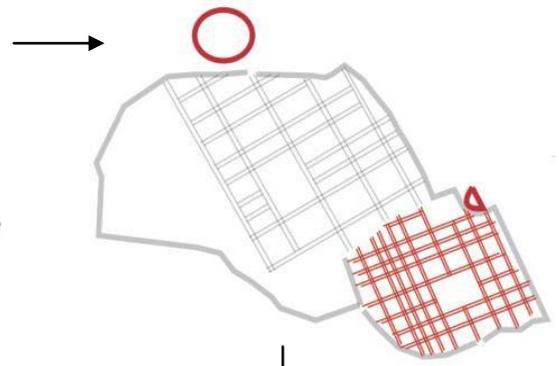
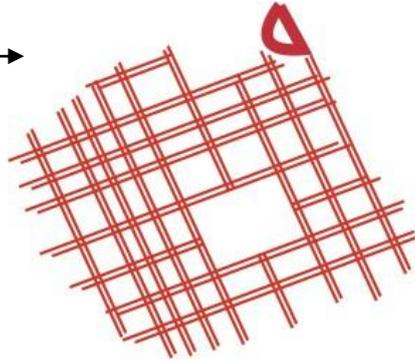
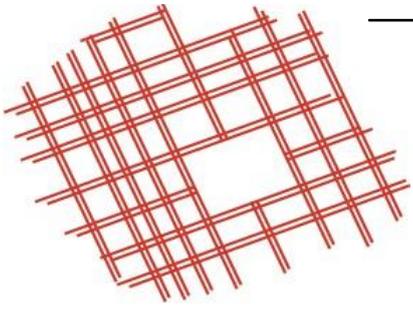
La gran ampliación vino de la mano de Adriano, aunque realmente quien empezó esta ampliación fue Trajano. Se trataba de la zona conocida como Nova urbs o "ciudad nueva", con una espléndida existencia durante el siglo II, a finales de este siglo y sin haber sido nunca completada, comenzó su declive por causas político-económicas. Ésta es la parte de la ciudad que constituye actualmente el Conjunto Arqueológico de Itálica, sin paralelos a causa de sus enormes mansiones pavimentadas de mosaicos, o de su deteriorado anfiteatro, cuarto del Imperio por su capacidad.

La "ciudad vieja" o Vetus urbs se encuentra bajo el casco urbano de la actual localidad de Santiponce (fundada en 1601, tras sucesivas crecidas del río, del que primitivamente estaba muy cerca). Esta parte de la ciudad es la que más continuidad tuvo, llegando hasta los tiempos de la ocupación musulmana. En el siglo X su despoblamiento y abandono fueron definitivos. Son muy pocos los restos romanos conocidos de ella, los principales son el teatro y las llamadas "termas menores" o "de Trajano"

Año 206 a.C.

Año 27 a.C.

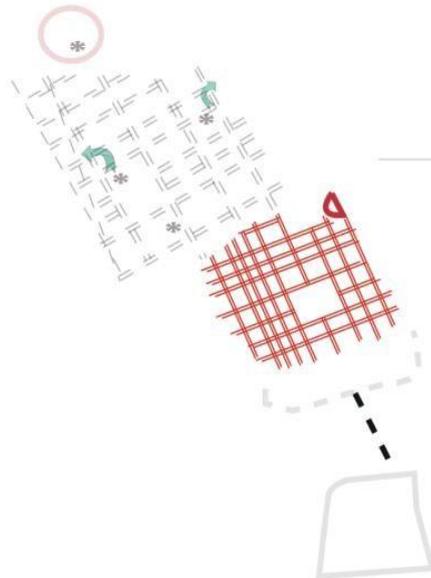
Siglo II



Siglo XIV

Siglo XII

Siglo III-VI



Siglo XVII

Interpretación del lugar.



Examinando el tejido del fragmento colindante al conjunto arqueológico observamos que las calles son amplias y los espacios libres parecen accidentados a lo largo del viario. La trama es bastante lineal siguiendo el orden cuadrangular.

Paseando por el barrio podemos entender la forma en la que se vive en él, con pocos bares y comercios por ser una zona prácticamente residencial. La mayoría de las viviendas son unifamiliares, con un máximo de 2-3 plantas, construcciones de baja altura muy comunes en municipios de estas características.

Los equipamientos públicos son reducidos, apenas hay plazas, jardines o parques para niños.

En cuanto a la vegetación de la zona destacamos:



Abedul. Característico de las zonas templadas del hemisferio norte, llega a medir entre los 10 y 30 metros. Hoja caduca.



Algarrobo. Es un árbol medio de 9 a 12 metros de altura y un metro de diámetro. El tronco es delgado y corto, requiere de mucha luz solar. Hoja perenne.



Ciprés. Puede llegar a alcanzar los 20 metros con un diámetro de 0.60 m. Posee un tronco delgado y de corteza fina. Hoja perenne.



Lentisco. Llega hasta los 8 metros de altura, aunque la altura media es la de 4 metros. Es capaz de soportar temperaturas extremas. Hoja perenne.



Olivo. Un árbol típico de la región de Andalucía, extremadamente delicado con el frío extremo y el exceso de lluvias. Hoja perenne.



Palmera. Árbol de gran altura y fácilmente reconocible. Hoja perenne.

Estrategia.

El centro de recepción de visitantes tendrá como objetivo la integración de los BICs más importantes del municipio cercanos al yacimiento, en especial, el Teatro Romano y las Termas Menores. De esta forma, la intervención generará un posible lazo de flujo turístico del visitante que unifique estas tres realidades.



Teatro romano. Santiponce



Termas menores. Santiponce



Conjunto arqueológico Itálica. Santiponce

Se propone como lugar de intervención estratégico la zona suroeste del límite del yacimiento, por ser un punto intermedio entre el recinto arqueológico de itálica, el teatro romano y las termas menores y situarse en un punto privilegiado de la travesía del pueblo, del trazado histórico de la muralla y de fácil acceso al visitante. Otra de las razones por la cual nos situamos en el límite del parcelario es la hipótesis de que no existan ruinas romanas o que encontremos el menor número de ellas.



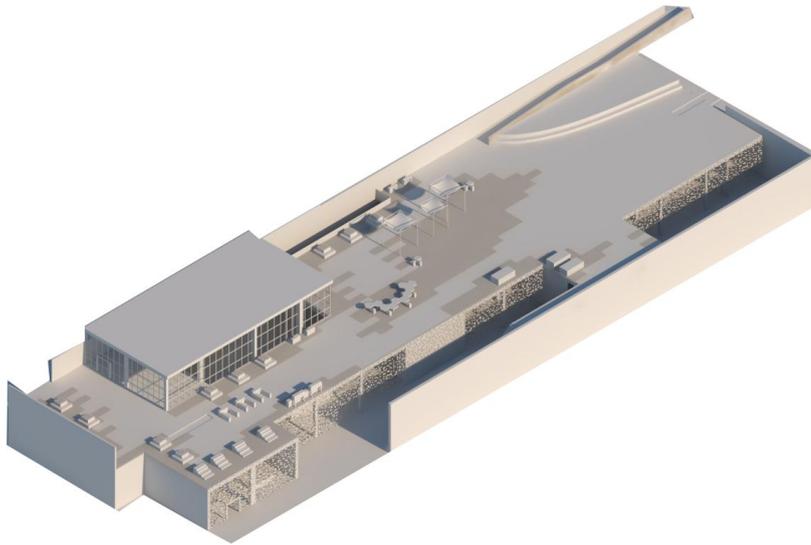
Descripción general de la propuesta.

Partimos de la siguiente premisa: respetar al máximo el recinto arqueológico. Por ello, su carácter longitudinal responde a la idea de adaptarse al que era el trazado de la muralla primitiva de la ciudad histórica, y el hecho de que esté semienterrado, a la integración con el perfil de la calle ascendente, permitiendo el acceso por su cubierta que se presenta como mirador hacia el recinto arqueológico y dota al municipio de un espacio verde público para el municipio.



Vista desde la cubierta transitable.

Su cubierta-mirador ofrece un recorrido continuo por la misma, accediendo por la calzada que da al nudo de circulaciones de la travesía del pueblo, y que presenta al final una salida ascendente de nuevo hacia la calle. La salida a la calle por el extremo oeste desemboca justo en la calle que, en un futuro, será la vía de acceso a las Termas Menores.

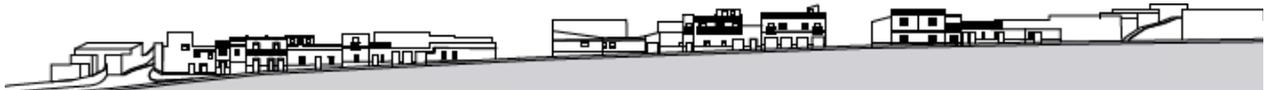


La llegada de los visitantes se prevé desde la plaza que está situada frente al Teatro Romano. Esta plaza será adecuadamente acondicionada para paradas de autobuses turísticos. De este modo, la llegada de los turistas se entiende como un viaje de incertidumbre hacia el recinto arqueológico, ocultando la visión directa de las ruinas mediante el propio recorrido y una barrera vegetal que rodea el perímetro suroeste del recinto construido.



Los visitantes tendrán su primer contacto con las ruinas cuando se adentren por la cubierta-mirador para acceder al hall del edificio.

El límite de la vía con la línea perimetral del edificio se realizará mediante un muro de contención, que será cubierto por una planta trepadora para que este sirva de introducción a lo que supondrá el acceso a una cubierta-mirador vegetal dotada de diferentes espacios públicos.



Forma y funcionamiento del edificio propuesto.

El Proyecto cuenta con dos volúmenes diferenciados, uno a nivel del recinto arqueológico a cota +15.00 y otro volumen, por el que se accede al interior del centro de visitantes, de manera descendente a cota +19.90.

La cubierta transitable (cota +19.90) por la cual se llega al proyecto ofrece cuatro accesos diferentes, uno a nivel de rasante, otro ascendente mediante una rampa, que de nuevo se conecta con la calle, y otros dos que unen conecta el recinto arqueológico con la cubierta transitable, sin necesidad de acceder interiormente al centro de visitantes, bien mediante las escaleras o a través del camino allanado del terreno.

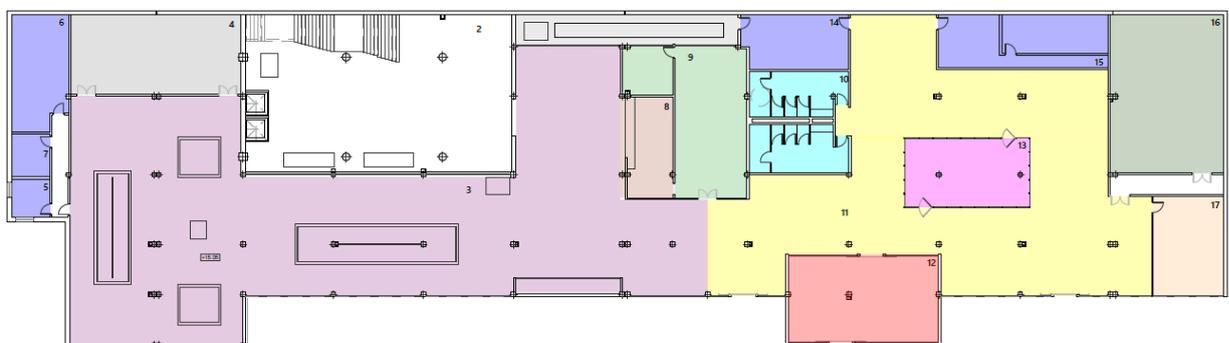
El interior del centro de visitantes (cota + 15.00) cuenta también con varios accesos, bien sea por la cubierta transitable, entrando por el Hall (acceso descendiente) o por el recinto arqueológico.

Esta diversidad de accesos hace que el proyecto que se propone sea muy versátil y permita al visitante formar su propia imagen, generando así un itinerario de ida y de vuelta que consta de las siguientes fases:

1. Acceso al edificio a través de la calle Juan Sebastián Elcano.
2. Descenso a la cota de Itálica a través del Hall.
3. Recorrido por las zonas de exposición.
4. Paso por la tienda y cafetería.
5. Salida a Itálica para realizar la visita.
6. Regreso de Itálica hacia el centro de recepción.
7. Salida a la calle Juan Sebastián Elcano a través de los accesos exteriores sin necesidad de entrar en el edificio

En cuanto al programa finalmente introducido para el centro de recepción de visitantes es:

- Área de recepción de visitantes.
- Cafetería.
- Baños.
- Zona administrativa.
- Acceso a las ruinas.
- Sala expositiva/temporal.
- Áreas de instalaciones.
- Sala de conferencias.
- Aula lúdica.
- Sala audiovisual.



- | | | | | |
|-------------------------|---|------------------------|----------------------------|----------------|
| 1 Pasillos | 5 Cuarto del grupo electrógeno | 9 Zona oficinas | 13 Tienda | 17 Aula ludica |
| 2 Entrada -Hall | 6 Cuarto instalaciones de climatizacion | 10 Baños | 14 Cuarto AFS | |
| 3 Exposición permanente | 7 Cuarto instalaciones voz y datos | 11 Exposición temporal | 15 Cuarto instalaciones SI | |
| 4 Sala audiovisual | 8 Recepción | 12 Cafetería | 16 Sala de conferencias | |



2. Estructuras.

Cimentación.

Para la obtención de los datos del terreno en el cual nos situamos nos hemos guiado por un estudio ya realizado por el arquitecto Antonio Jaramillo Morilla.

En él distinguimos los siguientes niveles:

Nivel 1: Relleno artificial. Cota 0,60 a -2,60 m.

Nivel 2: Arcilla marrón verdosa. Cota -2.60 a -15.00 m.

Nivel 3: Arcilla margosa gris azulada. Cota -15.00 en adelante.

El nivel 2, en el cual se apoyará la cimentación del edificio, es de características expansivas, lo que provoca una variación de su volumen cuando se modifica su humedad interna.

Las características que se obtuvieron sobre el nivel 2 en el estudio previamente citado son las siguientes:

En general, es una arcilla de alta plasticidad (CH).

Algunas muestras dan CL entre 4,5 y 5,5 m.

Porcentaje de finos (T200) en general superior al 90%.

Humedad natural entre 22 y 27%.

Densidad seca de 1,70 a 1,8 t/m³ y peso específico natural de 21 a 22 kN/m³.

Ángulo de rozamiento entre 14 y 20°.

Cohesión efectiva de 25 a 40 kPa.

Módulo de deformación de 100 a 400 kp/cm².

N=25. Límites líquidos entre 45 y 65.

Índice de plasticidad de 27 a 35.

Resistencia a la compresión simple media de 430 kPa.

Al encontrarnos con un terreno de arcillas expansivas, la mejor cimentación que se podría aplicar es aquella que concentre las cargas lo máximo posible para que el empuje del edificio fuese mayor al del terreno y disminuir la fuerza ascendente, que se reduce.

Por tanto, en este caso la mejor opción hubiese sido una cimentación de zapatas aisladas, pero como tenemos un edificio estrecho y de gran longitud, las zapatas supondrían el 50% o más de la superficie por lo que tendremos que optar por una losa de cimentación, aunque esta no sea la mejor solución.

Para reducir los inconvenientes que puede producir una losa de cimentación de canto continuo, se decide que la losa sea nervada para que concentre el mayor número de cargas posibles y colocar debajo de la losa un encachado de bolos que absorba una parte del empuje del terreno.

El canto de la losa de cimentación será de 50 cm ya que es el mínimo que se debe poner. Una vez que introduzcamos los datos en cypee comprobaremos si cumple o es necesario aumentarlo.

Descripción y justificación de la solución estructural adoptada.

La tipología estructural del centro de recepción de visitantes responde a un sistema de pilares, muros y vigas perimetrales de hormigón armado, unidas mediante un forjado reticular de casetón perdido sobre una losa de cimentación nervada con vigas de cimentación de 50x100 cm.

Como la longitud del edificio es de 95 m aprox., tendremos dos juntas de dilatación estructural de 3cm a una distancia menor de 40 m entre ellas para evitar asientos diferenciales del mismo por culpa de posibles asientos del muro de contención.

En cuanto al cerramiento gran parte será formado por el muro de hormigón de contención y un cerramiento de vidrio con marquetería metálica.

Tenemos dos cubiertas, una de ellas será transitable y estará formada por diferentes capas, con un acabado vegetal casi en su totalidad. La otra cubierta será plana, invertida, no transitable y con un acabado en grava.

Características constructivas.

Forjados:

Los forjados del centro de recepción de visitantes están constituidos por una losa de hormigón armada que funcionará como losa de cimentación y dos forjados más reticulares de casetón perdido.

- **Forjado cimentación:**

Elemento	Espesor	Carga (KN/m³)	Carga (KN/m²)
Losa hormigón armado	0.5	25	12.5
Pavimento de madera, cerámico o hidráulico sobre plastón	0.05		1
tabiquería	0.1		1
total			14.5

- **Forjado cubierta transitable:**

Elemento	Espesor	Carga (KN/m ³)	Carga (KN/m ²)
Falso techo	0.03		0.45
Forjado bidireccional	0.4		5.33
Cubierta invertida:			
• HM formación de pendiente	0.05	50	1
• Lámina impermeabilizante			0.05
• Poliestireno extruido	0.05	0.3	0.015
• Tierra compactada	0.1	15	1.5
Vidriera (incluida Carpintería)	0.06		0.35
Total			8.695

- **Forjado cubierta no transitable:**

Elemento	Espesor(m)	Carga (KN/m ³)	Carga (KN/m ²)
Falso techo	0.03		0.45
Forjado bidireccional	0.35		5
Cubierta plana a la Catalana:			
HM formación de pendiente	0.05	50	1
Lámina impermeabilizante			0.05
Poliestireno extruido	0.05	0.3	0.015
Grava	0.05	20	1
Total		7.515	

Envolventes:

- **Envolvente muro de carga:**

Elemento	Espesor (m)	Carga (KN/m ³)	Carga (KN/m ²)	Carga lineal (KN/m)
Muro hormigón armado	0.3	25	7.5	2.25
Cámara de aire	0.12			-
Aislante térmico	0.05		0.08	0.0004
Placa de yeso laminado	0.06		0.06	0.00036
Total				2.251

- **Envolvente vidrio:**

Elemento	Espesor	Carga (KN/m ³)	Carga (KN/m ²)	Carga lineal (KN/m)
Vidriera (incluida Carpintería)	0.06		0.35	0.021
Total				0.021

- **Carga losa de escalera:**

Elemento	Espesor(m)	Carga (KN/m ³)	Carga (KN/m ²)
hormigón armado	0.2	25	5
Baldosas cerámicas	0.05		0.8
Total			5.8

- **Acciones variables.**

- **Sobrecarga de uso:**

Forjado	Categoría de uso	Subcategoría	Carga uniforme (KN/m²)	CTE
Nivel 0 (centro de recepción de visitantes)	C. Zona de acceso público	C.3. Zonas sin obstáculos que impidan el libre movimiento.	5	3.1
		C.1. zona con mesas y sillas	3	
		C.2. Zona con mesas y sillas fijas	4	
		Total = 5		
Nivel 1 (cubierta transitable)	C. Zona de acceso al público	C.3. Zonas sin obstáculos que impidan el libre movimiento.	5 ⁽²⁾	3.1
		C.2. Zona con mesas y sillas fijas	4	
	Nieve		0,2	3.8
Total = 5,2				
Nivel 2 (cubierta no transitable)	G. Cubierta accesible solo para conservación	G.1. Cubierta con inclinación <20º	1	3.1
		Nieve	0,2	3.8
	Total = 1,2			

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

- **Viento.**

Para definir el modelo de cálculo necesitamos conocer los diferentes parámetros, reconocidos en el CTE-SE-AE, anejo D. "Acción del viento"

Presión dinámica dada por la expresión:

$$q_b = 0,5 \cdot \rho \cdot (2/b)$$

Zona eólica- Localidad –Sevilla- Zona A

Velocidad básica del viento: 26 m/s

La presión dinámica puede obtenerse directamente según el punto CTE-SE-AE, anejo D.1.4. Como “El valor básico de la presión dinámica es, respectivamente de 0,42 kN/m², para la zona A”

- Zona eólica, de acuerdo con el CTE-DB-SE-AE. Localidad - Sevilla-> Zona A

- Dirección a considerar para viento -> X e Y

Coefficiente de exposición c_e para alturas sobre el terreno, z , no mayores de 200 m, puede determinarse con la expresión:

$$\begin{aligned}c_e &= (F + 7k) \text{ siendo;} \\F &= K \times \ln (\max (s, Z) / L) \\k &= 0,22 \\L &= 0,3 \\Z &= 0,5\end{aligned}$$

- Los coeficientes de presión exterior dependen de la dirección relativa del viento, de la forma del edificio, de la posición del elemento considerado y de su área de influencia.

$$c_{pe,A} = c_{pe,1} + (c_{pe,10} - c_{pe,1}) \cdot \log_{10} A$$

coeficiente de presión exterior para elementos
con un área de influencia $A \geq 10 \text{ m}^2$

1 coeficiente de presión exterior para elementos con un área de influencia $A \leq 1 \text{ m}^2$

- **Sismo.**

Según el anejo 1 de la NCSE02, de la lista de ciudades, vemos que en la localidad en la que se encuentra implantada la edificación, Santiponce, el valor de la aceleración básica es de $A_b=0.07g$, ; p el coeficiente dimensional de riesgo, en nuestro caso para una construcción de importancia normal, el valor adoptado es 1; S el coeficiente de ampliación del terreno, considerando el terreno como tipo III, con un coeficiente $C = 1,6$, por lo tanto el valor del coeficiente es $S = C/1,25 = 1,28$. Con lo cual, el valor de la aceleración sísmica de cálculo es $A_c = 0,0512 \text{ m/s}^2$.

- **Materiales estructurales y niveles de control.**

- **Vida útil**

Atendiendo al Artículo 5º de la norma EHE-08 de conformidad con la norma vigente y de acuerdo con los requisitos exigidos en el mismo, se fija,, según la tabla 5 de dicho artículo, la vida útil nominal de la estructura, que no podrá ser inferior a los valores recogidos en la tabla.

Tabla 5

Vida útil nominal de los diferentes tipos de estructura⁽¹⁾

Tipo de estructura	Vida útil nominal
Estructuras de carácter temporal ⁽²⁾	Entre 3 y 10 años
Elementos reemplazables que no forman parte de la estructura principal (por ejemplo, barandillas, apoyos de tuberías)	Entre 10 y 25 años
Edificios (o instalaciones) agrícolas o industriales y obras marítimas	Entre 15 y 50 años
Edificios de viviendas u oficinas y estructuras de ingeniería civil (excepto obras marítimas) de repercusión económica baja o media	50 años
Edificios de carácter monumental o de importancia especial	100 años
Puentes y otras estructuras de ingeniería civil de repercusión económica alta	100 años

⁽¹⁾ Cuando una estructura esté constituida por diferentes partes, podrá adoptarse para tales partes diferentes valores de vida útil, siempre en función del tipo y características de la construcción de las mismas.

⁽²⁾ En función del propósito de la estructura (exposición temporal, etc.). En ningún caso se considerarán como estructuras de carácter temporal aquellas estructuras de vida útil nominal superior a 10 años.

Ambiente (EHE-08, Tabla 8.2.2):

Tabla 8.2.2

Clases generales de exposición relativas a la corrosión de las armaduras

CLASE GENERAL DE EXPOSICIÓN				DESCRIPCIÓN	EJEMPLOS
Clase	Subclase	Designación	Tipo de proceso		
No agresiva		I	Ninguno	<ul style="list-style-type: none"> Interiores de edificios, no sometidos a condensaciones. Elementos de hormigón en masa. 	<ul style="list-style-type: none"> Elementos estructurales de edificios, incluido los forjados, que estén protegidos de la intemperie.
Normal	Humedad alta	Ila	Corrosión de origen diferente de los cloruros	<ul style="list-style-type: none"> Interiores sometidos a humedades relativas medias altas (> 65%) o a condensaciones. Exteriores en ausencia de cloruros, y expuestos a lluvia en zonas con precipitación media anual superior a 600 mm. Elementos enterrados o sumergidos. 	<ul style="list-style-type: none"> Elementos estructurales en sótanos no ventilados. Cimentaciones. Estribos, pilas y tableros de puentes en zonas, sin impermeabilizar con precipitación media anual superior a 600 mm. Tableros de puentes impermeabilizados, en zonas con sales de deshielo y precipitación media anual superior a 600 mm. Elementos de hormigón, que se encuentren a la intemperie o en las cubiertas de edificios en zonas con precipitación media anual superior a 600 mm. Forjados en cámara sanitaria, o en interiores en cocinas y baños, o en cubierta no protegida.
	Humedad media	Ilb	Corrosión de origen diferente de los cloruros	<ul style="list-style-type: none"> Exteriores en ausencia de cloruros, sometidos a la acción del agua de lluvia, en zonas con precipitación media anual inferior a 600 mm. 	<ul style="list-style-type: none"> Elementos estructurales en construcciones exteriores protegidas de la lluvia. Tableros y pilas de puentes, en zonas de precipitación media anual inferior a 600 mm.

• **Recubrimiento:**

A partir del Artículo 37.2.4, donde se expone el recubrimiento mínimo que una armadura pasiva debe cumplir en cualquier punto de la misma, obtenemos el recubrimiento nominal necesario para nuestra estructura, partiendo de la siguiente fórmula:

$$r_{nom} = r_{min} + \Delta r$$

donde:

r_{nom} Recubrimiento nominal
 r_{min} Recubrimiento mínimo
 Δr Margen de recubrimiento, en función del nivel de control de ejecución, y cuyo valor será:

- 0 mm en elementos prefabricados con control intenso de ejecución
- 5 mm en el caso de elementos ejecutados *in situ* con nivel intenso de control de ejecución, y
- 10 mm en el resto de los casos

El recubrimiento mínimo requerido se tomará a partir de la tabla 37.2.4.1.a que se expone a continuación:

Tabla 37.2.4.1.a
Recubrimientos mínimos (mm) para las clases generales de exposición I y II

Clase de exposición	Tipo de cemento	Resistencia característica del hormigón [N/mm ²]	Vida útil de proyecto (t _p), (años)	
			50	100
I	Cualquiera	$f_{ck} \geq 25$	15	25
II a	CEM I	$25 \leq f_{ck} < 40$	15	25
		$f_{ck} \geq 40$	10	20
	Otros tipos de cementos o en el caso de empleo de adiciones al hormigón	$25 \leq f_{ck} < 40$	20	30
		$f_{ck} \geq 40$	15	25
II b	CEM I	$25 \leq f_{ck} < 40$	20	30
		$f_{ck} \geq 40$	15	25
	Otros tipos de cementos o en el caso de empleo de adiciones al hormigón	$25 \leq f_{ck} < 40$	25	35
		$f_{ck} \geq 40$	20	30

$$r_{\min} = 15 \text{ mm}$$

$$Ar = 30 \text{ mm}$$

Cogeremos este valor debido a que tenemos un nivel de control intenso para una vida útil de 100 años.

$$r_{\text{nominal}} = r_{\min} + Ar = 15 + 30 = 45 \text{ mm}$$

- **Niveles de control:**

- Nivel de control de la ejecución.

Según la EHE-08, artículo 92 °, el control de la ejecución, establecido como preceptivo por esta Instrucción, tiene por objeto comprobar que los procesos realizados durante la construcción de la estructura se organizan y desarrollan de forma que la Dirección Facultativa pueda asumir su conformidad respecto al proyecto, de acuerdo con lo indicado en esta Instrucción.

Según los efectos de esta Instrucción, se contempla que el Nivel de control de ejecución será a nivel normal. (art 92.3)

- Nivel de control de resistencia del hormigón.

Según la EHE-08, artículo 86.5.4, se contempla que el Nivel de control de resistencia de hormigón será a nivel estadístico.

- **Normativa de aplicación:**

- Instrucciones de Hormigón Estructural EHE 08
- CTE. Documento Básico de Seguridad Estructural DB-SE
- CTE. Documento básico de Seguridad Estructura. Acciones de la edificación DB-SE-AE.
- CTE. Documento básico de Seguridad Estructura. Cimentaciones DB-SE-C
- NCSE 02. Actual norma sísmica.

- **Predimensionado inicial:**

Para el cálculo nos basaremos en dos medios fundamentales:

- Normativa EHE-08
- Programa informático CYPECAD 2016

Para el Predimensionado a mano de la estructura nos hemos regido por la normativa EHE-08, y usando sus tablas, se ha simplificado el proceso de predimensionado de vigas y forjados.

- **Forjados:**

El canto mínimo en losa de cimentación de canto constante ha de ser 50 cm, por lo que partiremos de dicha dimensión para la introducción de datos en cypee 2017.

El forjado bidireccional de casetón perdido de la cubierta transitable se predimensionará con la fórmula $L/28$, lo cual nos daría $885/28=31,6$ cm + 4,5 cm de recubrimiento mínimo, lo que nos da un canto de 36 cm, lo cual será de 40 cm de espesor.

Para el forjado de la cubierta no transitable $780/28 = 27,8 + 4,5$ cm el canto será de 32,35 cm, lo que nos da un canto de 35 cm.

- **Pilares:**

Para los pilares, se ha usado la siguiente expresión:

$$\sigma = (Nd/A) + (Md/W) \rightarrow \sigma = Nd/A$$

Se despreciará el momento que le transmite la viga debido a que se ha considerado como despreciable frente al axil, además de que es un cálculo complejo, más adelante se comprobarán mediante el programa cypee 2017.

Pilar más desfavorable:

$$\text{Área de influencia: } 8,275 \cdot 5,175 = 42,82 \text{ m}^2$$

$$Nd = \text{área} \cdot n^{\circ} \text{ plantas} \cdot Q \text{ (carga lineal + superficial)}$$

$$Nd = 42,82 \cdot 1 \cdot 8,72 = 373,2$$

$$\text{Área} = (373,2) / (2500/1,5) = 0,22 \quad b = \sqrt{0,22} = 0,47 \text{ m} \approx 0,5 \text{ m}$$

Pilar menos desfavorable:

$$\text{Área de influencia: } 5,175 \cdot 4,65 = 24,1 \text{ m}^2$$

$$Nd = \text{área} \cdot n^{\circ} \text{ plantas} \cdot Q \text{ (carga lineal + superficial)}$$

$$Nd = 24,1 \cdot 1 \cdot 8,72 = 210,15$$

$$\text{Área} = (210,15) / (2500/1,5) = 0,12 \quad b = \sqrt{0,12} = 0,35 \text{ m}$$

Pilar más desfavorable cubierta no transitable:

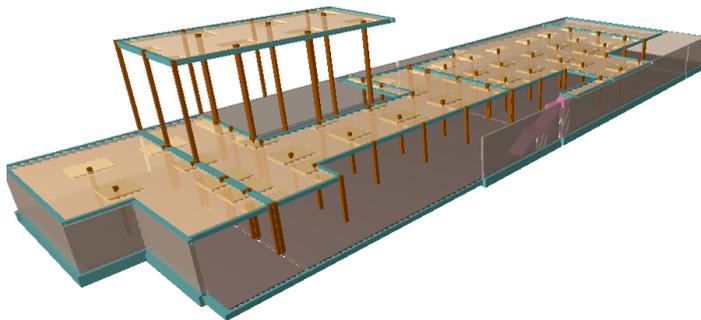
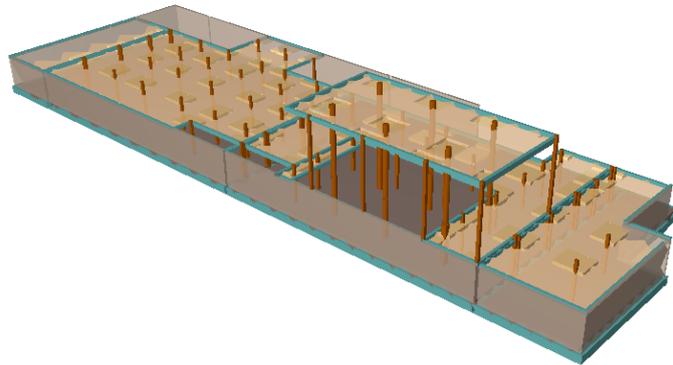
Área de influencia: $5,67 \cdot 7,25 = 41,14 \text{ m}^2$

$N_d = \text{área} \cdot \text{n}^\circ \text{ plantas} \cdot Q$ (carga lineal + superficial)

$N_d = 41,14 \cdot 1 \cdot 7,52 = 309,16$

$\text{Área} = (309,16) / (2500/1,5) = 0,18$ $b = \sqrt{0,18} = 0,43 \text{ m} \approx 0,45 \text{ de } \emptyset$

- **Introducción modelo en Cypecad 2017**



f

- **Análisis de los resultados obtenidos en cypee y comprobación.**

ELS

Como cypee no comprueba automáticamente la limitación de flecha en forjados, debemos consultar los límites normativos que se aplican a esta obra para estimar las flechas correspondientes.

Los valores límite de las flechas en edificación están definidas en el CTE DB-SE. Adicionalmente, en los comentarios del art. 50.1 de la EHE se definen valores recomendados de limitaciones de flechas en elementos estructurales de hormigón,

que son de un rango normativo inferior a las definidas por el CTE DB-SE, pero se recomienda su cumplimiento.

Las limitaciones de flechas definidas en el art. 4.3.3.1 del CTE DB-SE, en función de la luz del elemento estructural, son:

- Flecha activa sobre elementos constructivos (combinaciones características):

- Elementos frágiles o rígidos: $L/500$
- Elementos ordinarios: $L/400$
- Resto de elementos: $L/300$

-Flecha instantánea (combinaciones características): $L/350$

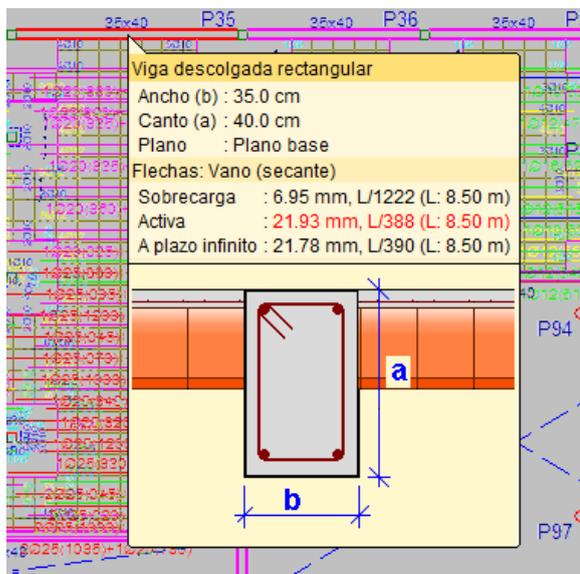
-Flecha a plazo infinito (combinaciones casi permanentes): $L/300$

Siendo L la longitud de los elementos que se comprueban, en este caso en el forjado de la planta segunda, que es el más desfavorable a efectos de flecha de vigas.

- **Flecha de vigas (Elementos lineales).**

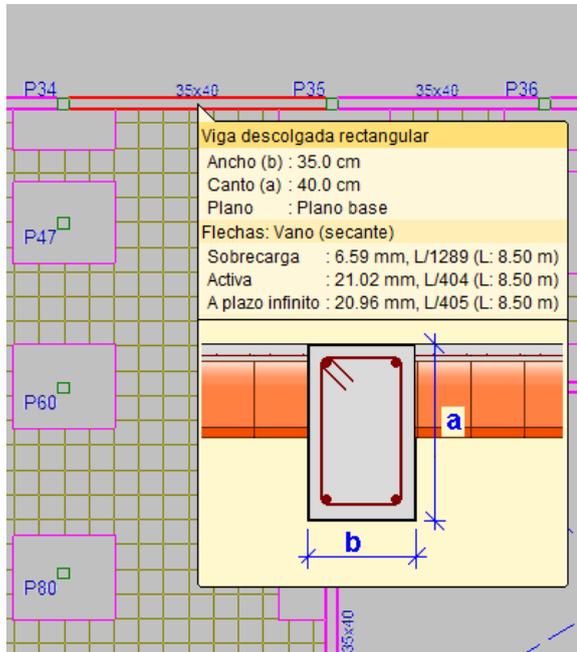
La viga que puede dar error de flecha será las de mayor luz o carga, en nuestro caso con una luz de 8,5 m en dirección X.

- Flecha activa $< L/500$
- $f_a(x) < (850/500) 1,7\text{cm}$
Flecha total o inf $< L/400$
- $f_t(x) < 2,12\text{cm}$
Flecha total admisible $< L/250$ o $< L/500$
- $f_t(x) < 3,4\text{cm}$



Viga en dirección X (P34-P35): $L = 8,5\text{m}$ -> No Cumple a flecha activa

Para que cumpliese hemos cambiado la armadura de refuerzo aumentando la sección de $\varnothing 12$ por una de $\varnothing 16$.



Ahora la viga de dirección X (P34-P35): L= 8,5m -> Cumple

- **Flecha forjado planta cubierta transitable (reticular).**

Al igual que en las vigas, podríamos tener problemas de flecha en forjado en las zonas donde haya mayor luz o carga. La zona ms desfavorable es el punto central.

Flecha activa < L/400

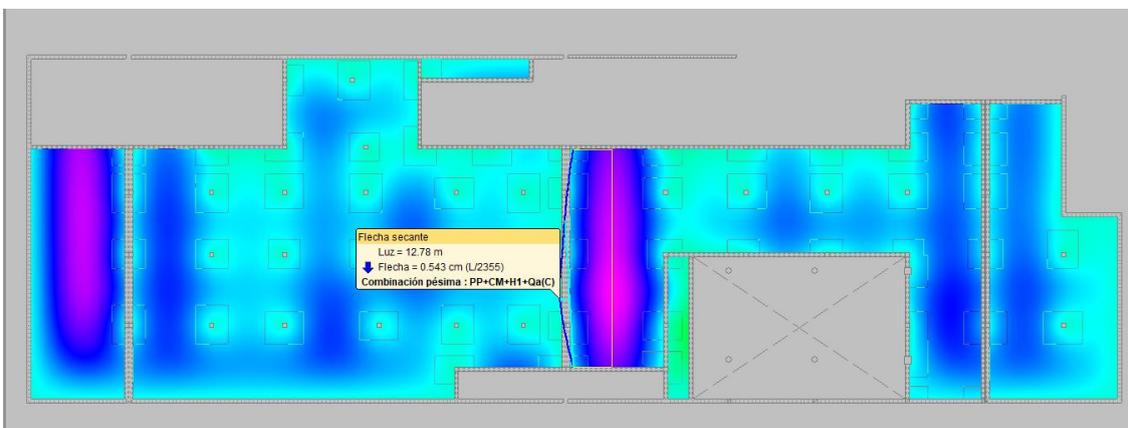
- $f_a(y) < (1278/400)$ 3,19cm

Flecha a plazo infinito < L/300

- $f_a(y) < (1278/300)$ 4,26cm

Flecha en dirección Y l = 12,78m

Flecha activa 0,889 cm < 4,26cm -> Cumple



- **Flecha forjado planta cubierta (reticular).**

Al igual que en las vigas, podríamos tener problemas de flecha en forjado en las zonas donde haya mayor luz o carga. La zona más desfavorable es el punto central.

Flecha activa < $L/400$

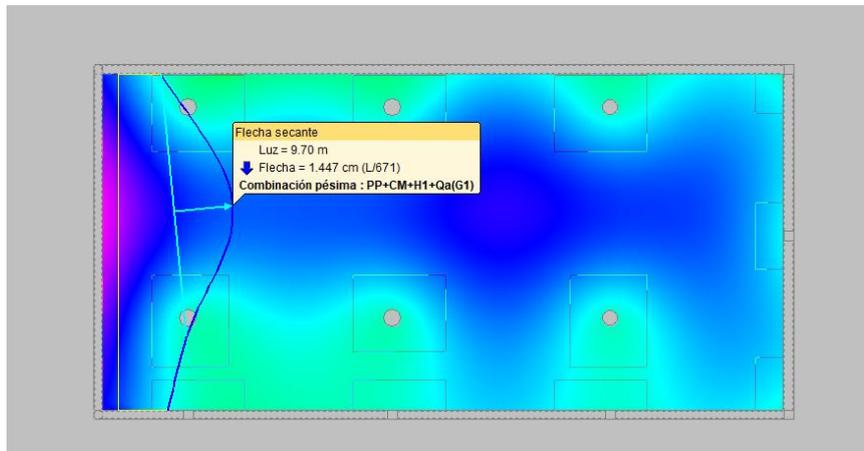
- $f_a(y) < (970/400) 2,42\text{cm}$

Flecha a plazo infinito < $L/300$

- $f_a(y) < (970/300)3,23\text{cm}$

Flecha en dirección X $l = 9,70 \text{ m} \rightarrow$ Cumple

Flecha activa $1,45 \text{ cm} < 3,23\text{cm}$



- **Flecha forjado (losa).**

Al igual que en las vigas, podríamos tener problemas de flecha en forjado en las zonas donde haya mayor luz o mayor carga. La zona más desfavorable es el punto central.

Flecha activa < $L/400$

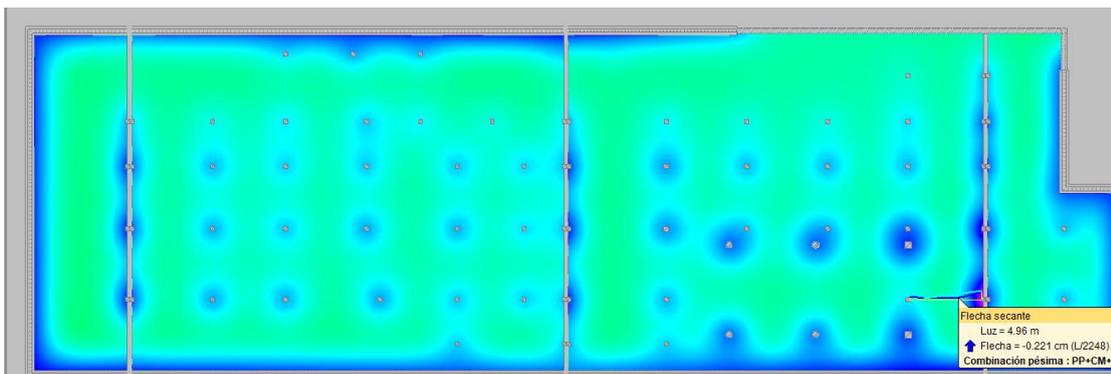
- $f_a(y) < (495/400) 1,23\text{cm}$

Flecha a plazo infinito < $L/300$

- $f_a(y) < (495/300)1,65\text{cm}$

Flecha en dirección X $l = 4,95 \text{ m} \rightarrow$ Cumple

Flecha activa $-0,221\text{cm} < 1,65 \text{ cm}$



- **Comprobación de desplazamiento horizontal (viento).**

De acuerdo con el CTE-DB-SE art. 4.3.3.2, el desplome máximo de la estructura, es decir, los desplazamientos horizontales, no deben superar $H/500$, pero nos dan otro valor máximo permitido en función de la altura de cada planta $H/250$. Si cumplimos $H/500$ no tendremos que volver a calcular la estructura de nuevo, teniendo en cuenta efectos de segundo orden.

Comprobaremos el desplazamiento del pilar con mayor altura $h=13,41$ m. Sí $H/500 \rightarrow 13,41\text{m}/500= 0,026\text{m}$ será el valor máximo para el cumplimiento del desplome total.

Situaciones persistentes o transitorias									
Pilar	Planta	Cota (m)	h (m)	Distorsión X			Distorsión Y		
				Absoluta (m)	Relativa	Origen	Absoluta (m)	Relativa	Origen
P94	cubierta	13.41	8.67	0.0150	$h / 579$	GV	0.0366	$h / 238$	GV
	cubierta trans	4.74	4.74	0.0047	$h / 1009$	GV	0.0113	$h / 420$	GV
	Cimentación	0.00							
	Total		13.41	0.0197	$h / 681$	GV	0.0456	$h / 295$	GV

No cumple, por tanto, volveremos a calcular con los efectos de segunda orden. Si $H/250 \rightarrow 13.41\text{m}/250= 0,054$ m será el valor máximo para el cumplimiento del desplome total.

Situaciones persistentes o transitorias									
Pilar	Planta	Cota (m)	h (m)	Distorsión X			Distorsión Y		
				Absoluta (m)	Relativa	Origen	Absoluta (m)	Relativa	Origen
P94	cubierta	13.41	8.67	0.0070	$h / 1240$	GV	0.0171	$h / 508$	GV
	cubierta trans	4.74	4.74	0.0022	$h / 2155$	GV	0.0050	$h / 948$	GV
	Cimentación	0.00							
	Total		13.41	0.0091	$h / 1475$	GV	0.0206	$h / 652$	GV

Al volver a calcularlo, con los efectos de segunda orden vemos que cumplen nuestros pilares más desfavorables.

ELU

- **Comprobación de desplazamiento horizontal (sismo).**

Según La Norma de Construcción Sismorresistente. NCSE-02 el desplome máximo de la estructura, es decir, los desplazamientos horizontales, no deben superar $H/500$, pero nos dan otro valor máximo permitido en función de la altura de cada planta $H/250$. Si cumplimos $H/500$ no tendremos que volver a calcular la estructura de nuevo teniendo en cuenta efectos de segundo orden.

Comprobaremos el desplazamiento del pilar con mayor altura $h=13,41$ m. Sí $H/500 \rightarrow 13,41\text{m}/500= 0,026\text{m}$ será el valor máximo para el cumplimiento del desplome total.

Situaciones sísmicas ⁽¹⁾									
Pilar	Planta	Cota (m)	h (m)	Distorsión X			Distorsión Y		
				Absoluta (m)	Relativa	Origen	Absoluta (m)	Relativa	Origen
P94	cubierta	13.41	8.67	0.0611	h / 142	----	0.0538	h / 162	----
	cubierta trans	4.74	4.74	0.0175	h / 271	----	0.0150	h / 316	----
	Cimentación	0.00							
	Total		13.41	0.0786	h / 171	----	0.0673	h / 200	----

No cumple, por tanto, volveremos a calcular con los efectos de segunda orden. Si $H/250 \rightarrow 13,41\text{m}/250 = 0,054$ m será el valor máximo para el cumplimiento del desplome total.

Situaciones sísmicas ⁽¹⁾									
Pilar	Planta	Cota (m)	h (m)	Distorsión X			Distorsión Y		
				Absoluta (m)	Relativa	Origen	Absoluta (m)	Relativa	Origen
P94	cubierta	13.41	8.67	0.0611	h / 142	----	0.0538	h / 162	----
	cubierta trans	4.74	4.74	0.0175	h / 271	----	0.0150	h / 316	----
	Cimentación	0.00							
	Total		13.41	0.0786	h / 171	----	0.0673	h / 200	----

Al volver a calcularlo con los efectos de segunda orden vemos que cumplen nuestros pilares más desfavorables.

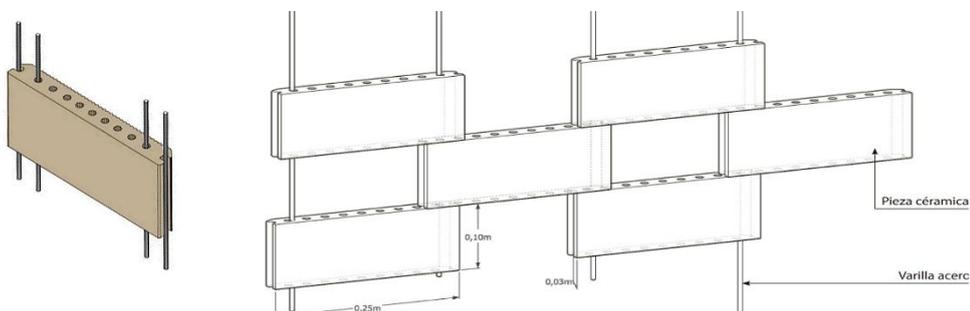
3. Sistema constructivo.

El material constructivo que más se ha usado en el proyecto es el hormigón armado, tanto para el sistema estructural como para los acabados de la fachada.

Envolvente.

El sistema de envolvente del edificio se resuelve principalmente mediante una fachada con un doble acristalamiento tipo Climalit de 6+4+4 con doble lámina antiimpactos de butiral y de protección solar, marca Guardian Sun, en su cara exterior, sujeta mediante una Carpintería de aluminio lacada en blanco de perfil europeo de 6 mm y rotura de puente térmico incluida.

La fachada del Hall de acceso será, como lo comentado anteriormente, pero la fachada que da a la zona arqueológica estará formada además por una doble piel con un sistema Flexbrick, que consiste en un trenzado de alambres de acero que confina una retícula de piezas de arcilla cocida dispuestas en tabla y anclado al forjado de hormigón mediante unos perfiles en L. El acabado de estas piezas será de cerámica blanca de 243x97x30 mm.





El resto de la envolvente estará formada por muros de contención de hormigón armado para la contención de la tierra del terreno al que nos enfrentamos.

Sistema de compartimentación.

En cuanto al sistema interior de compartimentación se ha propuesto un sistema MOVINORD, consiste en un panel formado por una doble capa de yeso, una capa interior de aislamiento de lana de roca de unos 7 cm y otra capa de yeso laminado de 1.2 cm de espesor con un acabado en pintura mate blanca sobre un enlucido de yeso fino. Este panel tendrá una subestructura vertical de acero galvanizado cada 60 cm y otra horizontal cada 75 cm y que irá sobre un carril inferior de cerramiento de acero galvanizado Sendzimir, embebido en espesor de pavimento y un carril superior de cerramiento fijado mecánicamente.

Sistemas de revestimientos.

Como ya se ha comentado, el sistema de revestimiento del interior del edificio está realizado principalmente de yeso laminado, exceptuando los puntos húmedos como los aseos. Otros revestimientos más secundarios detallados en la sección constructiva.

En cuanto a los pavimentos, la mayoría del interior de edificio tendrá un acabado formado por una tarima de madera, mientras que los baños y cuartos de instalaciones por una solería cerámica con acabado vinílico.

Para los techos se ha optado un acabado formado por paneles de yeso laminado de la marca Knauff de 1.5 cm de espesor.

Además, el interior del falso techo estará formado por paneles de aislamiento acústico de 4 cm de espesor y este se instalará mediante un sistema de cuelgue combinado.

4. Seguridad contra incendio.

SI-1. Protección pasiva contra incendios. Propagación interior.

Compartimentación en sectores de incendios.

Nos encontramos ante un edificio de diferentes usos, administrativo y pública concurrencia.

El centro de recepción de visitantes constará de un único sector de incendios ya que tiene 2118,3 m² y, al ser menor de 2500 m², no es necesario sectorizar según el CTE-DB-SI 1 Tabla1.1.

La altura de evacuación ascendente será de 5,6m.

Resistencia al fuego.

Se ha clasificado la resistencia al fuego de los elementos estructurales según la tabla 3.1 del CTE_DB_SI 6. De acuerdo con dicha tabla, los elementos estructurales sobre rasante tienen que ser R 90, bajo rasante R 120. Como la mayoría de nuestro edificio se encuentra semienterrado y solo el vestíbulo de entrada está a cota de calle, toda la estructura será de resistencia R120.

Locales y zonas de riesgo especial.

Los locales y zonas de riesgo especial integrados en el edificio se clasifican conforme los grados de riesgo alto, medio y bajo, siguiendo los criterios que se establecen en la tabla 2.1.

Consideramos como locales de riesgo bajo en nuestro edificio: la sala del grupo electrógeno, la sala de limpieza, la sala de máquinas de instalaciones de climatización y el local de contadores de electricidad y cuadros generales de distribución.

No se contempla la sala de maquinaria de ascensores en proyecto, puesto que se trata de un ascensor con la maquinaria instalada en la cabina del ascensor.

Los locales y las zonas así clasificados deben cumplir las condiciones que se establecen en la tabla 2.2.

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

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

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

Los elementos constructivos cumplen las condiciones de reacción al fuego que se establecen en la Tabla 4.1.

Tabla 4.1 Clases de reacción al fuego de los elementos constructivos

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

- **SI-2. Protección pasiva contra incendios. Propagación exterior.**

Medianeras y fachadas.

El centro de recepción de visitantes es un edificio exento de medianeras, estando únicamente la fachada del hall en contacto con la calle.

En este caso no se podrá producir propagación por fachadas.

La clase de reacción al fuego de los sistemas constructivos de fachada que ocupen más del 10% de su superficie se realizará en función de la altura total de la fachada:

Será en nuestro caso D-s3, d0, ya que nuestra altura es inferior a 10 m, pero en nuestras fachadas, cuyo arranque inferior es accesible al público desde la rasante exterior o desde la cubierta, la clase de reacción al fuego, tanto de los sistemas constructivos mencionados anteriormente como de aquellos situados en el interior de cámaras ventiladas, en su caso, debe ser, al menos B-s3, d0 hasta una altura de 3,5 m como mínimo.

Cubiertas.

Como tenemos lucernarios, claraboyas y cualquier otro elemento de iluminación o ventilación, estos deben pertenecer a la clase de reacción al fuego BROOF (t1).

- SI-3. Protección pasiva contra incendios. Evacuación de ocupantes.

Cálculo de la ocupación

Para calcular la ocupación se han tomado los valores de densidad de ocupación que se indican en la Tabla 2.1 en función de la superficie útil de cada zona.

Planta	Zona	Superficie (m ²)	Densidad de ocupación (m ² /pers.)	Ocupación
Primera (+20.00)	Entrada	83.68	2	42
Baja (+15.00)	Vestíbulo	222.64	2	111
	Escaleras	31.45	2	16
	Recepción	28.53	1pers. /asiento	3
	Oficinas	80.61	10	9
	Aseos	56.5	3	19
	Exposición permanente	560.76	2	280
	Exposición temporal	451.46	2	226
	Sala proyección	86.23	1pers. /asiento	30
	Tienda	52.57	1.5	35
	Cafetería	79.21	1.5	53
	Aula lúdica	42	2	21
	Sala de conferencias	123.41	1pers. /asiento	59
	Local PCI		Nula	-
	Cuarto de limpieza		Nula	-
	Grupo electrógeno	9	Nula	-
	Local climatización	49.3	Nula	-
CT		Nula	-	
Total 904 pers.				

Número de salidas y recorridos de evacuación.

Según la tabla 3.1 del CTE_DB_SI – 3 al ser un edificio para uso de pública concurrencia y la ocupación ha de ser mayor a 100 personas debe de contar con

más de una salida de planta. En nuestro caso cumplimos sin problemas este requisito, ya que, por requerimientos proyectuales, contamos con:

- Cinco salidas del en planta baja
- Cuatro salidas en planta primera

Una vez cumplido el mismo, los recorridos de evacuación están comprobados según la tabla 3.1 del CTE_DB_SI – 3. Se observa que la longitud de recorridos de evacuación hasta alguna salida de planta no excede de 50 m, en el caso de tener otro recorrido alternativo o 25 m si solo hay un recorrido posible.

En cuanto a la planta primera, al ser una cubierta transitable, los recorridos de evacuación pueden ser de hasta 75 m, ya que el riesgo de declaración de un incendio es irrelevante.

Salidas de edificio y espacio exterior seguro.

En relación con las salidas de edificio, el Documento de Apoyo al DB-SI aclara lo siguiente:

Salida de edificio: “Puerta o hueco de salida a un espacio exterior seguro. En el caso de salidas previstas para un máximo de 500 personas puede admitirse como salida de edificio aquella que comunique con un espacio exterior que disponga de dos recorridos alternativos hasta dos espacios exteriores seguros, uno de los cuales no exceda de 50 m.”

Además, se define el espacio exterior seguro como aquel en el que se puede dar por finalizada la evacuación de los ocupantes del edificio.

En principio, una salida de edificio debe comunicar directamente con un espacio exterior seguro. Si el espacio exterior con el que comunica una puerta o hueco de salida del edificio no cumple las condiciones de espacio exterior seguro, la salida de edificio hay que considerarla situada una vez alcanzado un espacio exterior que sí las cumpla, por ser este punto en el que se puede dar por terminada la evacuación. En tal caso, se deben cumplir hasta dicha salida de edificio los límites establecidos para las longitudes de los recorridos de evacuación, así como el dimensionamiento de las anchuras de paso, tanto horizontal como por escaleras, si las hubiera.

Dimensionado de los espacios de evacuación.

El dimensionado de los medios de evacuación quedará condicionado por la aplicación del DB SI, pero también por el DB-SUA y por el cumplimiento del Decreto de Accesibilidad en Andalucía. Se procederá a su comprobación tomando el valor más desfavorable en cada caso.

El DB SI3 en su punto 4, establece:

“Cuando en una planta deba existir más de una salida, la distribución de los ocupantes entre ellas a efectos de cálculo debe hacerse suponiendo inutilizada una

de ellas, bajo la hipótesis más desfavorable. En la planta de desembarco de una escalera, el flujo de personas que la utiliza deberá añadirse a la salida de planta que corresponda, a efectos de determinar la anchura de esta. Dicho flujo deberá estimarse, o bien en $160A$ personas, siendo A la anchura, en metros, del desembarco de la escalera, o bien en el número de personas que utiliza la escalera en el conjunto de las plantas, cuando este número de personas sea menor a $160A$.”

Para dimensionar los medios de evacuación, y en concreto las escaleras, se debe considerar, en primer lugar, de qué tipo de escaleras se tratan.

En nuestro proyecto contamos con una escalera no protegida de evacuación ascendente de un ancho de 2 m en el tramo con menos dimensión, por tanto, tomaremos este para el cálculo.

$$A \geq P / (160 - 10h)$$
$$2\text{m} \geq 226\text{pers.} / (160 - 10 \cdot 4,8\text{ m})$$
$$2\text{m} \geq 226 / 112 = 2\text{ m cumple}$$

En cuanto al dimensionado de puertas, según la tabla 4.1 del DB-SI-4, la anchura de toda hoja de puerta no debe ser menor que 0,60 m, ni exceder de 1,23m.

Para el ancho mínimo de 0,8 m, en puertas y paso, obtenemos 160 personas como máximo, cuyo paso está previsto por el punto cuya anchura se dimensiona. Como en las zonas expositivas tenemos una mayor afluencia de hasta 280 personas, las puertas de evacuación de salida del edificio tendrán dos hojas de 0,8 m que nos permite el paso de hasta 320 personas.

Para el resto de los recintos dispondrán de puertas de, al menos, 0,8 m, pudiendo ser mayores según criterios de proyecto, por lo que en este supuesto se cumple en todos casos.

Protección de las escaleras.

Contamos con dos escaleras, una de ellas es exterior, por tanto, se considera especialmente protegida, la otra es interior, pero al tener una evacuación ascendente <10m, no es necesario que esté protegida.

Puertas situadas en recorridos de evacuación.

Las puertas previstas como salida de planta o de edificio y las previstas para la evacuación de más de 50 personas serán abatibles, con eje de giro vertical y su sistema de cierre consistirá en un dispositivo de fácil y rápida apertura, conforme a lo establecido en la norma UNE-EN 179:2009 además abrirán en el sentido a la evacuación, tanto las de salida de edificio, así como

las salidas de planta. Las anteriores condiciones no son aplicables cuando se trata de puertas automáticas.

Señalización de los medios de evacuación.

Para la señalización de evacuación se utilizarán señales definidas en la norma UNE 23034:1988 conforme a los siguientes criterios:

Salidas de Recinto, planta o edificio tendrán una señal con el rótulo "SALIDA",

"Salida de Emergencia", solo debe utilizarse en caso de emergencia. No tenemos ninguna en nuestro edificio.

Deben disponerse señales indicativas de dirección de los recorridos, visibles desde todo origen de evacuación desde el que no se perciba directamente las salidas o sus señales indicativas. En los puntos de los recorridos de evacuación en los que exista alternativa, se dispondrán las señales anteriores, de forma que quede claramente indicada la alternativa correcta.

En dichos recorridos, junto a las puertas que no sean de salida y que puedan inducir a error en la evacuación, se ha dispuesto la señal con el rótulo "SIN SALIDA" en lugar fácilmente visible, pero, en ningún caso, sobre las hojas de las puertas.

El tamaño de las señales será de acuerdo con la norma UNE 23033 y serán visibles incluso en caso de fallo en el suministro al alumbrado normal:



"SIN SALIDA": 300 x 150 mm.

"SALIDA DE EMERGENCIA": 297 x 148 mm.

DIRECCIÓN DE LOS RECORRIDOS: 120 x 160 mm.

"SALIDA": 297 x 105 mm.

Las señales deben ser visibles incluso en el caso de fallo de suministro al alumbrado normal.

Cuando sean fotoluminiscentes, deben cumplir lo establecido en las normas UNE 23035-1:2003, UNE 23035-2:2003 y UNE 23035-4:2003 y su mantenimiento se realizará conforme a lo establecido en la norma UNE 23035-3:2003.

Luces de emergencia.

Según el CTE-DB-SUA- 4 artículo 2, las luces de emergencia funcionarán en caso de fallo de suministro normal, facilitarán la evacuación evitando situaciones de pánico y permitiendo la visualización de señales indicativas y equipos de protección.

Para cualquier recinto de más de 100 personas se dispondrán:

- Recorridos desde todo origen de evacuación hasta el espacio exterior seguro.
- Locales con equipos de protección y locales de riesgo especial.
- Aseos generales de planta.
- Cuadros de alumbrado.
- Señales de seguridad.
- Itinerarios Accesibles.

La disposición de las luminarias será:

- Al menos a 2 metros de altura.
- Sobre puertas de salida o de recorridos de evacuación.
- En lugares con peligro puntual o equipos de protección.
- Escaleras.
- Cualquier cambio de nivel.
- Cambios de dirección e intersecciones.

Las luminarias deberán tener las siguientes características:

- Ser fijas con fuente propia de energía
- Alcanzarán el 50% del nivel luminoso a los 5s y el 100% a los 60s y funcionarán durante 1 hora con relación 1:40
- Ser de 1 lux en el eje y 0,5 lux en una banda central que comprende al menos la mitad de la anchura de la vía
- En vías anchas: bandas de 2 metros de ancho.
- Instalaciones de seguridad, equipos de protección de utilización manual y cuadros de alumbrado al menos 5 lux. Distancia entre luminarias de 8 metros para dotar una iluminación media de 10 lux.

Luminarias de Emergencia en paredes: Modelo DaiargoSN3S. Fabricante: Daisalux.
Luminarias de emergencias empotradas en techo: Modelos Iris P6.

Evacuación de personas con discapacidad.

Al no superar la altura de evacuación los 10 m, no debemos colocar una zona de refugio apta para personas con discapacidad. En el caso de la planta baja rasante, al exceder 1 500 m², sí deberíamos colocar una zona de refugio, pero al tener salidas directas del edificio no será necesario.

Control del humo de incendio.

En nuestro caso, no se deberá instalar un sistema de control del humo de incendio ya que, aunque sea un edificio de pública concurrencia no excede de una ocupación de 1000 de personas.

- **SI-4. Protección activa contra incendios. Instalaciones de protección contra incendios**

Dotación de instalaciones de protección contra incendios.

El edificio proyectado dispone de los equipos e instalaciones de protección contra incendios que se indican en la tabla 1.1 de SI-4.

El diseño, la ejecución, la puesta en funcionamiento y el mantenimiento de dichas instalaciones, así como sus materiales, componentes y equipos, cumplirán lo establecido en el 'Reglamento de Instalaciones de Protección contra Incendios', en sus disposiciones complementarias y en cualquier otra reglamentación específica que le son de aplicación.

Se dispondrán con carácter general:

Extintores portátiles:

Uno de eficacia 21A-113BA

Se ha colocado un extintor de eficacia 21A – 113B (Polvo ABC 6kg) a menos de 15 m desde cada 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 que 15m en locales de riesgo especial medio o bajo, o 10 m en los locales de riesgo especial alto. En nuestro edificio se dispondrán en el exterior o interior de los locales de riesgo, según el caso.

Un extintor con agente extintor CO2 de 5kg en la inmediación del local donde se situarán los cuadros eléctricos del edificio.



Bocas de incendio equipadas:

Dispondremos de ellas al tener una superficie > 500m².

Se instalarán bocas de incendio equipadas de 25 mm, a menos de 5 metros de las salidas de planta y menos de 50 metros de otra BIE, dotadas de devanadera, lanza de triple efecto, válvula de globo, manómetro de 0 a 15 Kg/cm² de presión, armario metálico con perfilaría en chapa pintada en color rojo y cristal de cierre con la inscripción "ROMPASE EN CASO DE INCENDIO".



Para la conexión de las bocas de incendios, se usará una red en tubo de acero de 2 pulgadas de diámetro, que garantizarán en cada punto de toma un caudal superior a 1,6 litros/segundo. Esta red será de uso exclusivo para este servicio, por lo cual, no se permitirá ninguna otra conexión o derivación de la misma que no sea la específica de las bocas de incendios.

Las Bies se han situado teniendo en cuenta la longitud de manguera de 20 m y con una longitud añadida de 5 m de alcance de chorro, obteniendo 4 bocas de incendio equipadas en planta baja, todas fuera de cualquier sala, para dar servicio a varios espacios (establecimientos).

Las BIES estarán alimentadas por un aljibe y también tendrán una toma en fachada para poder ser alimentadas por un tanque de bomberos. La toma tendrá válvula de retención y corte.

Sabiendo que 1 BIE = Q = 1,66ls y una presión min. de 350 kPa. Calculamos sabiendo que en todo caso tenemos más de una boca de incendio.

Para calcular el caudal que hará falta para la bomba del grupo de presión, suponemos un caudal de 1,66 l/s durante 1 hora con una boca de incendio de diámetro 25mm. El cálculo lo hacemos con 2 bocas de incendio, ya que no todas estarán activadas a la vez. $Q_{cal} = 1,66 \cdot 2 = 3,32 \text{ l/s}$ y el rendimiento de la bomba será aproximadamente del 80%.

Capacidad = $Q \cdot h = 3.32 \text{ l/s} \cdot 3600\text{s} = 11952 \text{ l} = 12\text{m}^3$

Se pondrán dos depósitos de 6000l, cada uno conectados entre sí con unas dimensiones de $\varnothing = 2\text{m}$ y $h = 2\text{m}$.

Considerando una altura total de tubería de 2m, las pérdidas que habremos de calcular serán las de rozamiento por la tubería, las de puntos singulares y la diferencia de altura manométrica.

Pérdida de carga por rozamiento y puntos singulares aproximada 25%

$Dh = 3\text{m} \cdot 0,25 = 0,75\text{mca}$

$Dv = 2\text{m} \cdot 1,25$ (1,00 altura manométrica y 0,25 por rozamiento y puntos singulares)
 $= 2,5\text{mca}$

Total, pérdida de carga = 3,25 mca

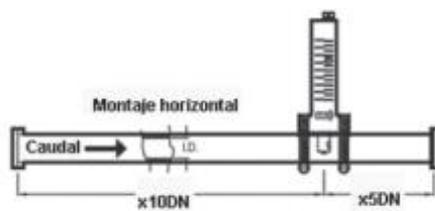
$1\text{mca} = 9,81\text{Kpa}$

$3,5\text{mca} \cdot 9,81 = 34,34\text{Kpa} + 350\text{kpa}$ (presión remanente) $= 384\text{Kpa} / 9,8 = 39,2\text{mca}$

- Todo ello montado y cableado de acuerdo a la norma UNE.

Modelo	Caudal m^3	Presión m.c.a	Composición bombas				\varnothing Colector Imp.
			Principal	Potencia C.V.	Jockey	Potencia C.V.	
GI-UNE-EJ 12045		45	V-21-4	5,5	V-4-7	1,5	2"
GI-UNE-EJ 12060		60	V-21-5	7,5	V-4-7	1,5	2"
GI-UNE-EJ 12070	12	70	V-21-6	7,5	V-6-8	3	2"
GI-UNE-EJ 12080		80	V-21-7	10	V-6-8	3	2"
GI-UNE-EJ 12090		90	V-21-7	10	V-6-8	3	2"

OPCIONAL: KIT COLECTOR DE PRUEBAS, incluye 1 caudalímetro, 1 válvula de esfera y 1 tubo colector



DN	Caudal Min.	(m^3/h) Máx.
2"	9	33
2 1/2"	15	54
3"	18	67,5
4"	30	120
6"	54	234

Nuestra potencia de la bomba principal será de 5,5 CV y de jockey de 1,5 CV.

Sistema de detección de incendio y de alarma de incendio:

Dispondremos un sistema de detección de incendio ya que nos excedemos de 1000 m^2 y otro de alarma al tener una ocupación > 500 personas. Compuesto por:

- Detectores de humo (óptico) para alturas menores a 6m, cuyo radio de acción es de 5,5 m en locales $> 80 \text{ m}^2$ y para alturas $\leq 12\text{m}$ 6,3m.
- Sistema de alarma, disponiendo, como mínimo, una por planta como mínimo de 75dBA (necesarias para despertar usuarios) y de una alarma exterior óptico-acústica de 120 dB.

- Pulsadores manuales a menos de 25 metros entre ellos y junto a salidas y locales de riesgo especial.
- Central de alarma de incendios en local de PCI.

Hidrantes exteriores:

Por tener una superficie construida comprendida entre 2.000 y 10.000 m², se colocará uno. Este estará situado a menos de 100m de la fachada del edificio, accesible y conectado a la red pública.

Señalización de las instalaciones manuales de protección contra incendios

Los medios de protección contra incendios de utilización manual (extintores y pulsadores manuales de alarma) se ha previsto señalarlos con los distintivos diseñados según la norma UNE 23033-1.

En cuanto a las dimensiones, dada la distribución en planta, optaremos por señales de 210 x 210 mm, para distancia de observación menor de 10 m. 420 x 420 mm, para distancia de observación entre 10 y 20 m.

Las señales serán visibles incluso en caso de fallo en el suministro del alumbrado normal. Las que se disponen son fotoluminiscentes cumplen lo establecido en la norma UNE 23035 4 199.



- **SI-5. Intervención de los bomberos. Condiciones de aproximación y entorno.**

En caso de incendio, se prevé el acceso de los bomberos por la fachada noroeste, teniendo una anchura libre de vial superior a 3,5 m; una altura mínima libre de gálibo superior a 4,5 m; y una capacidad portante del vial superior a 20 kN/m². Además, estos profesionales dispondrán de un espacio de maniobra justo delante de la fachada del edificio, con una anchura libre superior a 4,5 m libre de mobiliario urbano, arbolado, jardines...

Accesibilidad por fachada.

Para llevar a cabo la accesibilidad por fachada será suficiente con los huecos dispuestos en el proyecto, ya que permiten el acceso desde el exterior a la planta del edificio al personal del servicio de extinción de incendios.

Las dimensiones horizontal y vertical de los huecos son superior a 0.80m y 1.20 m respectivamente.

- **SI-6. Resistencia al fuego de la estructura.**

Los elementos estructurales principales (forjados, vigas y soportes) cumplirán la resistencia al fuego establecida en la tabla 3.1 del SI-6.

En nuestro caso, la resistencia de nuestro edificio debe de ser R120 al ser de pública concurrencia y situarse a bajo rasante de la cota de la calle.

En cuanto a la resistencia a fuego de las zonas de riesgo especial integradas en el edificio según la tabla 3.2 del SI-6, la resistencia ha de ser R90 en locales de riesgo especial bajo y R120 en locales de riesgo especial medio.

5. Instalaciones de Agua Fría Sanitaria (AFS).

Objetivo.

En este apartado vamos a determinar el suministro de agua fría del edificio. Para ello, nos servimos del CTE-dB-HS4 (Higiene y Salubridad) y de diversas normas tecnológicas, tales como tanto autonómicas como las propias de las compañías suministradoras.

Para la determinación del suministro de agua del edificio nos basamos en el diseño de esquemas conceptuales y en el dimensionado de las instalaciones hidrosanitarias necesarias para la dotación de las necesidades de abastecimiento de agua fría. Todo esto engloba el diseño de las redes de abastecimiento, así como dimensionar los elementos propios de la red.

Diseño de la red de suministro.

El edificio está compuesto por una única planta y una cubierta accesible con zonas con vegetación.

Dado el diseño del edificio y la baja demanda de suministro de agua no es necesario disponer de grupo de presión, pero se plantea con el fin de garantizar la presión mínima exigida.

Se ha reservado un local para los equipos de fontanería y bombeo. Al no ser muy elevada la demanda de agua caliente del edificio, no se dispone de circuito solar ni de caldera, sino que se ubica un termo eléctrico en la cafetería, ya que es el único lugar del edificio con demanda de agua caliente.

Para el riego de la vegetación existente se plantea la recogida de aguas pluviales por los sumideros hasta un aljibe ubicado en el interior del edificio, con un paso previo por una arqueta filtrante. Contará con una conexión al sistema de abastecimiento de agua del edificio para las épocas del año sin lluvia.

Acometida y llave de registro.

Partimos de una red pública de suministro continuo de agua que discurre a lo largo de la calle Juan Sebastián Elcano. El abastecimiento del agua fría sanitaria se realiza a través de una acometida subterránea de acero galvanizado rugoso, con la llave de registro en el interior de una arqueta.

Antes del contador general se dispone la llave de corte general o de acometida y un filtro. Posterior al contador se dispondrá de un grifo de prueba y una válvula antirretorno y la correspondiente llave de paso, este se colocará a 50 cm de la fachada ya que será el único.

El diámetro nominal de la acometida será de 42 mm.

Empresa suministradora: Aljarafesa

Presión en la acometida: 30 m.c.a.

Profundidad de la acometida: -0.80m de la cota de calle.

Protección contra retornos.

De acuerdo con el artículo 2.1.2 del HS-4, se dispondrá de un sistema 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 del equipo de tratamiento de agua.
- En los tubos de alimentación no destinados a usos domésticos.
- Antes de los aparatos de refrigeración o climatización.

Además:

- La instalación de suministro de agua no se conectará directamente a instalaciones de evacuación ni a instalaciones de suministro de agua proveniente de otro origen de la red pública.
- En los aparatos y equipos de la instalación, la llegada de agua se realizará de tal modo que no se produzcan retornos.
- Los antirretornos se dispondrán combinados con grifos de vaciado de tal forma que siempre sea posible vaciar cualquier tramo de la red.

Condiciones mínimas de suministro.

La instalación debe suministrar a los aparatos y equipos del equipamiento higiénico los caudales que figuran en la tabla 2.1:

Tabla 2.1 Caudal instantáneo mínimo para cada tipo de aparato

Tipo de aparato	Caudal instantáneo mínimo de agua fría [dm ³ /s]	Caudal instantáneo mínimo de ACS [dm ³ /s]
Lavamanos	0,05	0,03
Lavabo	0,10	0,065
Ducha	0,20	0,10
Bañera de 1,40 m o más	0,30	0,20
Bañera de menos de 1,40 m	0,20	0,15
Bidé	0,10	0,065
Inodoro con cisterna	0,10	-
Inodoro con fluxor	1,25	-
Urinaris con grifo temporizado	0,15	-
Urinaris con cisterna (c/u)	0,04	-
Fregadero doméstico	0,20	0,10
Fregadero no doméstico	0,30	0,20
Lavavajillas doméstico	0,15	0,10
Lavavajillas industrial (20 servicios)	0,25	0,20
Lavadero	0,20	0,10
Lavadora doméstica	0,20	0,15
Lavadora industrial (8 kg)	0,60	0,40
Grifo aislado	0,15	0,10
Grifo garaje	0,20	-
Vertedero	0,20	-

y aspersores con un caudal instantáneo de 0,2 dm³/s afs.

Como condicionantes de suministro:

En los puntos de consumo la presión mínima debe ser:

- 100 kPa para grifos comunes.
- 150 kPa para fluxores y calentadores.

La presión en cualquier punto de consumo no debe superar los 500 kPa.

La temperatura de ACS en los puntos de consumo debe estar comprendida entre 50 °C y 65 °C.

Previsión de la potencia necesaria de arranque.

Cálculo de la presión necesaria teniendo en cuenta que la presión de la acometida es de 300Kpa.

Estudiamos la presión necesaria en el punto más desfavorable para ver si es necesario un equipo de bombeo. El punto más desfavorable será el fregadero de la cafetería.

$$P_b = \pm H + P_{REM} + 0.15 \cdot (LT \cdot 1.2) + P_{CONT} + P_{ACS}$$

Siendo:

P= Presión a calcular

H= La distancia máxima en vertical desde la acometida hasta el punto más desfavorable del edificio

P_{REM} = Es la fuerza del agua cuando sale del grifo

0.15= El coeficiente de rozamiento

LT= Fuerza que pierde el agua en el recorrido, que se obtiene mediante la suma de LH (fuerza que pierde horizontalmente) y LV (fuerza que pierde verticalmente)

1.2= Porcentaje para calcular la longitud equivalente

P_{CONT} = Pérdida de presión producida por el contador. Cuando se tiene un contador general hay una pérdida de 5 m.c.a. y cuando tenemos un contador individual esta pérdida es de 10 m.c.a.

P_{ACS} = Pérdida de presión por los equipos de agua caliente

$$P_b = 3,5+10+0.15 \cdot (35,6 \cdot 1.2) +10 = 30 \text{ m.c.a.}$$

Para la práctica que estamos realizando consideramos que la acometida tiene una presión de 30 m.c.a. Al ser la presión requerida en el edificio (30 m.c.a.) igual que la de la red urbana, no es necesario un grupo de presión para que el suministro de agua en el edificio sea efectivo, hasta en el punto más desfavorable, pero, como he comentado anteriormente, se pondrá con el fin de garantizarla.

Grupo de presión.

Tras la colocación de un grupo de presión en el edificio, procedemos a determinar el tipo y características del grupo de presión específico. Utilizamos un grupo de presión convencional, formado por un depósito auxiliar de alimentación, una bomba y un depósito de presión, además de un by-pass.

Cálculo grupo de presión.

Para calcular la potencia del grupo de presión hemos escogido el tramo más desfavorable del edificio. A partir de este tramo calculamos el caudal instalado (Q_i) del edificio, esto es, la cantidad de agua que necesitaría si todos sus aparatos estuvieran abiertos. El Q_i necesario se determina por la tabla 2.1 del CTE-dB-HS4:

- Fregadero: Su caudal instalado es de 0,3 l/s.
- Lavabos: Su caudal instalado es de $0,1 \text{ l/s} \cdot 10 = 1 \text{ l/s}$.
- Inodoros: Su caudal instalado es de $0,1 \text{ l/s} \cdot 8 = 0,8 \text{ l/s}$.
- Grifo aislado: Su caudal instalado es de $0,15 \text{ l/s} \cdot 3 = 0,45 \text{ l/s}$.
- Lavavajillas industriales: Su caudal instalado es de 0,25 l/s
- Aspersor: Su caudal instalado es de $0,20 \text{ l/s} \cdot 8 = 1,6 \text{ l/s}$., pero estos no se tendrán en cuenta ya que se abastecerán con otra red independiente y, en el

caso de necesitar llenar el aljibe para el riego, se hará en horas en las que el edificio esté cerrado al uso.

Para saber cuál es el Q_i de este edificio solo debemos sumar todos los Q_i de todos los aparatos:

$$Q_{iT} = 2,8 \text{ l/s.}$$

Después de determinar el caudal instalado, procedemos a calcular el caudal calculado (Q_c):

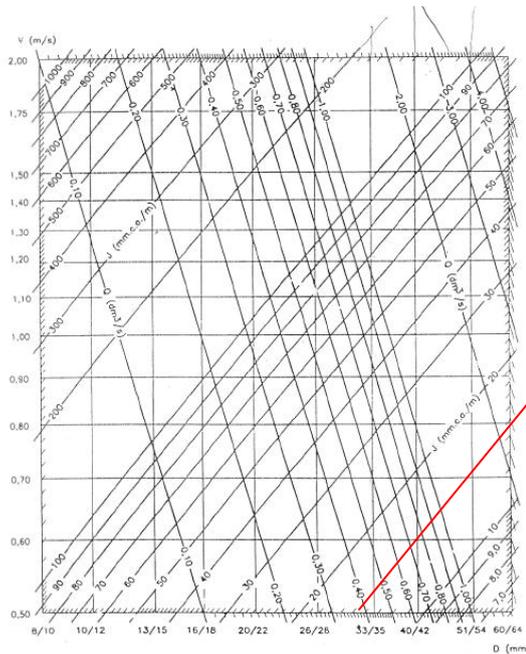
$$Q_c = Q_{iT} \cdot k$$

Siendo k el coeficiente de simultaneidad

$$k = \frac{1}{\sqrt{n-1}} = \frac{1}{\sqrt{23-1}} = 0,22$$

$$Q_c = 2,8 \text{ l/s} \cdot 0,22 = 0,6 \text{ l/s}$$

Tras calcular el caudal calculado, averiguamos cuál es la pérdida de carga unitaria (j) y el diámetro. Para ello, nos servimos de la siguiente tabla, tomado como datos la velocidad del agua dentro de la tubería y el caudal calculado.



Tras leer la tabla, $j = 0,043 \text{ m.c.a.}$ y el diámetro es $40/42 \text{ mm.}$

Potencia necesaria.

Con todos estos datos ya podemos calcular cuál es la potencia necesaria, la potencia de la bomba, la capacidad de depósito auxiliar y la capacidad del depósito de presión.

La potencia necesaria para que el agua llegue a los grifos más desfavorables se calcula a través de la fórmula:

$$P_N = \pm H + P_{REM} + j + P_{CONT} + P_{ACS}$$

Siendo:

H= La distancia máxima en vertical desde la acometida hasta el punto más desfavorable del edificio

P_{REM} = Es la fuerza del agua cuando sale del grifo

j= Pérdida de carga unitaria

P_{CONT} = Pérdida de presión producida por el contador. Cuando se tiene un contador general hay una pérdida de 5 m.c.a. y cuando tenemos un contador individual esta pérdida es de 10 m.c.a.

P_{ACS} = Pérdida de presión por los equipos de agua caliente

Por tanto, la potencia necesaria es:

$$P_N = 3,5 + 10 + 0,043 + 10 = 23,54 \text{ m.c.a.}$$

Potencia de la bomba.

La potencia de la bomba se calcula mediante:

$$P = \frac{Q_C \cdot (P_b + 10)}{75 \cdot r}$$

Siendo:

P_b = Presión mínima

Q_C = Caudal calculado

r= Rendimiento. Oscila entre 0,7 y 0,8

Por tanto, la potencia necesaria es:

$$P = \frac{0,6 \cdot (30 + 10)}{75 \cdot 0,8} = 0,4$$

Por consiguiente, se han de colocar dos bombas de 0.4 C. V de potencia. Pues cada una debe funcionar al 70% de capacidad alternativamente.

Capacidad del depósito auxiliar de alimentación.

La capacidad del depósito auxiliar de alimentación se calcula mediante:

$$V = Q \cdot t \cdot 60$$

Siendo:

Q = Caudal máximo simultáneo instalado

t = Tiempo estimado de llenado (15 – 20 min)

Por tanto, la capacidad del depósito auxiliar de alimentación es:

$$V = 0,6 \cdot 20 \cdot 60 = 720 \text{ l será un depósito de 750 l}$$

Capacidad del depósito de presión.

La capacidad del depósito auxiliar de alimentación se calcula mediante:

$$V = 3 \cdot Q \cdot (P_N + 60)$$

Siendo:

Q = Caudal máximo simultáneo

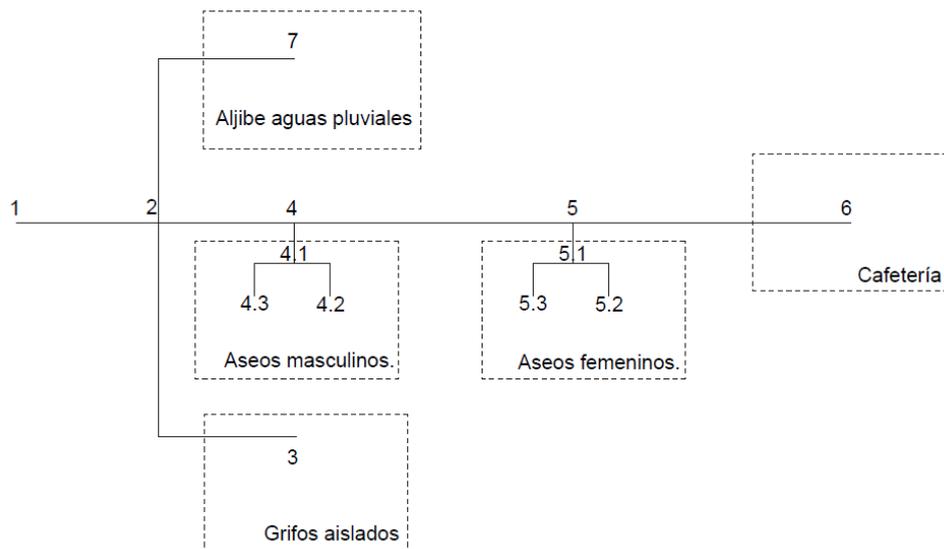
P_N = Potencia necesaria

Por tanto, la capacidad del depósito auxiliar de alimentación es:

$$V = 3 \cdot 0,6 \cdot (30 + 10) = 72 \text{ l será un depósito de 100 l}$$

Cálculo de los caudales y diámetros por tramos.

Para el cálculo de los diámetros de las tuberías de la instalación, calculamos por un lado el montante del equipamiento y después el de cada tipo de vivienda.



Tramo	Qi (m/s)	Nº aparatos	K	Qc (l/s)	M _{inim} _a (m/s)	Sección (mm)	Ø (mm)
1- 2	3,1	24	0,2	0,64	1	28,7	32
2 - 3	0,3	2	1	0,3	1	19,5	20
2 - 4	2,5	21	0,2 2	0,56	1	26,7	32
4 - 4.1	0,9	9	0,3 5	0,32	1	20	20
4.1 - 4.2	0,4	4	0,5 7	0,23	1	17,1	20
4.1 - 4.3	0,5	5	0,5	0,25	1	17,8	20
4-5	1,6	12	0,3	0,48	1	24,7	25
5 - 5.1	0,9	9	0,3 5	0,32	1	20	20
5.1 - 5.2	0,4	4	0,5 7	0,23	1	17,1	20
5.1 - 5.3	0,5	5	0,5	0,25	1	17,8	20
5 - 6	0,7	3	0,7	0,49	1	25	25
2 - 7	0,3	1	1	0,3	1	19,5	20

Dimensionado y capacidad de aljibe con agua para la recogida de aguas pluviales.

Como ya hemos comentado anteriormente, tendremos un sistema de recogida de aguas pluviales que pasaran por una arqueta con filtro antes de llegar al aljibe que acumulará dicha agua para el riego de la vegetación de la cubierta transitable.

Contaremos también con un sistema por goteo, pero lo calcularemos como un sistema total de 8 aspersores con un radio de riego entre 5,1- 9,1m y con un caudal instantáneo máximo de 0,2 dm³/s.

$$\text{Caudal instalado} = Q_{IT} = 1,6 \text{ l/s.}$$

Suponiendo que se regará durante veinte minutos al día, demandará un depósito de:

$$V = 1,6 \cdot 20 \cdot 60 = 1920 \text{ L por lo que se pondrá uno de 2000 L}$$

Dispondremos de un depósito de la casa Rothidraulico, modelo KHR-2000 L.

Modelo	Anchura	Longitud	Altura con Bypass	Capacidad	Diámetro boca de inspección	Tapones a perforar
KHR-500	660 mm	1060 mm	1380 mm	500 Litros	400 mm	4
KHR-700	660 mm	1060 mm	1770 mm	700 Litros	400 mm	4
KHR-1100	660 mm	1060 mm	2190 mm	1100 Litros	400 mm	4
KHR-2000	720 mm	2250 mm	2010 mm	2000 Litros	400 mm	4



6. Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria (ACS).

Al tratarse de un edificio de uso público, se considera que no será necesario que todos los cuartos húmedos cuenten con agua caliente sanitaria. Es por esto por lo que solo se incluirá el ACS en los puntos estrictamente necesarios, en nuestro edificio, se instalará solo en la cafetería.

La temperatura de ACS en los puntos de consumo debe estar comprendida entre 50 °C y 65 °C.

Será obligatorio contar con red de retorno si la longitud de la tubería supera los 15 metros, en este caso no será obligatorio puesto que el recorrido máximo serán 6 metros de tubería de ACS.

Para dimensionar la red de ACS se seguirá el mismo criterio que en AFS, empleándose la normativa HE-4.

Tabla 2.1 Caudal instantáneo mínimo para cada tipo de aparato

Tipo de aparato	Caudal instantáneo mínimo de agua fría [dm ³ /s]	Caudal instantáneo mínimo de ACS [dm ³ /s]
Lavamanos	0,05	0,03
Lavabo	0,10	0,065
Ducha	0,20	0,10
Bañera de 1,40 m o más	0,30	0,20
Bañera de menos de 1,40 m	0,20	0,15
Bidé	0,10	0,065
Inodoro con cisterna	0,10	-
Inodoro con fluxor	1,25	-
Urinarios con grifo temporizado	0,15	-
Urinarios con cisterna (c/u)	0,04	-
Fregadero doméstico	0,20	0,10
Fregadero no doméstico	0,30	0,20
Lavavajillas doméstico	0,15	0,10
Lavavajillas industrial (20 servicios)	0,25	0,20
Lavadero	0,20	0,10
Lavadora doméstica	0,20	0,15
Lavadora industrial (8 kg)	0,60	0,40
Grifo aislado	0,15	0,10
Grifo garaje	0,20	-
Vertedero	0,20	-

El caudal instalado (Q_i) del edificio, esto es, la cantidad de agua que necesitaría si todos sus aparatos estuvieran abiertos. El Q_i necesario se determina por la tabla 2.1 del CTE-dB-HS4:

- Fregadero: Su caudal instalado es de 0,2 l/s.
- Lavavajillas industrial: Su caudal instalado es de 0,2 l/s

Debido a la zona climática donde se encuentra el edificio (Santiponce), zona V, la contribución solar mínima debe de ser del 70%, pero apoyándonos en la sección HE-4 Contribución solar mínima de ACS, en el apartado 1, aplicación en edificios de nueva construcción, encontramos casos en los que la demanda de Agua caliente sanitaria no es superior a los 50 l, no será obligatorio cumplir con el porcentaje mínimo de aportación por placas solares.

En el edificio proyectado, al tener cafetería, según la tabla 4.1. Demanda de referencia a 60°C tiene una demanda de 1l/día. Por lo que nuestra demanda será la de:

$$\text{Demanda de la cafetería} = 1\text{l/días} \times 16 \text{ personas} \times 3 \text{ turnos} = 48\text{l/día}.$$

Por lo que, en nuestro caso, al no superar los 50 l/día no será necesario la disposición de captadores solares. La demanda de ACS será solucionada mediante un termo eléctrico.

La producción de ACS se obtendrá por la instalación de un depósito acumulador, que calentará y almacenará el agua para dar servicio a la demanda.

El consumo en hora punta será calculado por la siguiente fórmula:

$$C_h = 0.6 \cdot Q_d = 0.6 \cdot 48 = 28,8 \text{ l}$$

Viendo el siguiente catálogo de la casa comercial Chromagen, se utilizará el modelo TELN002 con capacidad de 50 L y una potencia de 1.5 KW.

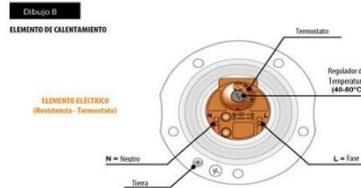
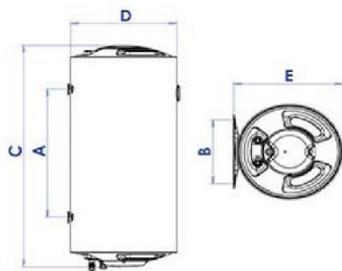
Ficha del producto:



Termos eléctricos



Instalación en disposición vertical.



T máx	Presión	
uso	P. timbre	P. máx.
90°C	15 bar	10 bar

Código	Capacidad (l)	Cotas (cm)					Peso (Kg)	Potencia (w)	Tensión (v)	Frecuencia (Hz)	Intensidad de corriente (A)
		A	B	C	D	E					
TELN001	20	25	26	51	32	33	11	1200	230	50 / 60	5,2
TELN002	50	18	26	61	43	44	18	1500	230	50 / 60	6,5
TELN003	80	43	26	84	43	44	20	1500	230	50 / 60	6,5
TELN004	100	58	26	99	43	44	25	1500	230	50 / 60	6,5
TELN005	150	105	26	145	43	44	49	2000	230	50 / 60	8,7
TELN006	200	76	26	133	52	54	59	2000	230	50 / 60	8,7

El termo se colocará en la cafetería, dentro de un armario y de forma vertical, quedando así lejos del alcance físico y visual de los usuarios de la cafetería y, a su vez, próximo a los utensilios que dará servicio.

7. Saneamiento.

Objetivo.

Las instalaciones de saneamiento tienen como cometido la evacuación de las aguas residuales y las pluviales. Para ello, se disponen una serie de elementos que componen una red mediante la cual se realizará la recogida de estas aguas.

Para llevar a cabo esta instalación, nos hemos guiado por los parámetros establecidos en las distintas normativas que se encuentran caracterizadas y cuantificadas en el CTE DB- HS 5.

Diseño de la red de evacuación.

Debido al propio diseño del edificio se plantea una red de sistema separativo con recuperación de aguas pluviales. La conexión entre ambas redes se realizará en los colectores situados en el preámbulo a su emisión a la red pública. Es decir, la conexión siempre será en horizontal y nunca en las verticales de evacuación.

Los materiales serán de PVC con aislamiento a ruido aéreo y de impacto.

Red enterrada.

Se plantea una red enterrada que colectará las aguas pluviales que se generen en el exterior del edificio, tanto de la planta de la cubierta transitable, como de la planta baja y del patio interior y otra para las aguas residuales.

Los tubos se dispondrán en zanjas realizadas en la losa de cimentación de 500 mm más el diámetro del tubo y como mínimo de 0,6 m, además se dispondrán arquetas de registro cada vez que acometa un tubo, en los giros y cada 15 m.

Al final de la red de aguas pluviales tendremos una arqueta separadora de grasas y arenas que estará conectada al aljibe en el caso de necesitar agua para el riego. Si no fuese así, esta saldría por una conexión con la red de aguas residuales que irá a la arqueta sifónica general de la red y finalmente se conectará con la red pública.

Ventilación.

Debido a la altura del edificio (2 plantas < 7 plantas) será suficiente disponer un subsistema de ventilación primaria (CTE-HS5, artículo 3.3.3.1). Para evitar prolongación de tubos en cubiertas se disponen válvulas de aireación en falsos techos.

Dimensionado del diámetro de la red de evacuación de aguas pluviales.

Al igual que las aguas residuales de los núcleos húmedos, las aguas pluviales también deben ser recogidas y llevadas hasta la red de alcantarillado. Para ello, se

disponen paños en la cubierta que conduzcan el agua hasta los sumideros, desde los cuales ésta irá, por medio de bajantes, hasta los puntos de evacuación.

Respecto al número de sumideros necesarios, nos encontramos con dos cubiertas a distinto nivel. Para saber el número de bajantes necesarias tendremos en cuenta CTE-DB-HS 4.2 en el que dice que para cubiertas con superficie mayor a 500 m² deberá de haber como mínimo un sumidero por cada 150 m², por lo que contaremos de ocho bajantes, una por sumidero. En la cubierta no transitable no será necesario más de un sumidero ya que tiene una superficie total menor a 150 m².

Para las bajantes pluviales colocamos un tubo de diámetro mínimo 110mm y sus colectores al ser enterrados serán de diámetro 125mm.

Dimensionado del diámetro de la red de evacuación de aguas residuales.

Para dimensionar los colectores residuales de nuestro edificio primero debemos conocer las unidades de descarga de cada aparato. Dicha unidad la calculamos a través de la tabla 4.1 del CTE_db_HS:

Tabla 4.1 UDs correspondientes a los distintos aparatos sanitarios

Tipo de aparato sanitario	Unidades de desagüe UD		Diámetro mínimo sifón y derivación individual (mm)		
	Uso privado	Uso público	Uso privado	Uso público	
Lavabo	1	2	32	40	
Bidé	2	3	32	40	
Ducha	2	3	40	50	
Bañera (con o sin ducha)	3	4	40	50	
Inodoro	Con cisterna	4	5	100	100
	Con fluxómetro	8	10	100	100
Urinario	Pedestal	-	4	-	50
	Suspendido	-	2	-	40
	En batería	-	3.5	-	-
Fregadero	De cocina	3	6	40	50
	De laboratorio, restaurante, etc.	-	2	-	40
Lavadero	3	-	40	-	
Vertedero	-	8	-	100	
Fuente para beber	-	0.5	-	25	
Sumidero sifónico	1	3	40	50	
Lavavajillas	3	6	40	50	
Lavadora	3	6	40	50	
Cuarto de baño (lavabo, inodoro, bañera y bidé)	Inodoro con cisterna	7	-	100	-
	Inodoro con fluxómetro	8	-	100	-
Cuarto de aseo (lavabo, inodoro y ducha)	Inodoro con cisterna	6	-	100	-
	Inodoro con fluxómetro	8	-	100	-

En nuestro edificio hay una única red residual, que recoge el agua sucia de los baños, salas de mantenimiento y el agua sucia de la cocina de la cafetería.

Contamos con 8 inodoros y 8 lavabos, en total 56 UDs. Mientras que la otra red recoge el agua sucia de un fregadero y lavavajillas, en total 12UDs.

Para conocer el diámetro correspondiente a los ramales de los aseos, lo calculamos por la tabla 4.3 del CTE_db_HS:

Tabla 4.3 Diámetros de ramales colectores entre aparatos sanitarios y bajante

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

Los diámetros de los ramales para los lavabos serán de 40 mm de diámetro, mientras que el de los inodoros, según la tabla, sería de 50, pero lo recomendado es de 110 mm de diámetro. Por lo que será este último el que pongamos.

En cuanto a los ramales de la zona de la cafetería serán de 50 mm de diámetro, tanto para el lavavajillas como para el fregadero.

El diámetro de los conectores entre arquetas será de 125 mm al ser una red enterrada.

8. Ventilación y climatización.

Objetivo.

Consistirá en dotar al edificio de bienestar térmico e higiene. Lo haremos aplicando el CTE-DB-HE y el Reglamento de las Instalaciones Térmicas en Edificios (RITE)

Descripción y diseño de la instalación.

En el diseño hemos de tener en cuenta que debemos garantizar la climatización en cualquier época del año, en los espacios que requieran ser climatizados, con el fin de cumplir con las condiciones de confort térmico para los usuarios.

Para ello aplicaremos las condiciones establecidas en el RITE en el art.11, "Bienestar e Higiene".

- Calidad térmica del ambiente: las instalaciones térmicas permitirán mantener los parámetros que definen el ambiente térmico dentro de un intervalo de valores determinados, con el fin de mantener unas condiciones ambientales confortables para los usuarios de los edificios.
- Calidad del aire interior: las instalaciones térmicas permitirán mantener una calidad del aire interior aceptable, en los locales ocupados por las personas, eliminando los contaminantes que se produzcan de forma habitual durante el uso normal de los mismos, aportando un caudal suficiente de aire exterior y garantizando la extracción y expulsión del aire viciado.
- Higiene: las instalaciones térmicas permitirán proporcionar una dotación de agua caliente sanitaria, en condiciones adecuadas, para la higiene de las personas.

- Calidad del ambiente acústico: en condiciones normales de utilización, el riesgo de molestias o enfermedades producidas por el ruido y las vibraciones de las instalaciones térmicas estará limitado.

Por tanto, diseñaremos una zonificación que se verá condicionada por la forma del edificio. En nuestro caso nos encontramos con un edificio que, en su mayoría, está formado por espacios abiertos en los que apenas hay zonas separadas por tabiques.

Por lo tanto, el edificio quedará dividido:

- Hall, recepción y zona expositiva tanto permanente como temporal.
- Zona administrativa
- Sala audiovisual
- Aula lúdica
- Sala de conferencias
- Cafetería y tienda

Todas las zonas tendrán la misma altura a excepción del Hall que será mayor.

Exigencias de bienestar e higiene.

Calidad del aire interior.

Las condiciones interiores de diseño dependen de la actividad metabólica de las personas, de su grado de vestimenta y del porcentaje estimado de insatisfechos (PPD). Para estas consideraciones, tendremos en cuenta los valores establecidos por la normativa UNE. Aplicamos la tabla del RITE, IT 1.4.1.1.

El edificio que estamos estudiando, es un centro de visitantes, por lo que, la actividad metabólica no puede ser muy alta, sería la equivalente a una actividad sedentaria, con 1,2 MET.

El grado de vestimenta, debido a que en un museo se mantiene una temperatura media de confort, ya sea verano o invierno, con diferencias obvias debido a la diferencia de estación y, por consiguiente, de temperatura exterior, establecemos 0,5 CLO en verano y 1,0 CLO en invierno.

Por último, en cuanto al porcentaje estimado de insatisfechos, lo consideramos en el 10% del total de ocupantes.

Fijamos los límites establecidos por el RITE de la siguiente tabla:

Tabla 1.4.1.1 Condiciones interiores de diseño

Estación	Temperatura operativa °C	Humedad relativa %
Verano	23...25	45...60
Invierno	21...23	40...50

Siendo en verano la temperatura operativa de 24°C y la humedad relativa de un 50%, mientras que en invierno la temperatura operativa será de 22°C y la humedad relativa de 45%.

A continuación, según en la localidad en la que nos encontremos, necesitaremos un control de las condiciones higrotérmicas diferentes, y para ello nos ayudamos de la normativa IT 1.2.4.3.2.

Como hemos comentado anteriormente, nuestro edificio se establece según la clasificación de usos como centro de recepción de visitantes y se encuentra en Santiponce, por lo tanto, todas las zonas climatizadas cuentan con unas condiciones higrotérmicas de THM-C 4, con la excepción de las zonas no climatizadas que adquieren la clasificación de THM-C 0, contando únicamente con ventilación.

Tras la selección anterior, pasamos a la clasificación del aire interior en función del uso del edificio. Como hemos ya sabemos, se trata de un centro de recepción de visitantes, al cual le pertenece una categoría de IDA 2, aire de buena calidad, a excepción de la cafetería y la tienda con una categoría de IDA 3, ya que es calidad media.

Una vez establecida la calidad del aire, pasamos a calcular los caudales de ventilación y para ello nos ayudamos de la normativa IT 1.1.4.2.2., que podrá ser utilizada cuando las personas tengan una actividad metabólica alrededor de 1,2 MET, como ocurre en nuestro caso, que haya baja producción de sustancias contaminantes por fuentes diferentes al ser humano y en donde no esté permitido fumar.

Nos ayudamos de la siguiente tabla y vemos que para IDA 2 corresponde un caudal de 12,5 dm³/s y para IDA 3, caso de la cafetería y la tienda, utilizamos un caudal de 8 dm³/s.

Categoría	dm ³ /s por persona
IDA 1	20
IDA 2	12,5
IDA 3	8
IDA 4	5

Calidad del aire exterior.

Según en la zona de la ciudad donde nos encontremos, habrá unas condiciones exteriores diferentes, según las cuales estableceremos la calidad del aire exterior que afecta a nuestro edificio.

En nuestro caso, consideramos ODA 2, aire con concentraciones altas de partículas y/o de gases contaminantes.

Dependiendo del tipo de aire exterior al que nos enfrentemos, las máquinas de climatización o ventilación deberán tener filtros diferentes, los cuales observamos en la siguiente tabla y vemos los correspondientes a nuestro caso.

Calidad del aire exterior	Calidad del aire interior			
	IDA 1	IDA 2	IDA 3	IDA 4
ODA 1	F9	F8	F7	F5
ODA 2	F7 + F9	F6 + F8	F5 + F7	F5 + F6
ODA 3	F7+GF+F9	F7+GF+F9	F5 + F7	F5 + F6

Además, debemos establecer la categoría de aire de extracción según el IT 1.1.4.2.5., que, en nuestro caso, se trata de AE-1 en todo el edificio, ya que se trata de aire de recintos en los que las principales fuentes de emisión son el metabolismo humano y los materiales de construcción y decoración de un edificio. Un edificio en el que no se fuma, como ya hemos comentado anteriormente, existe recirculación del aire y transferencia.

Zonificación.

El edificio quedará dividido:

- Hall, recepción y zona expositiva tanto permanente como temporal.
- Zona administrativa
- Sala audiovisual
- Aula lúdica
- Sala de conferencias
- Cafetería y tienda

Volumen útil.

Sabiendo que la superficie total del edificio es de 2118,3 m², a la hora de climatizarlo hemos de tener en cuenta el volumen ocupado. Seguimos el criterio de retranqueo de 1 metro en paredes exteriores con ventanas o puertas y 0,5 metros en paredes interiores o paredes exteriores sin ventanas o puertas.

Para el cálculo del volumen útil hemos tenido que establecer una altura estándar de climatización y, debido a que se trata de un museo y la posición de los ocupantes suele ser de pie, tomamos 1,8 metros. Con este dato y la superficie útil de cada zona, obtenemos el volumen ocupado.

Planta	Zona	Superficie (m ²)	Superficie útil (m ²)	Volumen (m ³)	Volumen útil (m ³)
Primera (+20.00)	Hall	337.46	285.6	2317.5	514.08
Planta Baja (+15.00)	Recepción	28.53	18.8	114.1	33.84
	Oficinas	82.73	55.2	330.92	99.38
	Exposición permanente	606.9	514.4	2427.6	925.92
	Exposición temporal	462.23	388.4	1848.9	699.1
	Sala proyección	81.6	63.14	326.4	113.65
	Tienda	53.79	38.34	215.16	69
	Cafetería	79.21	56.43	316.84	101.57
	Aula lúdica	42	27.6	168	49.7
	Sala de conferencias	108.1	88	432.4	158.4
	Pasillo conferencias	13.9	4.57	55.6	8.22
Total		1896.45	1540.48	8553.42	2772.86

Tabla resumen.

Como resumen de todos los apartados anteriores, mostramos una tabla con todos los datos previos necesarios de cada zona para la posterior introducción de datos en el software.

Algunas de las consideraciones no explicadas, serían, por ejemplo, la ocupación, que la calculamos con el CTE-DB-SI 3, obtenemos el número de personas según el uso de las estancias. Como no hemos obtenido un valor muy desmesurado, hemos mantenido la ocupación obtenida con el CTE.

Por último, hacemos mención del caudal de extracción, que será 85% del caudal de ventilación en los casos en los que no existan infiltraciones, es decir, haya sobrepresión. En el caso contrario, se extraerá el 100% del caudal de ventilación.

	ZONA	DESIGNACIÓN	TRAT. TÉRMICO	SUP. ÚTIL (m ²)	VOL. ÚTIL (m ³)	OCUPAC. DB-SI 3 (nº personas)	CAT. IDA	CAT. AE	CAUDAL MÍNIMO (dm ³ /s por per.)	CAUDAL VENT. (m3/h)	SOBR. EP.	INFILTR.	CAUDAL EXTRAC. (m3/h)
P 0	0	Hall	THM-C 4	285.1	513	143	2	AE-1	12,5	6412.5	SI	NO	5450.6
P -1	1	Sala de exposiciones + Recepción	THM-C 4	922	1659.6	519	2	AE-1	12,5	20745	SI	NO	17633.2
	2	Oficinas	THM-C 4	55.2	99.38	9	2	AE-1	12.5	1242.25	NO	SI	1242.25
	3	Sala proyecciones	THM-C 4	63.14	53.79	30	2	AE-1	12,5	672.37	NO	SI	672.37
	4	Sala de conferencias + pasillo conferencias	THM-C 4	92.57	166.62	59	3	AE-1	12,5	2082.75	NO	SI	2082.75
	5	Aula ludica	THM-C 4	27.6	49.7	21	2	AE-1	12.5	621.25	SI	NO	528.06
	6	Cafetería + tienda	THM-C 4	94.77	170.58	88	3	AE-1	8	2132.32	SI	NO	1812.47
				1540.48	2750.63	869				33908.44			29421.6

Ya que el caudal de extracción supera los 0,5 m³/s necesitamos un recuperador de calor en la instalación.

Con la ayuda de este dato y las horas de funcionamiento del sistema, deducimos que tenemos una eficiencia del 52% (180 Pa).

Horas anuales de funcionamiento	Caudal de aire exterior (m ³ /s)									
	> 0,5...1,5		> 1,5...3,0		> 3,0...6,0		> 6,0...12		> 12	
	%	Pa	%	Pa	%	Pa	%	Pa	%	Pa
≤ 2.000	40	100	44	120	47	140	55	160	60	180
> 2.000...4.000	44	140	47	160	52	180	58	200	64	220
> 4.000...6.000	47	160	50	180	55	200	64	220	70	240
> 6.000	50	180	55	200	60	220	70	240	75	260

Condiciones exteriores.

Como hemos comentado anteriormente, nos situamos en Santiponce, Sevilla.

	Temperatura (°C)	Humedad relativa (%)
Verano	32	4
Invierno	16	15
Total	24	9.5

Zona climática.

Usando la *tabla A del CTE-DB-HE1, anejo B*, obtenemos una zona climática en función de la capital de provincia (en nuestro caso Sevilla) y su altitud respecto al nivel del mar.

Tabla B.1. Zonas Climáticas de la Península Ibérica			
Capital	Z.C	Altitud	C4
Sevilla	B4	11	H< 50

Como observamos en la tabla, pertenece a una zona climática B4 y se establecen los condicionantes de altura para que variase de una zona a otra.

En el CTE-DB-HE1 encontramos los parámetros característicos de los elementos de la envolvente en función a la zona climática perteneciente.

Tabla 3.1.1.a - HE1 Valores límite de transmitancia térmica, U_{lim} [W/m²K]

Elemento	Zona climática de invierno					
	α	A	B	C	D	E
Muros y suelos en contacto con el aire exterior (U _s , U _{si})	0,80	0,70	0,56	0,49	0,41	0,37
Cubiertas en contacto con el aire exterior (U _c)	0,55	0,50	0,44	0,40	0,35	0,33
Muros, suelos y cubiertas en contacto con espacios no habitables o con el terreno (U _{ti}) Medianerías o particiones interiores pertenecientes a la envolvente térmica (U _{miD})	0,90	0,80	0,75	0,70	0,65	0,59
Huecos (conjunto de marco, vidrio y, en su caso, cajón de persiana) (U _h) [*]	3,2	2,7	2,3	2,1	1,8	1,80
Puertas con superficie semitransparente igual o inferior al 50%	5,7					

*Los huecos con uso de escaparate en unidades de uso con actividad comercial pueden incrementar el valor de U_h en un 50%.

Los valores límite de transmitancia aseguran una calidad mínima de la envolvente térmica y evitan descompensaciones en la calidad térmica de los espacios del edificio. Sin embargo, estos valores no aseguran un nivel de demanda adecuado, limitado por el coeficiente global de transmisión de calor (K).

Cálculo de transmitancias.

Los cálculos obtenidos son los que se detallan en las siguientes tablas. En muchos casos estos resultados necesitan pormenorizar algunas soluciones que no son convencionales.

- Para el **muro de planta baja**, es una piel de cristal, formada por U-Glas, por lo que realmente la resistencia térmica de dicho muro comienza en la pared de hormigón. Hemos tomado las resistencias a convención interior y exterior, según la posición del cerramiento del flujo de calor en este caso el cerramiento es vertical con flujo horizontal por lo que $R_{se} = 0.04$ y $R_{si} = 0.13$.

Material	Espesor (m)	λ (W/m·K)	R (W/K)	U (K/W)	U lim (K/W)
Rse			0,04		
Hormigón armado	0,30	2,5	0,12		
Relleno de aislamiento térmico	0,05	0,04	1,25		
Cámara de aire	0,12	-	0,16		
Placa de yeso	0,06	0,25	0,24		
Rsi			0,13		
Total			1,94	0,51	0,75

- En el caso de la **cubierta transitable**, hemos tenido que aumentar el espesor del aislante de poliestireno extruido para cumplir con los límites establecidos.

Material	Espesor (m)	λ (W/m·K)	R (W/K)	U (K/W)	U lim (K/W)
Rse			0.04		
Falso techo yeso	0,03	0,25	0,12		
Forjado bidireccional	0,4	2,5	0,16		
Hormigón de pendiente	0,05	2,5	0,02		
Lamina impermeabilizante	-	-	-		
Poliestireno extruido	0,1	0,039	2,5		
Tierra compactada	0,1	0,6	0,16		
Rsi			0,10		
Total			3,1	0,32	0,44

- En el caso de la **cubierta no transitable**.

Material	Espesor (m)	λ (W/m·K)	R (W/K)	U (K/W)	U lim (K/W)
Rse			0.04		
Falso techo yeso	0.03	0.25	0.12		
Forjado bidireccional	0.35	2.5	0.14		
Hormigón de pendiente	0.05	2.5	0.02		
Lamina impermeabilizante	-	-	-		
Poliestireno extruido	0.1	0.039	2.5		
Grava	0.05	2	0.025		
Rsi			0.10		
Total			2.9	0.33	0.44

- **Forjado de cimentación.**

Material	Espesor (m)	λ (W/m·K)	R (W/K)	U (K/W)	U lim (K/W)
Rse			0.04		
Losa hormigón	0.5	0.25	2		
Pavimento de madera o cerámico	0.05	2.5	0.14		
Rsi			0,17		
Total			2.35	0,42	0.44

Cálculo de la instalación de climatización y selección de unidades.

El sistema de climatización utilizado será por medio de bomba de calor (frío y calor), con tecnología vrv (volumen de refrigerante variable) y distribución del aire se realizará mediante conductos. Este sistema ofrece a los consumidores finales ahorros en los costes energéticos. La aplicación de la innovadora tecnología inverter garantiza un rendimiento eficiente durante todo el ciclo de funcionamiento del sistema.

- Toda la tubería que transcurra por exterior irá aislada térmicamente mediante coquilla con acabado superficial en aluminio.
- Todos los falsos techo donde alberguen UTAS (unidad de tratamiento de aire) estarán debidamente insonorizadas según normativa. Para ello todos los falsos techos
- Para las Unidades ubicadas en el exterior, se dispondrán de vierteaguas en las puertas y el techo irá protegido con una lámina asfáltica impermeabilizante para garantizar su estanqueidad.

- Tanto las rejillas como los difusores se colocarán de manera que queden enrasados con la cara inferior del falso techo.
- Las tuberías de ventilación no discurrirán a menos de 30cm de distancia de cualquier conducto eléctrico debiendo pasar, en cualquier caso, por debajo de estos.

Estancia	Caudal de climatización	Unidad interior colocada	Consumo eléctrico (Kw/h)
Hall	6212.5 m ³ /h	FLU - 75	12.7 Kw
Sala de exposiciones 01	7140.5 m ³ /h	FLU - 75	12.7 Kw
Sala de exposiciones 02	3959.4 m ³ /h	FLU - 45	8.5 Kw
Sala de exposiciones 03	6533.2 m ³ /h	FLU - 75	12.7 Kw
Oficinas	1242.3 m ³ /h	FLU - 15	2.8 Kw
Sala de proyecciones	672.2 m ³ /h	FLU - 10	1.9 Kw
Sala de conferencias	2082.8 m ³ /h	FLU - 25	4.7 Kw
Sala de reuniones	946.4 m ³ /h	FLU - 10	1.9 Kw
Aula lúdica	621.3 m ³ /h	FLU - 10	1.9 Kw
Cafetería + Tienda	2132.3 m ³ /h	FLU - 25	4.7 Kw
			64.5 Kw

Las unidades interiores colocadas en el proyecto pertenecen a la gama FLU de TROX que presentan un rango de caudales hasta 10.000 m³//h. Se han empleado las siguientes maquinarias.

Características	Caudal máximo (m ³ //h)	Altura nominal (mm)	Anchura nominal (mm)	Longitud nominal (mm)	Peso (kg)
FLU-10	1000	360	1150	1360	150
FLU-15	1500	360	1460	1360	175
FLU-25	2500	500	1800	1650	210
FLU-45	4500	775	2200	2100	340
FLU-75	7500	825	2700	2400	530

Todos los conductos se han dimensionado mediante el software de dimensionado de conductos HVAC de Isover considerando conductos de sección rectangular Climaver Plus R.

9. Electricidad.

Objetivo.

La instalación eléctrica del edificio debe satisfacer las necesidades eléctricas, cumpliendo con el reglamento de baja tensión e instrucciones complementarias ITC BT, así como las Normas Particulares de la Empresa Suministradora:

El Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT) tiene como por objetivo establecer las condiciones técnicas y garantías que debe tener las instalaciones eléctricas conectadas a una fuente de suministro en los límites de baja tensión con la finalidad de preservar la seguridad de las personas y los bienes, de asegurar el normal funcionamiento de dichas instalaciones y prevenir las perturbaciones en otras instalaciones y servicios, y contribuir a la fiabilidad técnica y a la eficiencia económica de las instalaciones.

Descripción de la red eléctrica.

El edificio cuenta con una única red ya que, aunque haya distintos tipos de usos, se considera que todo pertenece a un mismo usuario.

La instalación del edificio comenzará con la línea de acometida que saldrá desde el centro de transformación y irá a la caja general de protección y medida.

Del cuadro de protección y medida saldrán las derivaciones individuales de la instalación a los cuadros generales de distribución.

Centro de transformación.

Al ser un edificio con una demanda de potencia mayor o igual a 100 KW, el reglamento electrotécnico de baja tensión obliga a tener un centro de transformación.

En nuestro caso este se encontrará en el límite de la parcela con la vía pública, siempre siendo accesible.

Acometida.

El suministro se realizará desde la acometida. Será un suministro trifásico, a cuatro hilos, con tensión de suministro de 230/400 v, y de frecuencia de 50 Hz para los servicios de fuerza y alumbrado del edificio.

Caja de protección y medida.

Al situarse el CGP y el equipó de medida en el mismo lugar, se unificará en un único elemento denominado caja de protección y medida, simplificando así su instalación y obviando la línea general de alimentación

Dicho cuadro se instalará a una altura comprendida de 1,5 m y 1,8m en el lindero del solar.

Derivación individual.

Elemento de la instalación que partirá del cuadro de protección y medida para suministrar de energía eléctrica al edificio comprendiendo los fusibles de seguridad, el conjunto de medida y los dispositivos generales de mando y protección.

Dispositivos generales e individuales de mando y protección.

Existirá un único cuadro general de distribución que contenga el interruptor de control de potencia (ICP), el interruptor general automático (IGA) y a partir del cual encontraremos los interruptores generales de corte (IGC) de cada uno de los cuadros secundarios.

El cuadro general de mando y protección se situará dentro del edificio. En nuestro caso, en la zona de recepción y oficinas, ya que así estará accesible, pero no para el público.

Previsión de cargas.

Iluminación:

Objetivo.

El diseño del sistema de iluminación del centro de la recepción de visitantes se hará teniendo en cuenta su geometría y de las necesidades marcadas por el CTE DB SUA 4, RD486/1997 y la UNE- 12464.1.

Elegiremos las luminarias para que estas aseguren unos niveles de iluminación adecuadas en función del uso para el que se estén llevando a cabo, teniendo en cuenta sus características para, más adelante, calcular el número de puntos de luz que serán necesarios.

Y por último comprobaremos el valor de eficiencia energética de la instalación.

Elección de luminarias.

Como ya se ha dicho anteriormente, la elección de las luminarias se hará dependiendo de la zona donde se sitúen estas. Para ello contaremos con el fabricante Phillips, el cual nos da un amplio catálogo de luminarias.

Interiores.

Tipo 1. **StyliD Evo ST770T LED20S/830 PSU NB WH**



Flujo lumínico inicial: 2000 lm

Potencia de entrada inicial 19.6 W

Dimensiones (altura x anchura x profundidad) 275 x 90 x 210 mm

Uso: zonas expositivas y hall.

Tipo 2. **FlexBlend empotrable RC340B LED36S/940 PSD W60L60 VPC MLO PIP**



Flujo lumínico inicial: 3600 lm

Potencia de entrada inicial 37 W

Dimensiones (altura x anchura x profundidad) 60 x 597x 597 mm

Uso: zona administrativa, recepción, aula y sala de conferencias.

Tipo 3. **Philips Ledinaire Adosable**



Flujo lumínico inicial: 3400 lm

Potencia de entrada inicial 34 W

Dimensiones (altura x anchura x profundidad) 53 x 200 x 1200 mm

Uso: tienda, cafetería, sala audiovisual y zona expositiva

Tipo 4. **Philips Ledinaire Downlight 3**



Flujo lumínico inicial: 3400 lm

Potencia de entrada inicial 34 W

Dimensiones (diámetro) 175 mm

Uso: salas de instalaciones y baños.

Exteriores.

Tipo 5. **ProFlood LED BCP608 LED55/740 I EB GOBO GR10714 MSP**



Flujo lumínico inicial: 3750 lm

Potencia de entrada inicial 50 W

Dimensiones (altura x anchura x profundidad) 400 x 294 x 674 mm

Uso: embellecimiento de fachada de edificio.

Tipo 6. **Linealuce. iGuzzini**



Flujo lumínico inicial: 1800 lm

Potencia de entrada inicial 12 W

Dimensiones (altura x anchura x profundidad) 1056 x 37 x 38mm

Uso: iluminación jardín.

Cálculo de luminarias necesarias.

Para el cálculo de luminarias necesitamos conocer el índice del local "K" y para ello las dimensiones de cada local.

$$K = \frac{ab}{h \cdot (a+b)}$$

Siendo a y b las dimensiones de local y h su altura.

Después tendremos que calcular el factor de utilización, a partir del índice del local y los factores de reflexión(p) de techo, paredes, y suelo. Dichos valores se encuentran tabulados y los suministran los fabricantes.

$$\phi_t = \frac{E_m \cdot S}{n \cdot f_m}$$

Siendo:

ϕ_t = flujo luminoso

E_m = iluminancia media horizontal mantenida (lx)

S = superficie

n = factor de utilización en led es de 0,98

f_m = factor de mantenimiento según la UNE 12464-1

Y finalmente para calcular el número de puntos de luz se utilizará la expresión:

$$N = \frac{\phi_t}{\phi_L}$$

N = número de puntos de luz

ϕ_L = flujo luminoso de una lámpara

Zona	S(m ²)	Tipo luminaria	Em (luxes)	f _m	ϕ_t	ϕ_L	N
Hall	83.68	1	100	0,8	10673.5	2000	6
Vestíbulo /Entrada	222.64	1	300	0,8	85193.8	2000	42
Recepción	28.53	2	300	0,8	10917.1	3600	3
Oficinas	80.61	2	300	0,8	30845.6	3600	9
Aseos	56.5	4	200	0,8	28826.5	3400	8
Exposición permanente	560.76	1	200	0,8	143048.5	2000	72
Exposición temporal	451.46	3	200	0,8	115168.4	3400	34
Sala proyección	86.23	3	200	0,8	21997.4	3400	7
Tienda	52.57	3	300	0,8	20116.1	3400	6
Cafetería	79.21	3	300	0,8	30310	3400	9
Aula lúdica	42	2	400	0,8	21428.5	3600	6
Sala de conferencias	123.41	2	500	0,8	78705.3	3600	22
Local PCI	25	4	100	0,8	3188.7	3400	1
Cuarto de limpieza	10	4	100	0,8	1275.5	3400	1
Sala Grupo electrógeno	9	4	100	0,8	1148	3400	1
Local climatización	49.3	4	100	0,8	6288.2	3400	2
Cubierta ajardinada	1782	6	50	0,8	113648	1800	63
Pasillo Sala conferencias	13.7	4	100	0,8	1747.4	3400	1
Pasillo sala instalaciones	13.2	4	100	0,8	1683.6	3400	1
Sala instalación AFS	34.6	4	100	0,8	4413.3	3400	2

Comprobación del cumplimiento del VEEI.

La eficiencia energética de la instalación de la iluminación de una zona se determina mediante el valor de eficiencia energética de la instalación VEEI (W/m²) por cada 100lx mediante la expresión.

$$VEEI = \frac{P \text{ lampara (W)} \cdot 100}{S \text{ (m}^2\text{)} \cdot E_m}$$

Se determina el VEEI límite en función del uso del local a partir de la tabla 2.1. Valores límites de eficiencia energética de la instalación del CTE DB HE 3.

Zona	S(m ²)	Em (luxes)	P (W)	VEEI lim.	VEEI
Hall	83.68	100	19.6	4	0,23
Vestíbulo /Entrada	222.64	300	19.6	4	0,02
Recepción	28.53	300	37	3	0,43
Oficinas	80.61	300	37	3	0,15
Aseos	56.5	200	34	4	0,3
Exposición permanente	560.76	200	19.6	5	0,02
Exposición temporal	451.46	200	34	5	0,04
Sala proyección	86.23	200	34	8	0,19
Tienda	52.57	300	34	8	0,22
Cafetería	79.21	300	34	8	0,14
Aula lúdica	42	400	37	3.5	0,22
Sala de conferencias	123.41	500	37	8	0,06
Local PCI	25	100	34	4	1,36
Cuarto de limpieza	10	100	34	4	3,4
Sala Grupo electrógeno	9	100	34	4	3,7
Local climatización	49.3	100	34	4	0,69
Cubierta ajardinada	1782	50	12	3	0,01
Pasillo Sala conferencias	13.7	100	34	6	2,48
Pasillo sala instalaciones	13.2	100	34	6	2,5
Sala instalación AFS	34.6	100	34	4	0,98

Potencia de iluminación total instalada.

Zona	Tipo luminaria	P (w)	N	P _{total}
Hall	1	19.6	6	117.6
Vestíbulo /Entrada	1	19.6	42	823.2
Recepción	2	37	3	111
Oficinas	2	37	9	333
Aseos	4	34	8	272
Exposición permanente	1	19.6	72	1411.2
Exposición temporal	3	34	34	1156
Sala proyección	3	34	7	238
Tienda	3	34	6	204
Cafetería	3	34	9	306
Aula lúdica	2	37	6	222
Sala de conferencias	2	37	22	814
Local PCI	4	34	1	34
Cuarto de limpieza	4	34	1	34
Sala Grupo electrógeno	4	34	1	34
Local climatización	4	34	2	68
Cubierta ajardinada	6	12	63	756
Pasillo Sala conferencias	4	34	1	34
Pasillo sala instalaciones	4	34	1	34
Sala instalación AFS	4	34	2	68
Total				7069.4

Alumbrado de emergencia.

Tiene como objetivo garantizar la iluminación necesaria para facilitar la visibilidad a los usuarios, para que estos tengan facilidad de encontrar las salidas del edificio y los equipos y medios de protección, evitándose así situaciones de pánico. Este alumbrado está diseñado para que funcione en caso de que el alumbrado normal falle.

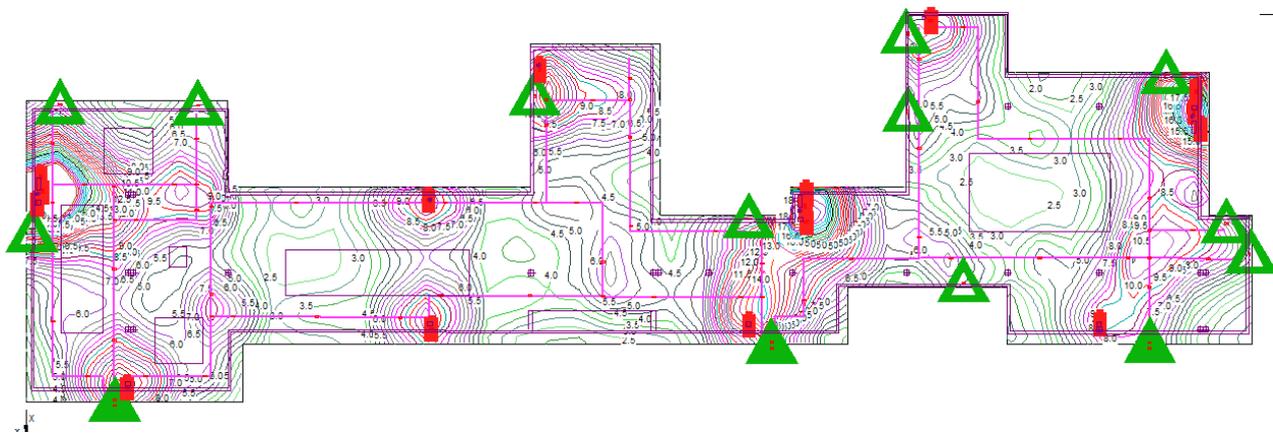
Contarán con alumbrado de emergencia:

- Todo recinto cuya ocupación sea mayor que 100 personas
- Los recorridos desde todo origen de evacuación hasta el espacio exterior seguro y hasta las zonas de refugio, incluidas las propias zonas de refugio, según definiciones en el Anejo A de DB SI.
- Los aparcamientos cerrados o cubiertos cuya superficie construida exceda de 100 m², incluidos los pasillos y las escaleras que conduzcan hasta el exterior o hasta las zonas generales del edificio.
- Los locales que alberguen equipos generales de las instalaciones de protección contra incendios y los de riesgo especial, indicados en DB-SI 1.

- Los aseos generales de planta en edificios de uso público.
- Los lugares en los que se ubican cuadros de distribución o de accionamiento de la instalación de alumbrado de las zonas antes citadas.
- Las señales de seguridad.
- Los itinerarios accesibles.

De acuerdo con lo citado anteriormente, calculamos con el programa Emerlight la iluminación de seguridad de:

- Zona expositiva y recepción cuya ocupación es mayor a 100 personas.



Teniendo luminarias de la referencia A, tanto para las rutas y salida de evacuación, como para la iluminación general.

Y luminarias de referencia B que son más potentes para los puntos de seguridad.

Ref.	Línea	Nombre Luminaria (Nombre Ensayo)	Código Luminaria (Código Ensayo)	Luminarias N.	Ref.Lamp.	Lámparas N.
A	URA21NEW	URA21NEW / 110 lum 1h (URA21NEW / 110 lum)	661702 (661702)	78	LMP-A	1
B	URA34LED LVS2	URA34LED LVS2 / 450 lum 1h (URA34LED LVS2 / 450 lum)	662245 (662245)	16	LMP-B	1

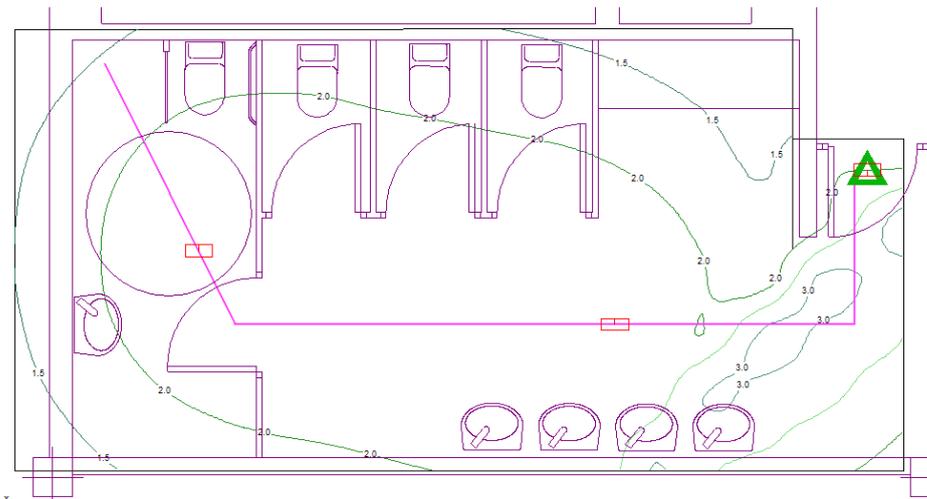
3.2 Información Lámparas

Ref.Lamp.	Tipo	Código	Flujo lm	Potencia W	Color K	N.
LMP-A	FDH	6W 661702	110	6	0	78
LMP-B	FDH	LED 662245	450	0	0	16

En cuanto al cálculo energético del plano de trabajo estos serían los datos:

Área	1297.00 m ²
Iluminancia Media	6.61 lx
Potencia Específica	0.36 W/m ²
Valor de Eficiencia Energética (VEEI)	5.46 W/(m ² * 100lx)
Eficiencia Energética	18.32 (m ² *lx)/W
Potencia Total Utilizada	468.00 W

- Aseos.



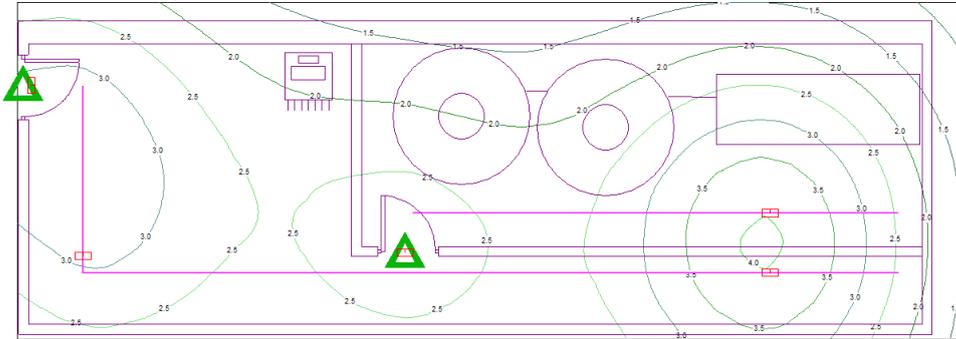
Teniendo luminarias de la referencia A, tanto para las rutas y salida de evacuación, como para la iluminación general.

Ref.	Línea	Nombre Luminaria (Nombre Ensayo)	Código Luminaria (Código Ensayo)	Luminarias N.	Ref.Lamp.	Lámparas N.
A	URA21NEW	URA21NEW / 110 lum 1h (URA21NEW / 110 lum)	661702 (661702)	3	LMP-A	1

En cuanto al cálculo energético del plano de trabajo estos serían los datos:

Área	31.00 m ²
Iluminancia Media	2.09 lx
Potencia Específica	0.58 W/m ²
Valor de Eficiencia Energética (VEEI)	27.82 W/(m ² * 100lx)
Eficiencia Energética	3.59 (m ² *lx)/W
Potencia Total Utilizada	18.00 W

- Local de instalaciones contra incendios.



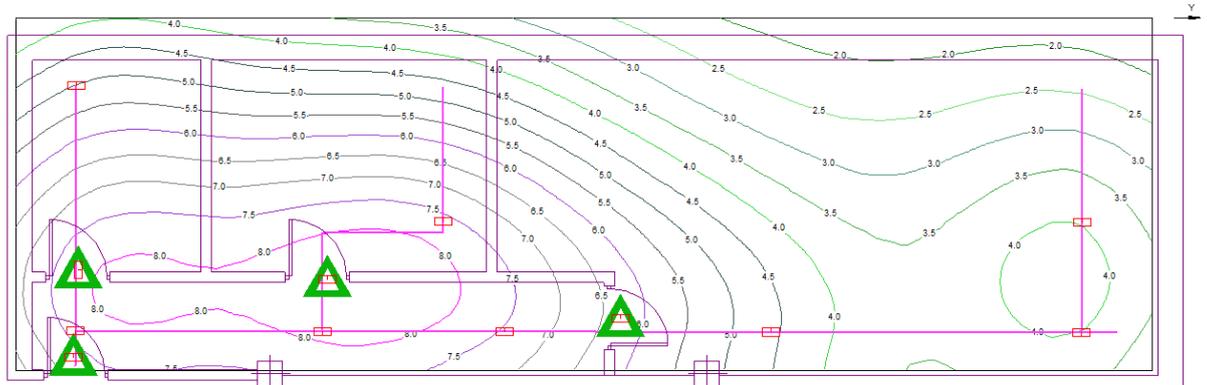
Teniendo luminarias de la referencia A, tanto para las rutas y salida de evacuación, como para la iluminación general.

Ref.	Línea	Nombre Luminaria (Nombre Ensayo)	Código Luminaria (Código Ensayo)	Luminarias N.	Ref.Lamp.	Lámparas N.
A	URA21NEW	URA21NEW / 110 lum 1h (URA21NEW / 110 lum)	661702 (661702)	5	LMP-A	1

En cuanto al cálculo energético del plano de trabajo estos serían los datos:

Área	70.00 m2
Iluminancia Media	2.46 lx
Potencia Específica	0.43 W/m2
Valor de Eficiencia Energética (VEEI)	17.44 W/(m2 * 100lx)
Eficiencia Energética	5.74 (m2*lx)/W
Potencia Total Utilizada	30.00 W

- Sala grupo electrógeno, climatización y contadores



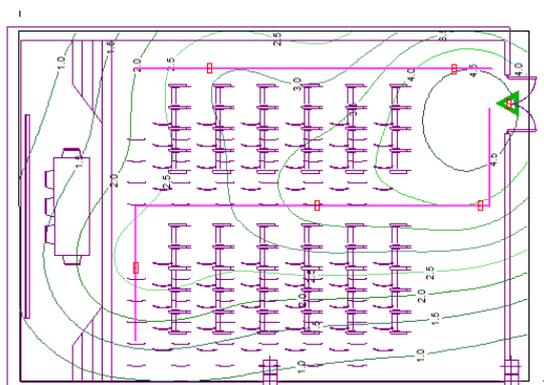
Teniendo luminarias de la referencia A, tanto para las rutas y salida de evacuación, como para la iluminación general.

Ref.	Línea	Nombre Luminaria (Nombre Ensayo)	Código Luminaria (Código Ensayo)	Luminarias N.	Ref.Lamp.	Lámparas N.
A	URA21NEW	URA21NEW / 110 lum 1h (URA21NEW / 110 lum)	661702 (661702)	12	LMP-A	1

En cuanto al cálculo energético del plano de trabajo estos serían los datos:

Área	80.00 m2
Iluminancia Media	4.99 lx
Potencia Específica	0.90 W/m2
Valor de Eficiencia Energética (VEEI)	18.04 W/(m2 * 100lx)
Eficiencia Energética	5.54 (m2*lx)/W
Potencia Total Utilizada	72.00 W

- Sala conferencias



Teniendo luminarias de la referencia A, tanto para las rutas y salida de evacuación, como para la iluminación general.

Ref.	Línea	Nombre Luminaria (Nombre Ensayo)	Código Luminaria (Código Ensayo)	Luminarias N.	Ref.Lamp.	Lámparas N.
A	URA21NEW	URA21NEW / 110 lum 1h (URA21NEW / 110 lum)	661702 (661702)	6	LMP-A	1

En cuanto al cálculo energético del plano de trabajo estos serían los datos:

Área	117.00 m2
Iluminancia Media	2.50 lx
Potencia Específica	0.31 W/m2
Valor de Eficiencia Energética (VEEI)	12.32 W/(m2 * 100lx)
Eficiencia Energética	8.12 (m2*lx)/W
Potencia Total Utilizada	36.00 W

Potencia de iluminación de emergencia total instalada:

Zona expositiva y recepción = 468W

Aseos= 18W

Local SI= 30W

Local grupo electrógeno, climatización y contadores= 72 W

Sala de conferencias= 36 W

Total = 624W

Fuerza:

A continuación, describimos las diferentes cargas relacionadas con las tomas de corriente:

Base enchufe simple 300W

Secador de manos 2400W

Lavavajillas industrial 3400

Microondas 800W

Termo eléctrico 1500W

Enfriador de botellas 368W

Proyector 400W

Toma teléfono 250W

Zona	Enchufe	Secador manos	Lavavajillas	microondas	Termo Eléctrico	Nevera	Proyector	Toma teléfono	Potencia total
Hall +vestíbulo	1	-	-	-	-	-	-	-	300
Recepción	8	-	-	-	-	-	-	1	2650
Oficinas	9	-	-	-	-	-	-	1	2950
Aseos	8	2	-	-	-	-	-	-	7200
Exposición permanente	6	-	-	-	-	-	-	-	1800
Exposición temporal	8	-	-	-	-	-	-	-	2400
Sala proyección	4	-	-	-	-	-	1	-	1600
Tienda	2	-	-	-	-	-	-	1	850
Cafetería	7	-	1	1	1	1	-	1	8418
Aula lúdica	11	-	-	-	-	-	-	-	3300
Sala de conferencias	7	-	-	-	-	-	1	-	2500
Local PCI	1	-	-	-	-	-	-	-	300
Cuarto de limpieza	1	-	-	-	-	-	-	-	300
Sala Grupo electrógeno	1	-	-	-	-	-	-	-	300
Local climatización	1	-	-	-	-	-	-	-	300
Cubierta ajardinada	-	-	-	-	-	-	-	-	
Pasillo Sala conferencias	-	-	-	-	-	-	-	-	
Pasillo sala instalaciones	-	-	-	-	-	-	-	-	
Sala instalación AFS	1	-	-	-	-	-	-	-	300
Total									35168W

Electrotecnia:

Diseño de la instalación y elementos.

Para el diseño de la instalación, primero calcularemos la previsión de potencia del centro de recepción de visitantes. Suponemos un centro de transformación que más adelante comprobaremos en el cálculo y lo modificaremos según ellos.

A partir del centro de transformación derivarán las cajas de protección y medida y posteriormente a los cuadros generales de protección y mando que alimentarán a los cuadros secundarios.

Para la previsión de potencia vamos a seguir las indicaciones de ITC BT 10 "Previsión de cargas para suministros de baja tensión".

Potencias-

- Alumbrado: Tomamos los valores ya anteriormente calculados, que serán para el alumbrado de emergencia 624 W y para el alumbrado necesario del edificio 7069.4 W. Aplicaremos el factor de corrección para luminarias de 1.8 y nos dará 13.84 kW
- Fuerza: estos valores serán los anteriormente calculados que se ha estimado en base a las necesidades de cada local. P=35.16 kW
- Climatización: Este valor será la suma tanto de las utas como de la bomba de calor y nos da P= 64,5 kW
- Extracción: 41,4 kW
- AFS: compuesto por dos bombas de 0,4 CV P = 0.6kW

$$P_{\text{total}}=155,5 \text{ KW}$$

Centro de transformación.

Al tener una demanda de potencia mayor a 100kW necesitamos un centro de transformación.

Para obtener la potencia que deberá tener el transformador se calculara mediante la fórmula:

$$P = \frac{P_{\text{inst}} \cdot K_a}{\cos \phi \cdot R_c} = \frac{155,5 \cdot 1,5}{0,8 \cdot 0,75} = 388,75 \text{ k VAs}$$

Una vez obtenida la potencia necesaria elegiremos un transformador.

Potencia asignada kVA	$U_n \leq 24$ kV				$U_n = 36$ kV			
	P_k (W) a 75 °C	P_0 (W)	Lw(A) dB(A)	Z_{cc} (%), a 75°C	P_k (W) a 75 °C	P_0 (W)	Lw(A) dB(A)	Z_{cc} (%), a 75°C
50	875	110	42	4	1050	160	50	4,5
100	1475	180	44	4	1650	270	54	4,5
160	2000	260	47	4	2150	390	57	4,5
250	2750	360	50	4	3000	550	60	4,5
315	3250	440	52	4	-	-	-	-
400	3850	520	53	4	4150	790	63	4,5
500	4600	610	54	4	-	-	-	-
630	5400	730	55	4	5500	1100	65	4,5
800	7000	800	56	6	7000	1300	66	6
1000	9000	940	58	6	8900	1450	67	6
1250	11000	1150	59	6	11500	1750	68	6
1600	14000	1450	61	6	14500	2200	69	6
2000	18000	1800	63	6	18000	2700	71	6
2500	22000	2150	66	6	22500	3200	73	6

Pérdidas debidas a la carga P_k (W) a 75 °C, pérdidas en vacío P_0 (W), nivel de potencia acústica Lw(A) e impedancia de cortocircuito a 75°C, para transformadores de distribución de $U_n \leq 36$ kV.

Por lo que seleccionaremos el transformador de 400 KVA

Grupo electrógeno.

Según el REBT ITC BT 28 2.3 Suministros complementarios o de seguridad. Todos los locales de pública concurrencia deben de disponer de alumbrado de emergencia y de suministro de socorro los locales de con una ocupación mayor a 300 personas.

El grupo electrógeno, sistema auxiliar en caso de fallo del suministro de socorro, debe tener una potencia del 15 % de la potencia contratada. En nuestro caso sería de 23,32 kW = 29.15 KVAs ($p = 0.8$).

Por lo que tendremos un grupo electrógeno de 30 KVAs de la casa Himoina.

Cuadros eléctricos.

Según el ITC BT 28, las instalaciones en los locales de pública concurrencia cumplirán las condiciones de carácter general que a continuación se señalan:

- El cuadro general de distribución deberá colocarse en el punto más próximo posible a la entrada de la acometida o derivación individual y se colocará junto o sobre él, los dispositivos de mando y protección establecidos en la instrucción ITC-BT-17.
- Del citado cuadro general saldrán las líneas que alimentan directamente 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.

- 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.
- 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.
- En las instalaciones para 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.

Determinación de números de circuitos de alumbrado.

Según el punto 4 del ITC DB 28:

En las instalaciones para 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.

N.º de circuitos según cada zona. Se tendrá un circuito cada 100 m²

Zona	S(m ²)	Em (luxes)	N	N.º de circuitos
Vestíbulo /Entrada	306.2	300	48	3
Recepción	28.53	300	3	1
Oficinas	80.61	300	9	1
Aseos	56.5	200	8	1
Exposición permanente	560.76	200	72	6
Exposición	451.46	200	34	5

temporal				
Sala proyección	86.23	200	7	1
Tienda	52.57	300	6	1
Cafetería	79.21	300	9	1
Aula lúdica	42	400	6	1
Sala de conferencias	123.41	500	22	2
Local PCI	25	100	1	1
Cuarto de limpieza	10	100	1	1
Sala Grupo electrógeno	9	100	1	1
Local climatización	49.3	100	2	1
Cubierta ajardinada	1782	50	63	9
Sala instalación AFS	34.6	100	2	1

Determinación del número de circuitos de fuerza.

Debemos tener en cuenta que una base convencional soporta 16 A, lo que sería 3300W y en función de las cargas previsibles calculadas anteriormente, establecemos lo siguiente.

Zona	Potencia total	N.º circuitos
Hall +vestíbulo	300	1
Recepción	2650	1
Oficinas	2950	1
Aseos	7200	3
Exposición permanente	1800	1
Sala proyección	1600	1
Exposición temporal	2400	1
Tienda	850	1
Cafetería	8418	3
Aula lúdica	3300	1
Sala de conferencias	2500	1
Total	33968W	

Derivaciones individuales.

Para calcular las derivaciones individuales dependeremos de las normas de la compañía eléctrica y del reglamento de baja tensión.

Acometida.

Su dimensionamiento lo llevaremos a cabo siguiendo las prescripciones impuestas por la instrucción ITC BT 15, y la instrucción ITC BT-7.

Esta estará constituida por conductores aislados en el interior de tubos enterrados. Estos últimos, así como los canales protectores tendrán una sección nominal que permitirá ampliar la sección de los conductores instalados en un 100%, y serán dimensionados según la ITC BT 21.

- Tensión de servicio: 400 V
- Canalización: Unipolares Enterrados Bajo Tubo (R. Subt.)
- Longitud: 104 m; cosy: 0,8; Xu(m2/m)
- Potencia a instalar: 339910,8 W
- Potencia de cálculo (Según ITC-BT-47 y ITC-BT-44):

$$P_C = 155658,12W$$

$$I = \frac{P_C}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\phi} = \frac{155658,12}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,8}$$

$$I_{\text{calculada}} = 280,84 A$$

Seleccionaremos el conducto en base a la tabla 5 de ITC BT. 07, se elige una sección que posea una intensidad máxima admisible superior a la calculada

SECCIÓN NOMINAL mm ²	Terna de cables unipolares (1) (2)			1 cable tripolar o tetrapolar (3)		
						
	TIPO DE AISLAMIENTO					
	XLPE	EPR	PVC	XLPE	EPR	PVC
6	72	70	63	66	64	56
10	96	94	85	88	85	75
16	125	120	110	115	110	97
25	160	155	140	150	140	125
35	190	185	170	180	175	150
50	230	225	200	215	205	180
70	280	270	245	260	250	220
95	335	325	290	310	305	265
120	380	375	335	355	350	305
150	425	415	370	400	390	340
185	480	470	420	450	440	385
240	550	540	485	520	505	445
300	620	610	550	590	565	505
400	705	690	615	665	645	570
500	790	775	685	-	-	-
630	885	870	770	-	-	-

- Se eligen conductores de Cobre: unipolares de 95mm² de sección para las fases. Cuya intensidad máxima admisible es de 335 A

- Tipo de aislamiento: XLPE, 0,6/1 kV Temperatura máxima en el conductor 90°C. (servicio permanente)
- Temperatura del terreno 25 °C.
- Profundidad de Instalación 0,70 m.
- Resistividad térmica del terreno 1 Km/W.

Caída de tensión:

$$E(\%) = \frac{P \cdot L \cdot 100}{U^2 \cdot S \cdot \gamma} = \frac{155658,12 \cdot 104 \cdot 100}{400^2 \cdot 95 \cdot 44} = 2,42 \% \text{ cumple}$$

Dimensionada línea de derivación individual.

Su dimensionamiento lo llevaremos a cabo siguiendo las prescripciones impuestas por la instrucción ITC BT 15, y la instrucción ITC BT-7.

Esta estará constituida por conductores aislados en el interior de tubos enterrados. Estos últimos, así como los canales protectores, tendrán una sección nominal que permitirá ampliar la sección de los conductores instalados en un 100%, y serán dimensionados según la ITC BT 21.

- Tensión de servicio: 400 V
- Canalización: Unipolares Enterrados Bajo Tubo (R. Subt.)
- Longitud: 25 m; cosφ: 0,8; Xu(m2/m)
- Potencia a instalar: 339910,8 W
- Potencia de cálculo (Según ITC-BT-47 y ITC-BT-44):

$$P_C = 155658,12W$$

$$I = \frac{P_C}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\varphi} = \frac{155658,12}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,8}$$

$$I_{\text{calculada}} = 280,84 \text{ A}$$

Seleccionaremos el conducto en base a la tabla 5 de ITC BT. 07, se elige una sección que posea una intensidad máxima admisible superior a la calculada

SECCIÓN NOMINAL mm ²	Terna de cables unipolares (1) (2)			1 cable tripolar o tetrapolar (3)		
						
	TIPO DE AISLAMIENTO					
	XLPE	EPR	PVC	XLPE	EPR	PVC
6	72	70	63	66	64	56
10	96	94	85	88	85	75
16	125	120	110	115	110	97
25	160	155	140	150	140	125
35	190	185	170	180	175	150
50	230	225	200	215	205	180
70	280	270	245	260	250	220
95	335	325	290	310	305	265
120	380	375	335	355	350	305
150	425	415	370	400	390	340
185	480	470	420	450	440	385
240	550	540	485	520	505	445
300	620	610	550	590	565	505
400	705	690	615	665	645	570
500	790	775	685	-	-	-
630	885	870	770	-	-	-

- Se eligen conductores de Cobre: unipolares de 95mm² de sección para las fases. Cuya intensidad máxima admisible es de 335A
- Tipo de aislamiento: XLPE, 0,6/1 kV Temperatura máxima en el conductor 90°C (servicio permanente)
- Temperatura del terreno 25°C.
- Profundidad de Instalación 0,70 m.
- Resistividad térmica del terreno 1 K.m/W.

Caída de tensión:

$$E(\%) = \frac{P \cdot L \cdot 100}{U^2 \cdot S \cdot \gamma} = \frac{155658,12 \cdot 25 \cdot 100}{400^2 \cdot 95 \cdot 44} = 0,58 \% \text{ cumple}$$

Dimensionado de la línea grupo electrógeno

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 48 m; Cos φ: 0.8; Xu(mΩ/m): 0;
- Potencia activa: 29,15 kW.
- Potencia aparente generador: 30 kVA.

$$I = C_g \times S_g \times 1000 / (\sqrt{3} \times U) = 1.25 \times 30 \times 1000 / (1,732 \times 400) = 54,12 \text{ A.}$$

SECCIÓN NOMINAL mm ²	Terna de cables unipolares (1) (2)			1 cable tripolar o tetrapolar (3)		
						
	TIPO DE AISLAMIENTO					
	XLPE	EPR	PVC	XLPE	EPR	PVC
6	72	70	63	66	64	56
10	96	94	85	88	85	75
16	125	120	110	115	110	97
25	160	155	140	150	140	125
35	190	185	170	180	175	150
50	230	225	200	215	205	180
70	280	270	245	260	250	220
95	335	325	290	310	305	265
120	380	375	335	355	350	305
150	425	415	370	400	390	340
185	480	470	420	450	440	385
240	550	540	485	520	505	445
300	620	610	550	590	565	505
400	705	690	615	665	645	570
500	790	775	685	-	-	-
630	885	870	770	-	-	-

- Se eligen conductores de Cobre: unipolares de 10mm² de sección para las fases. Cuya intensidad máxima admisible es de 96A
- Tipo de aislamiento: XLPE, 0,6/1 kV Temperatura máxima en el conductor 90°C (servicio permanente)
- Temperatura 40°C.

Caída de tensión:

$$E(\%) = \frac{P \cdot L \cdot 100}{U^2 \cdot S \cdot \gamma} = \frac{23320 \cdot 48 \cdot 100}{400^2 \cdot 10 \cdot 44} = 1,59 \% \text{ no cumple, aumentaremos la sección a } 16\text{mm}^2$$

$$E(\%) = \frac{P \cdot L \cdot 100}{U^2 \cdot S \cdot \gamma} = \frac{23320 \cdot 48 \cdot 100}{400^2 \cdot 16 \cdot 44} = 0,99 \% \text{ cumple}$$

Dimensionado líneas de cuadros parciales.

Cuadro	L(m)	P(w)	I(A)	S(mm ²)	E%
1.Hall+Vestibulo	5	1240,2	6,74	XLPE 2x1,5mm ² +TTx1,5Cu D=16	0,35
2.Recepcion + oficinas	5	6044	32,8	XLPE 2x4mm ² +TTx4Cu D=20	0,65
3.Tienda	32	1054	5,72	XLPE 2x1,5mm ² +TTx1,5Cu D=16	1,9
4.Cafetería	32	8724	47,4	XLPE 2x10mm ² +TTx10Cu D=25	2,4
5.Exposición T. + aseos	5	11028	59,9	XLPE 2x10mm ² +TTx10Cu D=25	0,47
6.Exposición P.	5	3314	18	XLPE 2x1,5mm ² +TTx1,5Cu D=16	0,94
7.Sala proyección	53	1838	9,98	XLPE 2x1,5mm ² +TTx1,5Cu D=16	5,58 no cumple
				XLPE 2x2,5mm ² +TTx2,5Cu D=20	3,34
8.Aula lúdica	45	3522	19,14	XLPE 2x1,5mm ² +TTx1,5Cu D=16	9,07
				XLPE 2x4mm ² +TTx4Cu D=20	3,4
9.Sala conferencias	45	3314	18	XLPE 2x1,5mm ² +TTx1,5Cu D=16	8,5
				XLPE 2x4mm ² +TTx4Cu D=20	3,2

TABLA C.52-1 bis (UNE-HD 60364-5-52: 2014)
Intensidades admisibles en amperios Temperatura ambiente 40 °C en el aire

Método de instalación de la tabla B.52-1	Número de conductores cargados y tipos de aislamiento																	
	A1	PVC 3	PVC 2	PVC 3	PVC 2	XLPE 3	XLPE 2	XLPE 3	XLPE 2	PVC 3	PVC 2	XLPE 3	XLPE 2					
A2	PVC 3	PVC 2		PVC 3	PVC 2	XLPE 3	XLPE 2			PVC 3	PVC 2	XLPE 3	XLPE 2					
B1				PVC 3	PVC 2					PVC 3	PVC 2	XLPE 3	XLPE 2					
B2			PVC 3	PVC 2				XLPE 3	XLPE 2									
C					PVC 3			PVC 2	PVC 3			XLPE 3	XLPE 2					
E							PVC 3		PVC 2			XLPE 3	XLPE 2					
F									PVC 3		PVC 2		XLPE 3	XLPE 2				
1	2	3	4	5a	5b	6a	6b	7a	7b	8a	8b	9a	9b	10a	10b	11	12	13
Sección mm ²																		
Cobre																		
1,5	11	11,5	12,5	13,5	14	14,5	15,5	16	16,5	17	17,5	19	20	20	20	21	23	-
2,5	15	15,5	17	18	19	20	20	21	22	23	24	26	27	26	28	30	32	-
4	20	20	22	24	25	26	28	29	30	31	32	34	36	36	38	40	44	-
6	25	26	29	31	32	34	36	37	39	40	41	44	46	46	49	52	57	-
10	33	36	40	43	45	46	49	52	54	54	57	60	63	65	68	72	78	-
16	45	48	53	59	61	63	66	69	72	73	77	81	85	87	91	97	104	-
25	59	63	69	77	80	82	86	87	91	95	100	103	108	110	115	122	135	146
35	-	-	-	95	100	101	106	109	114	119	124	127	133	137	143	153	168	182
50	-	-	-	116	121	122	128	133	139	145	151	155	162	167	174	188	204	220
70	-	-	-	148	155	155	162	170	178	185	193	199	208	214	223	243	262	282
95	-	-	-	180	188	187	196	207	216	224	234	241	252	259	271	298	320	343
120	-	-	-	207	217	216	226	240	251	260	272	280	293	301	314	350	373	397
150	-	-	-	-	-	247	259	276	289	299	313	322	337	343	359	401	430	458
185	-	-	-	-	-	281	294	314	329	341	356	368	385	391	409	460	493	523
240	-	-	-	-	-	330	345	368	385	401	419	435	455	468	480	545	583	617

Dimensionado líneas individuales.

Todas las líneas individuales nos darán de sección 1,5mm², ya que, cuando hicimos el diseño, tuvimos en cuenta que una base convencional soporta 16A, lo que sería 3300 W y, en función de esa potencia, dividimos en circuitos, salvo la línea del lavavajillas individual que es de 3400 W. Calcularemos las líneas más desfavorables de alumbrado y circuito de fuerza para conocer las secciones, tanto de dichas líneas como las del resto que, al ser menos desfavorables, tendrán la sección menor.

línea	L(m)	P(w)	I(A)	S(mm ²)	E%
Lavavajillas	3	3400	18,47	PVC 2x2,5mm ² +TTx2,5Cu D=20	0,32
Seca manos	8	2400	13,0	PVC 2x1,5mm ² +TTx1,5Cu D=16	1
Aula lúdica. Fuerza	20	3300	17,9	PVC 2x2,5mm ² +TTx2,5Cu D=20	2,07
Iluminación Sala conferencias	33	407x1,8= 732,6	3,98	PVC 2x1,5mm ² +TTx1,5Cu D=16	1,26

Dimensionado líneas conectadas directamente al grupo electrógeno o cuadro general.

línea	L(m)	P(w)	I(A)	S(mm ²)	E%
Climatización Flu 75	20	12700	22,9	XLPC 3x25mm ² +TTx2,5Cu D=20	1,4
Climatización Flu 45	10	8500	15,3	XLPC 3x1.5mm ² +TTx1,5Cu D=16	0,8
Climatización Flu 25	42	4700	8,47	XLPC 3x1.5mm ² +TTx1,5Cu D=16	1,89
Climatización Flu 15	5	2800	5,05	XLPC 3x1.5mm ² +TTx1,5Cu D=16	0,13
Climatización Flu 10	42	1900	3,42	XLPC 3x1.5mm ² +TTx1,5Cu D=16	0,75
s. Extracción más desfavorable	30	9300	16,7	PVC 2x1,5mm ² +TTx1,5Cu D=16	2,6

Puesta a tierra.

La puesta a tierra es la unión eléctrica directa, sin fusible ni protección alguna de una parte del circuito eléctrico o de una parte conductora no perteneciente al mismo mediante una toma a tierra con un electrodo o grupo de electrodos enterrados en el suelo.

La finalidad principal de una puesta a tierra es limitar la tensión que con respecto a la tierra pueda presentar en un momento dado, las masas metálicas, asegurar la actuación de protecciones y eliminar el riesgo que supone una avería en los materiales eléctricos que se disponen.

Los elementos que componen un sistema de puesta a tierra son los siguientes:

- Toma de tierra: se instalará al nivel de la cimentación un cable de cobre desnudo, de 35 mm², formando un anillo que engloba a todo el perímetro del edificio.
- Línea de enlace con tierra y conexión a tierra: la línea de enlace con tierra estará formada por un conductor desnudo de cobre que unirá la toma de tierra y la línea principal de tierra. La unión se realizará mediante grapa de cobre o soldadura autógena. El punto de puesta a tierra estará constituido por una caja de empalme especial destinada a este fin. Esta caja de empalme llevará un dispositivo de conexión que permita la unión entre la línea de enlace con tierra y las líneas principales de tierra. Se situará en la vertical del cuadro de contadores, con el borne de tierra del cuadro general de mando y protección.
- Conductores de protección: estos formarán parte de los circuitos interiores y derivaciones individuales, que parten del cuadro de mando y protección y

llevan la energía eléctrica a cada uno de los puntos individuales de consumo. Las secciones de estos conductores estarán de acuerdo con la ITC BT 18, y sus secciones figuran en el esquema unifilar del plano de electricidad. Estos conductores de protección se conectarán a la línea de enlace con tierra.

Se prohíbe terminantemente cualquier interrupción de conductor de tierra. Solo se podrá interrumpir este en el punto de puesta a tierra situado donde el contador de electricidad. Las líneas principales de tierra, así como sus derivaciones cumplirán lo especificado en la instrucción complementaria ITC BT 18. Existirá una línea principal de tierra, con un conductor de cobre de 50 mm² aislado, con una tensión nominal de aislamiento de 100 V. Estará empotrado a la pared, bajo tubo aislante flexible, y unirá las derivaciones de la red equipotencial con la línea de enlace a tierra. Las derivaciones estarán constituidas por un conductor de cobre aislado de 16 mm². Unirán la línea principal de tierra con los elementos anteriormente descritos.

Instalación (ITC-BT-18,24 y 26)

Sobre el fondo de la cimentación perimetral del edificio, a modo de anillo, y a una profundidad mínima de 0,50m, se debe tender un conductor de cobre desnudo tipo cuerda de 35 mm² de sección. La instalación en este caso se realizará en todo el perímetro del edificio.

Si con esta disposición no se obtiene la resistencia de tierra adecuada se deberán añadir, en las zonas más profundas, electrodos verticales hincados. Estos electrodos no son otra cosa que picas de acero recubierto de cobre con unos valores típicos de 14 mm de diámetro y 1,5 ó 2m de longitud, separados a una distancia mínima aconsejable de 4m, el doble de su longitud para que no pierdan su eficacia.

Es aconsejable conectar en los puntos de puesta a tierra una pica. Estos puntos son:

- Punto de puesta a tierra en la centralización de contadores.
- Punto de puesta a tierra de los ascensores.
- Punto de puesta a tierra del recinto de telecomunicaciones.

En primer lugar, se estima la resistencia de tierra en función de la resistividad del terreno y las características del electrodo. $0,5 L_c + L_{pica} \geq \rho/R$

L_c : Longitud del conductor enterrado.

L_{pica} : Longitud de las picas en metros = n° picas x longitud pica

ρ : Resistividad del terreno en $\Omega \cdot m = 500 \Omega$ (arcillas expansivas) · m., tabla 3 (ITC-BT-18)

R: Resistencia del terreno en $\Omega = 10 \Omega$ (valor para edificios de viviendas)

Hay que tener en cuenta que el Reglamento de Infraestructuras Comunes de Telecomunicaciones (artículo 7.1, anexo IV), prescribe para el edificio una resistencia de tierra $\leq 10 \Omega$, la más restrictiva en términos absolutos. Elegiremos, pues 10Ω (más restrictiva).

Se decide colocar 3 picas de 2 metros, cubriendo los puntos críticos antes expuestos, en el resto de los elementos pasara el conductor para dicha puesta a tierra. 3 picas x 2 m = 6 m.

Despejando: $0,5 L_c + 6 \geq 50$; $L_c \geq 88$ m (mínima longitud de conductor que requiere la puesta a toma tierra).

Separación entre picas: Condición: $s \geq 2 \times L_{pica} \geq 2 \times 2 \text{ m} = 4 \text{ m}$. La separación mínima entre picas será de 4m. CUMPLE.

Luego el tramo de toma tierra es:

$L_c = 229.12$ m de conductor enterrado (todo el perímetro de la cimentación del edificio y 3 picas de 2 m ($L_{pica} = 3 \cdot 2\text{m} = 6 \text{ m}$))

Conductor enterrado:

- Conductor de cobre desnudo tipo cuerda de 35 mm² de sección (ITC - BT - 18, tabla 1)
- Picas de acero recubierto de cobre, valores típicos de 14 mm. de diámetro
- Separación entre picas $\geq 2 L_{pica}$

10. Red de voz y datos.

En este apartado vamos a realizar la red local (LAN) de nuestro edificio, dotándolo de voz y datos, es decir, servicios de internet y telefonía.

Determinación de locales y servicio.

Lo primero que hay que conocer es el número de usuarios a los que vamos a proporcionar los servicios. En nuestro caso, vamos a dotar con una doble toma de voz/datos a las oficinas del centro de recepción de visitantes, mientras que las zonas públicas (sala de exposiciones, aulas, cafetería...) contarán con tomas Wi-Fi.

Colocaremos 10 tomas Wi-Fi en total, porque tienen un alcance de 200 m² y las zonas públicas para los usuarios tienen un área de 1935m², y así garantiremos una buena conexión en cualquier zona.

En cuanto a las tomas de voz y datos, se dispondrán de una toma doble por usuario previsto en la zona administrativa, tenemos seis usuarios por lo que tendremos 6 tomas dobles. La distancia máxima a la que puede estar el armario hasta la toma de voz y datos será $\leq 90\text{m}$.

En resumen, debemos instalar 6 tomas de datos, 6 tomas de voz y 10 puntos de acceso Wi-Fi.

El edificio contará con un solo armario de telecomunicaciones y un único repetidor de planta en la sala de equipos. La sala de equipos deberá tener una superficie mínima de 3 x 3,4 m ya que la superficie del edificio es mayor a 1000m².

Canales de enlace.

Empezamos el recorrido desde la arqueta, de esta se pasa a la centralización telefónica y un router ADSL. De aquí los datos pasan al armario de edificio y este al armario de planta, situado en la sala de equipos.

Ahora determinaremos el tipo de cable que utilizaremos. Para la línea utilizaremos un cable estructurado (fibra óptica). Y para conectar el armario de planta con las distintas tomas utilizaremos cable UTP 4 pares/ CAT – 6^a. Se colocarán dos cables para las dobles tomas de voz/datos y un cable para las tomas de acceso Wi-Fi y para las tomas de datos.

11. Seguridad.

Objetivo.

Cada sistema se adapta a las circunstancias de los bienes a proteger: prevención, eliminación o reducción de las circunstancias que desencadena el riesgo. El objetivo es que las posibilidades de que se produzca una intrusión disminuyan y una alarma provocará, cuando se active, una potente sirena óptica y acústica y avisos por telefonía.

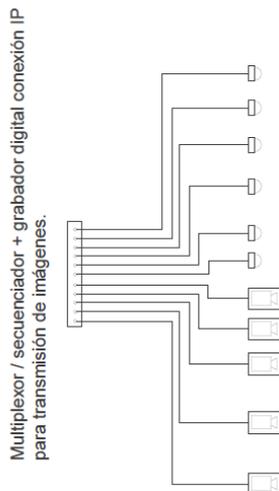
Diseño de seguridad del centro de recepción de visitantes:

En este edificio se ha llevado a cabo medidas de detección, protección activa. El edificio constará de detección de intrusión mediante detección volumétrica en locales periféricos, aperturas de puertas; control y grabación de imágenes tanto en el exterior como en el interior y, además, una gestión centralizada de las señales e imágenes

Los detectores volumétricos de pared se han colocado en las paredes de todos los locales. En algunas de las estancias hay varios, debido a las dimensiones de estas. Éstos tienen un área de detección que abarca 80°. Los detectores volumétricos de techo se encuentran colocados en la zona de exposición. En las puertas de entrada al edificio se han colocado cierres magnéticos.



Las cámaras de vigilancia exteriores cubren los posibles puntos de acceso al edificio, tanto por la calle como desde la zona arqueológica. Las cámaras interiores están ubicadas en la sala de exposición y en el vestíbulo de entrada. El sistema de vigilancia por cámaras está conectado a un monitor de pantalla y al multiplexor, que es también grabador digital.



12. Megafonía.

Objetivo.

El objetivo de su instalación consiste en reproducir una señal sonora que pueda ser escuchada en un área determinada. Dicha señal sonora puede consistir en un hilo musical, un aviso a partir de la reproducción de la voz o un sonido o mensaje grabado previamente.

Diseño de la red de megafonía.

El circuito está compuesto por unas líneas principales de distribución. Éstas parten de la caja general de distribución, situada cerca del amplificador en

planta baja, en uno de los cuartos. De esta misma sala salen las conexiones para los altavoces y el micrófono de la sala de conferencias y otro ramal para la instalación de altavoces de la sala expositiva, conectado igualmente al amplificador. Este local no tiene que tener incidencia directa del sol, que esté ventilado y exento de humedad.

Para hallar el número de altavoces, primero decidimos el tipo que vamos a utilizar, el que más nos conviene según la potencia necesaria. En este caso escogemos un modelo GAT-330, altavoz de techo con rejilla redonda y caja ABS, cuyas características se muestran en el siguiente cuadro:

CARACTERÍSTICAS	Altavoz de techo con transformador de línea 100 V, rejilla redonda y caja.
POTENCIA	3 W máximo
ALTAVOCES	3" Hi-Fi
RESPUESTA	200-16.000 Hz
IMPEDANCIA	Alta Z línea 100 V: 3.300 Ohm (3 W), 6.600 Ohm (1'5 W), 13.300 Ohm (0'75 W)
SENSIBILIDAD	84 dB a 1 W/1 m
ÁNGULO COBERTURA	130°
MATERIAL	ABS y rejilla de acero
COLOR	Marfil
MEDIDAS	120 mm Ø x 105 mm fondo
ORIFICIO	105 mm Ø
PESO	0'6 kg
	Sistema de instalación rápida



Una vez que tenemos el tipo de altavoz que queremos utilizar, así como la función (palabra) que va a tener, a posteriori hallamos el número de altavoces necesarios. Para ello miramos la siguiente tabla:

Altura del local [m]	Calidad I		Calidad II		Calidad III	
	L [m]	S [m ²]	L [m]	S [m ²]	L [m]	S [m ²]
2,5	5,5	30	3,5	12	2,5	6
3	9	81	5	25	3,5	12
3,5	12	144	7	49	5	25
4	15	225	9	81	6	42

Como podemos observar, nuestra altura es de cuatro metros y el nivel de calidad elegido es II (calidad media), con esto obtenemos que la longitud entre

altavoces será de 9 metros. También nos da un dato que es la superficie, la cual usaremos para hallar el número de elementos necesario con esta fórmula:
 $n = SL/S$, siendo SL la superficie total del local a sonorizar, y S superficie obtenida en la tabla en nuestro caso 81.

Con esto comprobamos que serán necesarios un total de 13 altavoces para nuestra zona de exposiciones y 1 para la sala de conferencias.

13. Protección frente al ruido.

Objetivo

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

Para satisfacer este objetivo, los edificios se proyectarán, construirán y mantendrán de tal forma que los elementos constructivos que conforman sus recintos tengan unas características acústicas adecuadas para reducir la transmisión del ruido aéreo, del ruido de impactos y del ruido y vibraciones de las instalaciones propias del edificio, y para limitar el ruido reverberante de los recintos.

Clasificación según los recintos.

Distinguimos tres tipos de recintos:

Recinto de instalaciones:

Recinto que contiene equipos de instalaciones colectivas del edificio, entendiéndose como tales, todo equipamiento o instalación susceptible de alterar las condiciones ambientales de dicho recinto. A efectos de este DB, el recinto del ascensor no se considera un recinto de instalaciones a menos que la maquinaria esté dentro del mismo.

Recinto habitable:

Recinto interior destinado al uso de personas cuya densidad de ocupación y tiempo de estancia exigen unas condiciones acústicas, térmicas y de reverberación en aulas y en salas de conferencias vacías, pero incluyendo el total de las butacas, cuyo volumen sea menor que 350 m³, no será mayor que 0,5 s.

Recinto de actividad:

Aquellos recintos, en los edificios de uso residencial (público y privado), hospitalario o administrativo, en los que se realiza una actividad distinta a la realizada en el resto de los recintos del edificio en el que se encuentra integrado,

siempre que el nivel medio de presión sonora estandarizado, ponderado A, del recinto sea mayor que 70 dBA. Por ejemplo, actividad comercial, de pública concurrencia, etc.

A partir de 80dBA se considera recinto ruidoso.

Valores límite de aislamiento:

Al tener un edificio de pública concurrencia, este será considerado como recinto de actividad frente al CTE DB HR.

Ruido aéreo.

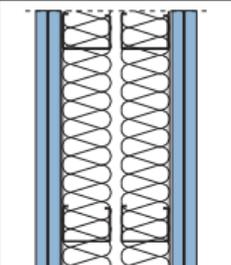
- En recintos de instalaciones y en recintos de actividad:
 - El aislamiento acústico a ruido aéreo, $D_{nT, A}$, entre un recinto protegido y un recinto de instalaciones o un recinto de actividad, colindante vertical u horizontalmente con él, no será menor que 55 dBA.
- Procedente del exterior:
 - El aislamiento acústico a ruido aéreo, $D_{2m, nT, Atr}$, entre un recinto protegido y el exterior no será menor que los valores indicados en la tabla 2.1, en función del uso del edificio y de los valores del índice de ruido día, L_d , definido en el Anexo I del Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre, de la zona donde se ubica el edificio.

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

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

Para nuestro edificio entonces debemos de cumplir los valores citados anteriormente.

En cuanto a los elementos divisorios cumpliríamos ya que tenemos $RA = 62.8 \text{ dBA} \geq 55 \text{ dBA}$

	- 2 Placas de yeso laminado 12,5 mm. - Doble estructura metálica de 48 mm a base de montantes separados a 600 mm y canales. - Estructuras sin arriostrar . - Ancho sistema de 146 mm. - Lana mineral de 40/50 mm.	Aislamiento acústico $R_w(C;Ctr)$ dB RA -dBA	Peso medio aproximado (Kg/m ²)	Aislamiento térmico R (m ² K/W)	Referencia ensayo
	$R_w=65[-5;-10]$ dB $RA= 62.8 \text{ dBA}$	44,54	$0,76+R_{AT}$	CTA/026/06AER	

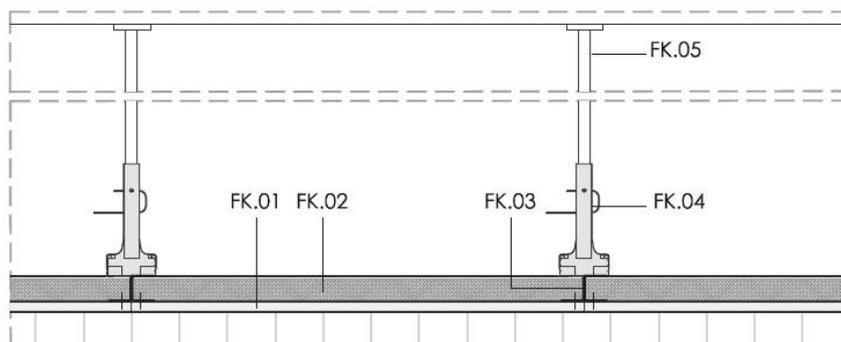
Y para el exterior contamos, en su gran mayoría, con cerramiento exterior de vidrio con marco metálico con rotura de puente térmico de 15 mm RA = 30dbA, por tanto, cumple.

Ruido por impacto.

- En los recintos habitables:
 - Protección frente al ruido generado de recintos de instalaciones o en recintos de actividad: El nivel global de presión de ruido de impactos, $L'_{nT,w}$, en un recinto habitable colindante vertical, horizontalmente o que tenga una arista horizontal común con un recinto de actividad o con un recinto de instalaciones no será mayor que 60 dB.

Aislamiento acústico.

Para dar cumplimiento al requisito de aislamiento acústico de falsos techos, hemos decidido colocar en todos los falsos techos interiores del proyecto un falso techo acústico Knauff caracterizado por incorporar un panel de 4cms de espesor de lana de roca en su cara inferior a modo de aislamiento acústico.



- FK.01. Doble capa de yeso laminado Knauff
- FK.02. Aislamiento acústico de 4cms de espesor.
- FK.03. Perfil U 30/30 de chapa de acero galvanizado de sistema "KNAUFF" de 0.55 mm de espesor.
- FK.04. Sistema de fijación de cuelgue combinado.
- FK.05. Varilla de cuelgue.