

centro
sociocultural. taller1PFC
eva p erez valiente

índice

1 introducción.5

2 arquitectura-lugar.6

2.1 análisis del territorio.7

2.2 idea, medio e implantación.8

2.3 el entorno. construcción de la cota 0.10

3 arquitectura-forma y función.11

3.1 programa, usos y organización funcional.12

3.2 organización espacial, formas y volúmenes.15

4 arquitectura-construcción.17

4.1 materialidad.18

4.2 estructura.21

4.3 esquema general de instalaciones.25

4.4 electricidad, iluminación y teleco.26

4.5 climatización y renovación de aire.30

4.6 saneamiento y fontanería.34

4.7 protección contra incendios.40

4.8 accesibilidad.47

5 anexos.48

5.1 cálculo de estructuras.49

1 introducción

Desde el comienzo del ejercicio se plantea un volumen nítido y unitario, con la pretensión de conseguir que en una única pieza volumétrica se desarrolle todo el programa funcional. La parcela en la que se ubica ayuda a entender el concepto formal del edificio. Se ubica en el extremo norte del barrio El Cabañal, de la ciudad de Valencia, una zona de poco interés en cuanto a vistas se refiere, pues está limitado por dos grandes viales (la avenida de los naranjos por el norte, y la calle de Luís Peixó por el oeste) que poco atractivo tienen.

Los diferentes espacios se relacionan entre sí a través de una "calle" que recorre todo el edificio longitudinalmente, y que funciona como elemento de unión entre las diferentes áreas. Este elemento es el que va a organizar y distribuir espacialmente todo el programa, y donde se ubican los elementos de comunicación verticales. Otros arquitectos han hecho uso de este concepto, como Kazuyo Sejima en la residencia de Mujeres en Japón, donde establece un espacio central a doble altura para los espacios comunes del programa y las habitaciones en las alas laterales del edificio. También Jean Nouvel en la sede social CLM/BBDO hace uso de un gran espacio a tres niveles que utiliza para articular todas las dependencias de trabajo.

La utilización del vidrio en la mayoría de los paramentos verticales, tanto interiores como exteriores, y la iluminación directa que inunda todo el edificio gracias a los cuatro patios interiores y a los lucernarios del espacio central, dotan de dinamismo y amplitud al edificio. El interior es limpio, blanco, puro, con mucha luz y transparencia. El exterior presenta un aspecto más duro por la utilización del metal en la mayoría de los paramentos, y del vidrio en casi la totalidad de la fachada norte del edificio.



Infografía del interior del edificio. Elemento de calle.



Jean Nouvel.
Sede social CLM/BBDO. Francia.



Kazuyo Sejima.
Residencia de mujeres. Japón.



2arquitectura-lugar

2.1 análisis del territorio.7

2.2 idea, medio e implantación.8

2.3 el entorno. construcción de la cota 0.10

2.1 análisis del territorio

Introducción

El barrio El Cabañal, nació como barrio mariner al este de la ciudad de Valencia. Se organiza en un tejido filoso de calles paralelas al mar, en dirección norte-sur, de parcelación menuda y viales estrechos, que se distingue a unos 3 kilómetros del casco antiguo de la ciudad y construido en un meandro del río Turia.

Es este un esquema habitual en el litoral valenciano, donde las ciudades que tienen su núcleo principal prudentemente alejado de un mar inseguro, fundan una plaza fuerte alrededor del grao en la desembocadura del río, para mantener la actividad del comercio marítimo. A medida que disminuye la inseguridad en las inmediaciones del grao se va asentando una población dedicada mayormente a la pesca que, en el caso de Valencia, se alojan en barracas situadas al norte, tipología por excelencia del barrio.

Análisis

La tipología edificatoria por excelencia del barrio es la barraca, pero es a partir de 1875 cuando se impide por norma municipal la reconstrucción de las mismas debido al peligro de incendios que entraña su techumbre de paja, y obliga a su paulatina reconstrucción por casas. La evolución hacia la casa se produce respetando la estructura urbana de la época de las barracas, y aparecen diferentes anchos de parcela atendiendo al espacio medianero de la "escalá". También se mantiene la relación directa con la calle que tenían las barracas, pues la mayoría de las casas son unifamiliares o no tienen elementos comunes tales como zaguán o escalera de vecinos, porque a la planta baja se entra desde la calle y a las superiores por las escaleras particulares. El resultado es un conjunto ordenado, cuyas fachadas reinterpretan de manera popular los estilos cultos de las épocas en que se construyeron: modernismo, eclecticismo, y a partir de 1930, el racionalismo. Las fachadas además de enlucido, se construyen en ladrillo visto de buena factura, y sobretodo fachadas revestidas de azulejos cerámicos al gusto de cada época y cada propietario.

En 1897 el municipio se anexiona a Valencia, y tenía totalmente consolidada su estructura urbana, heredera de la parcelación y las alineaciones de las antiguas barracas. Desde 1950 algunas de estas casas, fueron derribadas y sustituidas por bloques en altura que desdibujan el paisaje del barrio. Pero realmente no han podido con la potencia de la estructura urbana ni con el predominio de casas bajas directamente relacionadas con las calles.



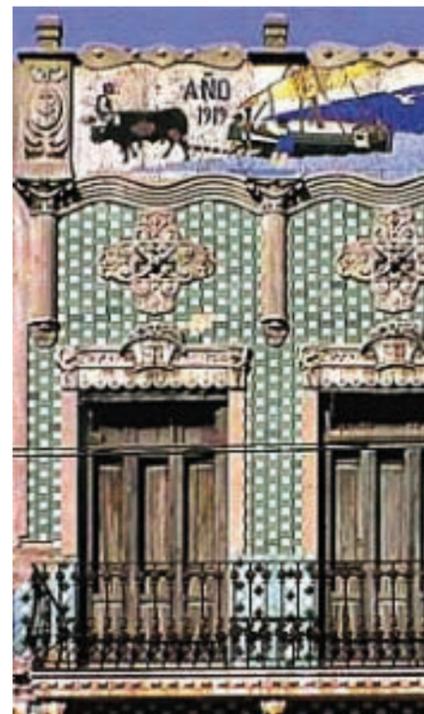
Plano dels Pobllats Maritims 1945



Antigua barraca del Cabanyal



Actualidad en el Cabanyal

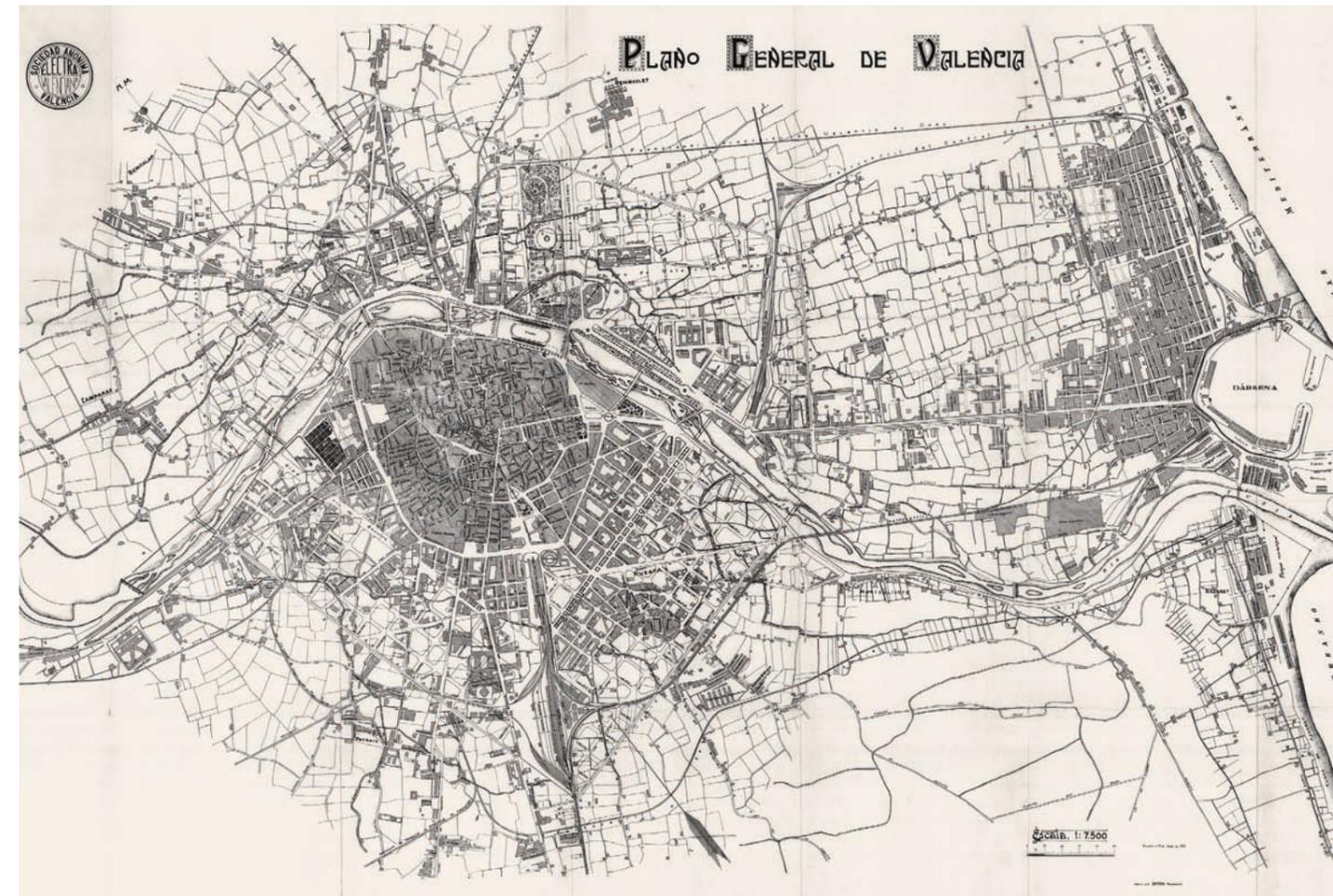


Fachada característica del barrio

Conclusiones

Se trata de un conjunto urbano muy saludable, cuyas casas organizadas con la métrica de la "escalá" se encuentran bien soleadas y ventiladas, y donde las calles, poco jerarquizadas y, en general, con un tráfico vecinal muy escaso y pacificado, encuentran su límite y su definición en el protagonismo que cada fachada de cada casa pretende para conseguir el marco adecuado a las relaciones sociales que se desarrollan en ellas.

Hacia mediados del siglo XX empezaron a construirse edificios en altura, pero esto no ha desvirtualizado el sistema ni la organización, tanto urbanística como social del barrio, que siempre se ha mantenido fuertemente gracias a las antiguas barracas todavía existentes y a la vida social que se mantiene en las plazas y las calles del barrio.



2.2 idea, medio e implantación

Análisis

El emplazamiento se localiza en el límite norte del barrio El Cabañal, formando esquina con la avenida de los naranjos por el norte, y la calle de Luis Peixó por el oeste. Estas dos grandes avenidas suelen tener bastante tráfico rodado, factor importante que se tendrá en cuenta a la hora de organizar todos los elementos en la parcela (el aparcamiento exterior, las zonas verdes, plazas y el propio edificio).

Teniendo en cuenta que la parcela era antiguamente zona de huerta y que delimita físicamente el barrio, la tipología edificatoria colindante no es la típica del Cabanyal (formada por barracas de una, dos y tres alturas) sino que nos encontramos con una variedad en altura y edificación, producto de la evolución a lo largo del tiempo.

El paisaje no es muy atractivo en ninguna de sus cuatro vistas, y es por este motivo por el que el edificio va a tener un carácter más introvertido, aunque siempre atendiendo a las consideraciones del lugar, como las orientaciones y el soleamiento. Se ubica colmatando la parcela, en el límite norte y central, de manera que se conforma una gran plaza abierta y previa al acceso principal, donde se establecerán las relaciones sociales tan comunes en el barrio. Asimismo, se establece un colchón tanto visual como acústico a las dos grandes vías.

En la misma parcela hay una zona destinada a parque infantil, que dado el aspecto actual y sus características se rediseñará con el mismo fin pero dotándolo de un aire más moderno y actual. Justo pegado a él se encuentra una parcela destinada a huerta, que se eliminará por completo, al igual que el único edificio construido, que no se tendrá en cuenta a la hora de la organización en parcela del Centro Socio Cultural.

Puesto que no existe una orientación con vistas más favorables que otras y como no existe una trama urbana cercana y a tener en consideración que limite de alguna forma, hay bastante libertad a la hora de orientar el edificio. La que considero que puede ir acorde al programa que se exige es la norte-sur. La orientación este y sobre todo la oeste son poco deseables, y por lo tanto se intentará evitar en la medida de lo posible.

En cuanto a la vegetación existente del lugar, los viales de la trama del Cabanyal son bastante estrechos y son pocos los que tienen algún tipo de vegetación. Acercándonos a la playa, si se observan palmeras y plátanos, y se utilizarán con el fin de acercarnos más al lugar.



Panorámicas del contexto



Esquema de los ejes dominantes de la parcela



Evolución histórica de la tipología edificatoria. Cambio de alturas.



Idea a partir del análisis

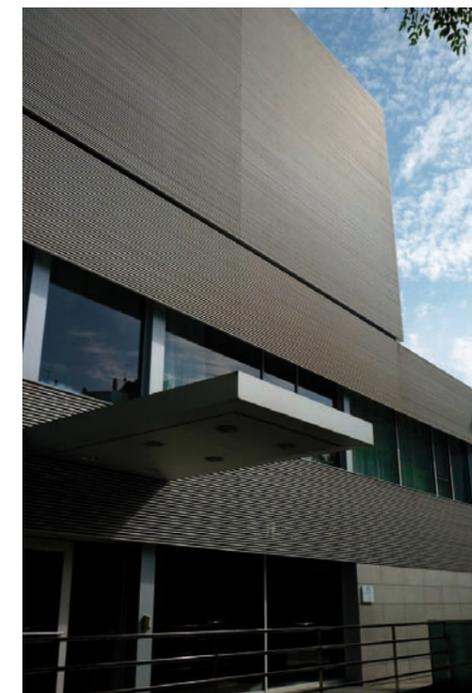
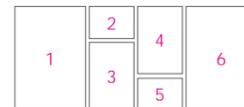
La propuesta parte desde una idea de proyecto intrínsecamente ligada a lo espacial y funcional: una gran calle vertebradora de todos los usos, que cruza longitudinalmente por el área central. Se trata de un espacio con un tratamiento espacial dinámico, debido a su carácter circulatorio, pero a su vez sirve para coser todos los usos, posibilitando un mestizaje entre ellos, abriéndolos al diálogo. Se usan por tantos distintos mecanismos arquitectónicos para conseguir tales efectos, pudiendo enumerar la gran cantidad de patios y zonas acristaladas, que consiguen numerosas vistas cruzadas, jugando siempre con la privacidad que el reflejo múltiple produce. Recurriendo a proyectos similares de los que se ha bebido para el diseño y organización del proyecto, el edificio West Vancouver Community Centre de HCMA ^{1 y superior}, es el referente a seguir: una calle abierta, permeable, dinámica, donde a un lado y otro van apareciendo personajes, vida y relaciones, toda ella iluminada por los diferentes mecanismos que se utilizan en la cubierta.

La idea es sencilla: diseñar un edificio cuya volumetría sea clara y rotunda, organizando el programa que se exige en función de las orientaciones y el soleamiento adecuado, y atendiendo al parque preexistente. La primera intención ha sido unir este elemento verde con el edificio, de ahí que naciera la "calle" como elección en el diseño arquitectónico.

El edificio se ubica en la parte central y más cerca del límite norte de la parcela. Las alineaciones no son ortogonales entre sí, y se atiende a la alineación predominante del Cabañal, que es la que discurre de este a oeste.

Se ha nombrado en la introducción un par de referentes claros que se han tenido en cuenta a la hora de buscar un sentido espacial en el proyecto: la residencia de Mujeres en Japón de Kazuyo Sejima ^{2 y 5}, y el proyecto de Jean Nouvel para la sede social CLM/BBDO en Francia ⁴. En el primer proyecto, es clarísimo el sistema espacial: un gran volumen central donde la vida común y de relación de las mujeres residentes tiene lugar, y a ambos lados, los espacios privados e íntimos (las habitaciones individuales). En el proyecto de Nouvel, el sistema es parecido, pero al tratarse de una sede que más tiene que ver con oficinas, el espacio central no es tanto un lugar de relación sino donde se expande el espacio para dar amplitud y aire al espacio de trabajo. También tiene proyectos similares que parten con el mismo sistema, como el Hotel Balneario Les Thermes en Francia ³.

Otros proyecto que han despertado curiosidad en cuanto a materia y forma, es la Clínica de fertilidad en Valencia ⁶ de Dolores Alonso y Javier García Solera, donde se consigue un volumen nítido, que es lo que se pretende, envolviendo el conjunto de la edificación con una trama de aluminio a modo de filtro que matiza la relación física con el exterior, y que además proporciona protección tanto visual como de soleamiento.



2.3 el entorno. construcción de la cota 0

Idea del espacio exterior

El primer planteamiento a la hora de reorganizar y diseñar el espacio urbano, es relacionar el parque existente con el edificio. De ahí surge la necesidad de organizar todo el programa en base a un elemento que llamamos calle, y que recorre todo el edificio en su dirección más larga, tanto en planta baja como en la planta primera. Todo este elemento está comunicado verticalmente también, pues las escaleras de uso principales se colocan en la calle. Todo el espacio fluye, y tiene una dirección contundente.

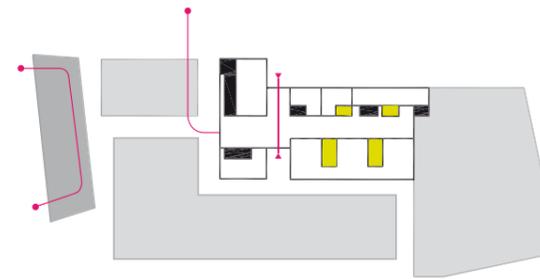
El parque existente se elimina por completo, y se rediseña atendiendo a conceptos más contemporáneos, homogeneizando todo el espacio libre que queda en la parcela. Se cuenta con una superficie total de aproximadamente 25.000 m², de los cuales se construyen 5.000 m². La ubicación de una zona de aparcamiento en la superficie exterior, que se localiza en el extremo oeste de la parcela, y el parque preexistente en la zona este son los únicos elementos que se tienen en cuenta para la ubicación del edificio. A esto se añade que las vistas no son especialmente atractivas en ninguna de sus orientaciones. Por este motivo se ubica el edificio colmatando la parcela, en el límite norte y central, de manera que se conforma una gran plaza previa al acceso principal y que se expande hasta la zona oeste, una gran zona verde que constituye el parque existente, y una pequeña zona verde al norte con intención de formar un colchón vegetal que evite el ruido del tráfico rodado.

Es importante la transición de la zona verde o parque, y la plaza dura, para que todo el diseño exterior se entienda de forma unitaria y homogénea, y al mismo tiempo teniendo en cuenta el edificio. Esta transición se entiende en algunos ejemplos de plazas existentes que se han estudiado, como la plaza Deichmann en Israel, del estudio de arquitectura Chyunin Architects, y la plaza Victor J.Cuesta de Duran&Hermida. En el primer caso, se hace un juego de bandas horizontales de distintos materiales tapizantes, de pavimento duro y de mobiliario urbano. En el segundo, el juego es más de píxeles que de bandas, pero el sentido es el mismo.

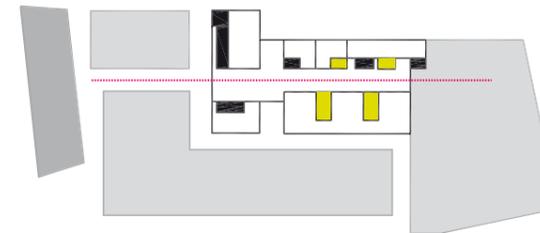
Relaciones que se establecen

Debido a los usos del edificio y su implantación, la relación interior-exterior se consigue a partir de una relación visual a través de grandes acristalamientos. Todo el edificio es prácticamente de vidrio, tanto en su interior como en el cerramiento exterior. En la planta baja, que es la planta inmediata que tiene más relación con el entorno, se organiza el programa más susceptible de tener relación con el exterior, como la cafetería-restaurante, el museo o la sala polivalente. En la fachada sur, un gran muro acristalado con protección mediante lamas de aluminio horizontales, dota al museo de vistas a la gran plaza, y la cafetería (sin lamas pero con un voladizo) se abre al espacio público. Un muro cortina importante es el cerramiento de la fachada norte, que da lugar a la zona de la biblioteca, las aulas-taller, la tienda y la oficina, zonas que requieren de luz no directa.

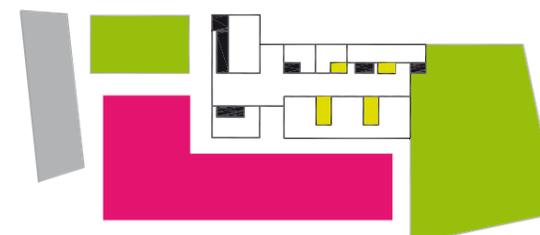
Se ha buscado al mismo tiempo una arquitectura sin grandes alardes, donde prima la claridad y limpieza en su construcción y funcionamiento, con una geometría nítida y rotunda, un volumen que se integra en el lugar y que dialoga con él, que lo hace partícipe de su vida interior.



Esquema de acceso peatonal y rodado



Esquema del elemento principal de calle. Eje predominante.



Esquema de verdes, aparcamiento y plaza.



Plaza Deichmann de Chyunin Architects



Plaza Victor J.Cuesta de Duran&Hermida

3arquitectura-forma y función

3.1 programa, usos y organización funcional.12

3.2 organización espacial, formas y volúmenes.15

3.1 programa, usos y organización funcional

Programa

¿Cómo se han fijado las prioridades?

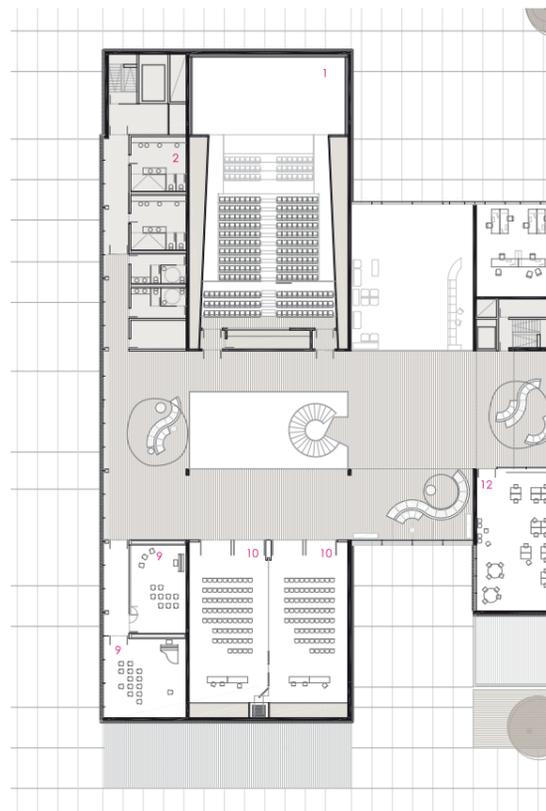
Un estudio pausado del programa ha permitido crear unos espacios donde llevar a cabo todas las necesidades, destacando la importancia de evitar el cruce de actividades incompatibles. Gracias a la ayuda vertebradora de proyecto como es la "calle" se han podido hibridar funciones y conseguir que los usos sean más flexibles y dinámicos. En el siguiente apartado se procederá a enumerar y comentar como se ha trabajado el programa desde un punto de vista funcional y arquitectónico.

Usos

Ala oeste



Ala oeste. Planta baja



Ala oeste. Planta primera

En el ala oeste se localizan los siguientes usos:

- Sala polivalente principal (planta baja y primera) con sus correspondientes zonas de camerinos y almacenaje.
- Cafetería (planta baja)
- Salas polivalentes secundarias y aulas de ensayo (planta primera)

Vamos a analizar porminorizadamente la funcionalidad y flexibilidad mediante el modelo propuesto:

Sala Polivalente

La sala polivalente y la cafetería son dos espacios se ligan mediante el elemento de calle, lo que posibilita un dialogo entre ellos en el interior. Es decir, tenemos la posibilidad de relacionarlos. La sala polivalente, además de sus uso de teatro, y en consonancia con su verdadero nombre, tiene la posibilidad de metamorfosearse y convertirse en salón de fiestas o bailes. De este modo conseguiríamos una unión funcional compatible entre los dos usos. Además, cuando la sala funciona como teatro o auditorio, la cafetería puede servir para ofrecer un tentempié a los asistentes, anterior o posterior a la función.

La sala polivalente tiene dos entradas, en planta baja para acceder a las primeras filas de asientos y para el acceso a personas con problemas de accesibilidad. El acceso por la planta superior será usado por los espectadores de la últimas filas. La polivalencia se dota mediante un sistema de suelos móviles que esconden las butacas. El mecanismo de cambio es automático y ofrece múltiples configuraciones. El panel de control se situará en la cabina de proyecciones, donde también se ubicarán todos los cuadros para el uso adecuado de la sala y también dispondrá de comunicación con techos y cabeza de escena.

Los accesos están situados contiguos al hall de entrada y señalizados espacialmente por espacios de distintas alturas, al igual que por un techo transparente tamizado con un regular despiece de un elemento de celosía. Se añade una entrada/salida opcional en la fachada oeste, susceptible de ser usada como entrada para actores y profesionales, diferenciada de la entrada para público general.

Los vestuarios también tienen conexión con el almacenaje y el sótano, además de con la cabeza de escena, mediante una caja de escalera protegida.

Cafetería

Los puntos más importantes tenidos en cuenta a la hora de proyectar el espacio para la cafetería, además de lo expuesto en el punto anterior, han sido la cercanía con el punto de acceso principal y su posibilidad de comunicarse completamente con el exterior a la gran plaza a la que se abre el edificio, haciendo posible un uso de terraza organizado y acorde con el buen funcionamiento del edificio y su imagen geométrica.

Se organizarán distintos espacios dentro de ella, y se dotará de mobiliario de fácil manejo, para facilitar la multiplicidad de configuraciones que podrá tener. También se ha dispuesto un núcleo de aseo

independiente para que pueda funcionar en horas distintas a la de apertura del centro.

Salas polivalentes secundarias y de ensayo

Las salas polivalentes secundarias, y también las de ensayo, sirven para complementar a la sala principal. Es por tanto necesidad principal la cercanía entre sí. Estos dos usos son independientes entre sí, de ahí sus diferenciados accesos. En cambio, las salas polivalentes admiten una doble configuración: dos aulas independientes o una doble. El paramento "flexible" quedará recogido en un nicho proyectado para quedar oculto y limitar su molestia al uso pertinente de las salas.

Ala sureste



Ala sureste. Planta baja. Planta primera

En el ala sur-este se localizan los siguientes usos:

- Sala de exposiciones (planta baja)
- Aulas de estudio (planta primera)

Vamos a analizar porminorizadamente la funcionalidad y flexibilidad mediante el modelo propuesto:

Sala de exposiciones

La sala de exposiciones se entiende como un gran espacio vacío, con dos llenos, los patios. En ella se articulan unos paramentos que se desvinculan de la estructura, para hacer más flexible el espacio y dotar de escala al espacio diáfano al que nos enfrentamos.

Los patios son susceptibles de poder crear otro ámbito distinto en la exposición, ya sea cualificando los distintos espacios generados por los paramentos secundarios, o bien por su uso directo como zona de exposiciones al exterior.

También se ha tenido muy en cuenta su relación con la calle y se ha jugado con un ritmo de transparencia y opacidad que los vincula completamente. No se ha querido que esta zona tuviese un contacto directo con la calle por temas de funcionamiento.

Su relación con el exterior, aunque velada, es completa e intensa. De este modo se incita a los ciudadanos que recorren por la plaza a que participen de ella.

Aulas de estudio

Las aulas de estudio se configuran también en torno a los patios, aunque en este caso pierden su carácter másico y se vuelven vacío. Ordenándolas para un buen funcionamiento, la aulas teóricas se disponen en el ala este, de modo que el sol venga por la izquierda del alumnado, y se proyectan una aulas más flexibles, en la orientación oeste.

El grupo de dos aulas, es susceptible de comunicarse, aunque por aprovechamiento y funcionalidad, no se podrán unir en un sólo espacio.

Ala nordeste



Ala nordeste. Planta baja. Planta primera

En el ala nordeste se localizan los siguientes usos:

- Biblioteca (planta baja y primera)
- Zona de niños (planta baja)
- Tienda (planta baja)
- Punto de control y recepción (planta baja)
- Despachos de administración (planta primera)

Vamos a analizar porminorizadamente la funcionalidad y flexibilidad mediante el modelo propuesto:

Biblioteca y zona de niños.

La biblioteca ocupa la mitad del ala en planta baja y primera, uniéndose en su punto central mediante una doble altura, que articula los diferentes subespacios de los que se compone la biblioteca.

Se trata de un espacio moderno, fluido, contemporáneo, en el que es el mobiliario (apoyado claramente en la arquitectura) el que define el espacio. Se definen por tanto zonas de estudio, puntos de lectura y consulta en la planta baja, y zonas de estudio-taller en la planta primera, que a su vez tiene relación y comunicación con las aulas teóricas del ala sur en planta primera. La zona infantil está a su vez relacionada con la biblioteca, y desvinculada al mismo tiempo por la ubicación de un patio cuyo uso por los niños es factible.

Tienda

Se localiza al entrar en el edificio y se abre a la calle. La intención es que la gente acceda a las distintas estancias a partir de ésta, para crear movimientos, recorridos y vida en ella. La tienda también participa de esta premisa inicial.

Punto de control y recepción

La recepción se visualiza nada más entrar al edificio por los dos accesos principales. El punto de control tiene su acceso desde la recepción, pues funcionalmente es la mejor ubicación.

Despachos de administración

Se organizan de forma diáfana en la primera planta, con mobiliario adecuado e iluminados por el norte, luz perfecta para estos espacios. Aparecen una serie de dependencias más cerradas, un despacho principal, una sala de reuniones y la zona de espera. Dispone también de unos aseos. Se ubican en planta primera y próximo al acceso del edificio porque se ha dado prioridad a que en la planta baja se disponga el programa de uso más público y relacionado con el espacio exterior.

Organización funcional

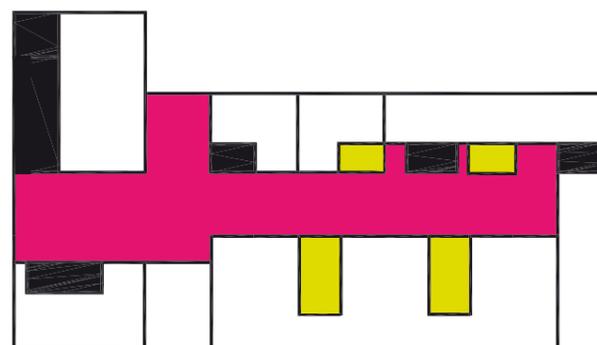
Comunicaciones y recorridos

Desde el hall principal de acceso se inicia la calle generadora del proyecto que relaciona todos los espacios tanto en horizontal como en vertical. Las comunicaciones en horizontal y los recorridos parten de dicho elemento, cuyo espacio es amplio, limpio e iluminado.

Espacios servidores y servidos

En el esquema se representan de negro los elementos servidores, en blanco los elementos servidos. También se han destacado los patios (en color amarillo) ya que de algún modo son espacios que articulan el proyecto, además del elemento principal de la composición del edificio, la calle.

En el se puede apreciar como los elementos servidores se proyectan de manera exenta para dar más fluidez a la planta.

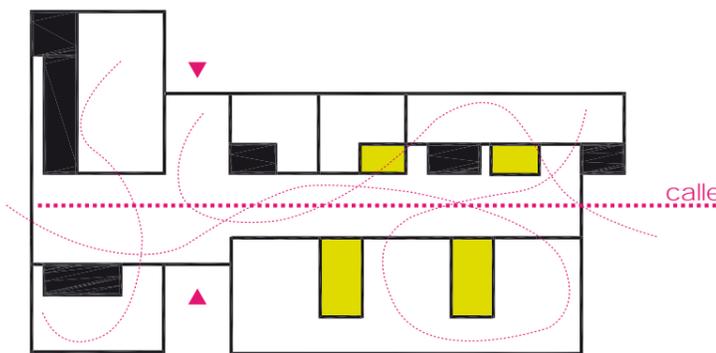


Sistema de accesos y circulaciones

El acceso se realiza en un punto de inflexión del edificio, que separa dos ámbitos susceptibles de ser utilizados en horarios diferentes. Por un lado, la cafetería junto a la sala polivalente, que tienen un funcionamiento similar en cuanto a tiempo y espacio se refiere. La sala polivalente tiene un mecanismo de cierre en las puertas de acceso que permiten la abertura total de la misma, y la completa comunicación con el hall principal y con la cafetería.

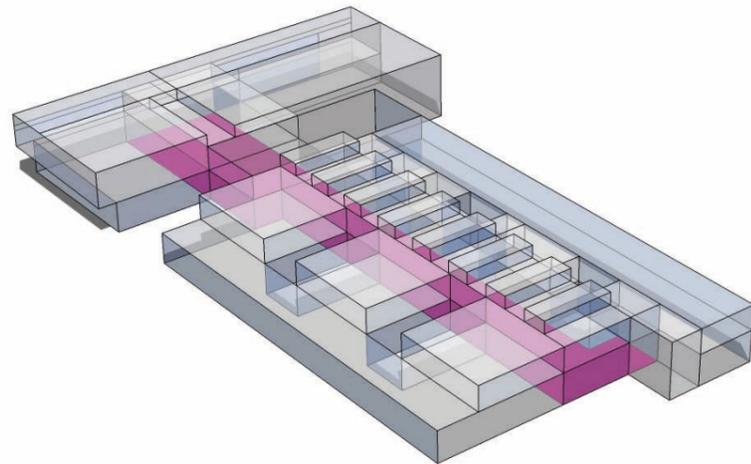
Al otro lado del acceso, el resto del programa de un uso docente: la biblioteca, el museo y las aulas-taller. También se ubica la administración, que si tiene un uso continuado, pero al estar próximo al acceso no se distorsiona el esquema.

La calle constituye el eje a partir del cual multitud de recorridos posibles se dan en planta, porque todo está abierto, relacionado tanto visual como espacialmente. Al final, todos los espacios confluyen y se relacionan entre sí.



3.2 organización espacial, formas y volúmenes

Geometría



La propuesta geométrica parte desde una idea de proyecto intrínsecamente ligada a lo espacial y funcional: una gran calle vertebradora de todos los usos, que cruza longitudinalmente por el área central. Se trata de un espacio con un tratamiento espacial dinámico, debido a su carácter circulatorio, pero a su vez sirve para coser todos los usos, posibilitando un mestizaje entre ellos, abriéndolos al diálogo. Se usan por tantos distintos mecanismos arquitectónicos para conseguir tales efectos, pudiendo enumerar la gran cantidad de patios y zonas acristaladas, que consiguen numerosas vistas cruzadas, jugando siempre con la privacidad que el reflejo múltiple produce.

Los recorridos, tal y como se ha explicado en el punto anterior son múltiples, son libres. A pesar de ello, y sin caer en la paradoja, los espacios quedan ordenados. Sus usos son compatibles y quedan bien integrados gracias al uso de la geometría y de las herramientas proyectuales usadas en el diseño del centro.

Arriba. Esquema 3D señalizando la importancia del elemento calle.

La calle tiene un proyección similar en la planta superior, pero con la diferencia en zonas donde se rompe su continuidad para generar espacios de conexión vertical. De este modo la calle se vuelve doble, continua visualmente. Los elementos de comunicación no rompen ese flujo y están dispuestos de modo que los recorridos sean dulces y continuados,

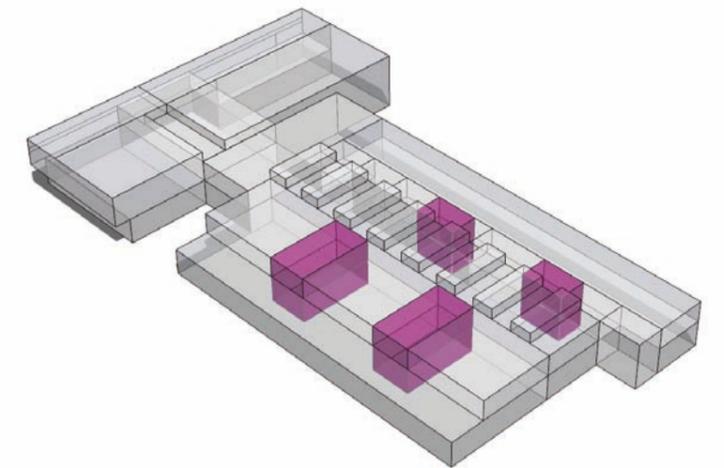
Se puede concluir por tanto, que a pesar de que la calle nace como una idea de proyecto posible, pero aleatoria, ha generado un flujo de trabajo que ha ayudado a realizar un proyecto claro y rotundo. Todos los espacios se han proyectado vinculados intrínsecamente a esa idea. Sin la calle el proyecto carece de sentido y pierde su identidad.

Estructura, ritmos

A través de una modulación estudiada se busca conseguir una sencillez estructural y constructiva, además de buscar la claridad de la idea anteriormente explicada. Se usa una modulación de 7x8m en las zonas de uso, y se amplía a 12x8m en la calle. Además, y debido a la diferenciación espacial y su complejidad funcional, la sala polivalente principal tendrá una estructura especial diseñada para salvar su gran luz.

El ritmo por tanto queda claro en su estructura. Sus notas quedan visibles por el uso extensivo de paños transparentes. Y la síncopa la producen los vacíos, un ente material que en el diseño global de este edificio toma el papel de elemento con masa, de lleno.

En la ilustración lateral se expresan esas puntos de discontinuidad que ordenan el espacio, los vacíos, los patios que inyectan de luz todos los espacios interiores.



En la continuidad de la calle en la planta superior también se añade un ritmo gracias al uso de los lucernarios. Se producen discontinuidades verticales que expanden y contraen el espacio. Además la luz rasgada que penetra desde la opacidad transparente del lucernario, contribuye en la intensificación de este efecto.

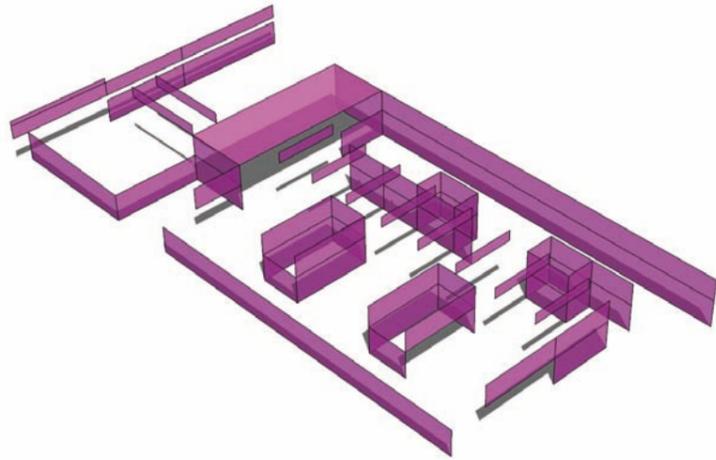
Se sigue por tanto trabajando en la priorización y caracterización de este espacio con vertebrador del proyecto, como elemento de charnela y de unión de todos los demás.

Más abajo se puede contemplar la sección longitudinal por la calle, donde se ve el efecto que producen la discontinuidad de los lucernarios y las zonas de distintas alturas en las conexiones verticales.



La iluminación y la orientación

Opaco vs. transparente



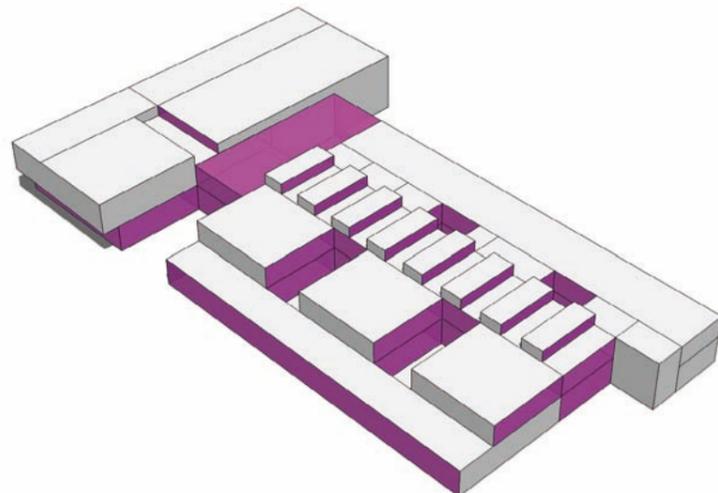
Serán dos de los aspectos más importantes a tener en cuenta, sobre todo debido al gran uso de huecos al exterior y de la abundante transparencia interior.

La imagen superior presenta de forma esquemática y abstracta el uso de paños transparentes en el proyecto. Se puede ver la importancia que tiene su uso en la obra a modo configurador, ya que se puede leer en el prácticamente toda la configuración espacial que lo define.

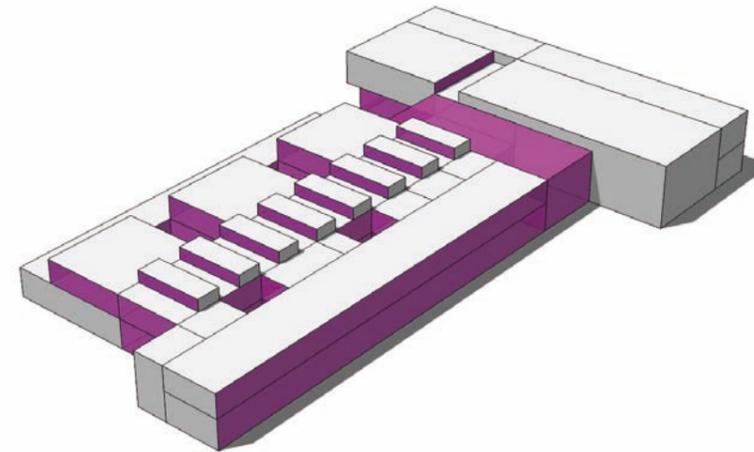
La iluminación por tanto ha de estar muy controlada:

- En las aulas se buscará que los alumnos puedan recibir la luz por la izquierda, a ser posible, no obstante el mobiliario permitirá en cualquier momento todo tipo de organizaciones.
- En las salas de exposiciones se crea un velo que impida la entrada de luz directa.
- Para el restaurante, la protección se reduce y se posibilita la apertura completa de los paños con el fin de conectar con el espacio exterior.

Abajo. Maqueta 3D vidrio/opaco. Fachas sur y este.



- La biblioteca, los despachos de administración, la zona de niños se busca la mejor iluminación posible, por lo que se orientan al norte, de modo que la iluminación será tenue pero continua durante todo el día. Se abren con un gran muro cortina, donde gracias a su orientación, no hace falta el uso de elementos de control solar.
- Las salas polivalentes buscan la oscuridad y un control total de la iluminación. Se proyectarán elementos de oscurecimiento total para posibilitar el uso de medios audiovisuales.



Arriba. Maqueta 3D vidrio/opaco. Fachas norte y este. Aquí se puede apreciar la fortaleza compositiva de la fachada norte, donde el muro cortina cobra total protagonismo.

Control solar

Los medios usados de control solar están basados en lamas fijas diseñadas específicamente según la orientación, optimizando la protección solar con la limitación de vistas. Se trata de lamas de aluminio que ofrecen un diálogo con los distintos materiales del proyecto, ya que la piel exterior está también diseñada en elementos de perfiles en aluminio. La consonancia con los paños de hormigón también resulta muy atractiva.

Como ejemplo (abajo), se puede apreciar la veladura que se diseña para la zona expositora y la protección que tienen los patios según la orientación del hueco.



4arquitectura-construcción

- 4.1materialidad.18
- 4.2estructura.21
- 4.3esquema general de instalaciones.25
- 4.4electricidad, iluminación y teleco.26
- 4.5climatización y renovación de aire.30
- 4.6saneamiento y fontanería.34
- 4.7protección contra incendios.40
- 4.8accesibilidad.47

4.1 materialidad

Materialidad exterior

Paramentos verticales

El objetivo básico es ubicar el nuevo edificio en el límite de la trama urbana del Cabanyal de manera que se produzca un diálogo adecuado con el entorno y atendiendo a las orientaciones y a las vistas, tanto del interior hacia el exterior como viceversa.

Toda la edificación colindante es residencial, y la arquitectura no es especialmente atractiva. Es por este motivo por lo que se va a dar una materialidad singular y especial al edificio, intentando hacer que el lugar cobre interés entre los residentes del barrio.

Prácticamente el edificio está totalmente abierto. Dependiendo de las orientaciones, las fachadas se protegerán con los mecanismos adecuados.

Lamas de aluminio

La mayoría de los paramentos verticales exteriores, tanto los que están abiertos como los que no, se construyen mediante el mecanismo que se utiliza en este proyecto. Se consigue de esta forma la protección conveniente en cuanto a vistas y soleamiento, al mismo tiempo de obtener una imagen unitaria del proyecto, que es la intención principal. Se envuelve el conjunto de la edificación con una trama de aluminio a modo de filtro que matiza la relación física con el exterior. En las fachadas oeste y este la trama es vertical, mientras que en la fachada sur se convierte en horizontal.

Clinica de fertilidad, Valencia. Dolores Alonso, Javier Garcia-Solera.



Lamas de madera

Se utilizan también como protección únicamente en los patios interiores del ala sur del edificio. Se protegen todas las orientaciones: para la sur, cuya fachada da al elemento calle del edificio, las lamas se colocan en horizontal; para la fachada este y oeste cuyos paramentos verticales abren a las aulas-taller de la planta primera, en vertical.

El cambio del material en los patios es una decisión que se toma con la intención de crear un am-

biente más confortante en el interior del edificio, y en concreto en el interior de las estancias a las que da. También se utiliza para que no sea demasiado cargante y monótono el que todo éste se envuelva con el mismo material, el aluminio, cuyo aspecto es más frío.

Muros de hormigón blanco

Se utilizan muros de hormigón armado de 30 cm de espesor revestidos con un aplacado de piezas prefabricadas de hormigón rugoso blanco, colocadas en vertical, en los paramentos próximos a los accesos. La intención es conseguir un ritmo en fachada, una variación. De esta manera se marca también los accesos.

Iglesia parroquial en Pontferrada, Madrid. Vicens y Ramos.



Muro cortina vidrio

En la fachada norte, se utiliza un muro cortina exterior tintado y pulido, con acristalamiento de doble vidrio y carpintería de acero. La distancia entre los montantes de sujeción varía con intención de jugar con la composición en fachada, así como las opacidades del vidrio. De esta manera se establece un juego visual bastante atractivo desde el exterior.

Museo en Denver, Adjaye Associates



Pavimentos

Es importante la transición de la zona verde o parque, y la plaza dura, para que todo el diseño exterior se entienda de forma unitaria y homogénea, y al mismo tiempo teniendo en cuenta el edificio. Esta transición se entiende en algunos ejemplos de plazas existentes que se han estudiado, como la plaza Deichmann en Israel, del estudio de arquitectura Chyunin Architects, y la plaza Víctor J. Cuesta de Duran&Hermida. En el primer caso, se hace un juego de bandas horizontales de distintos materiales tapizantes, de pavimento duro y de mobiliario urbano. En el segundo, el juego es más de píxeles que de bandas, pero el sentido es el mismo.



Otros ejemplos donde se observa el juego de pavimentos es la plaza de Puigcerdà, del arquitecto Pepe Gascón, y la plaza en Tel del estudio Mayslits Kassif Architects.



Materialidad interior

Paramentos verticales

Tabiques separadores

Se realizan mediante tabiques autoportantes formados por una estructura de perfiles (montantes y canales) de acero galvanizado sobre los que se atornillan una o dos placas de yeso laminado Pladur a ambos lados según el caso. En el hueco formado por las perfilarias se incorpora lana de roca como material aislante.

Para los paramentos del elemento calle el revestimiento va a ser pladur blanco, pues se pretende dar una imagen limpia e iluminada.



Vidrio

Acristalamiento con cámara en carpintería de acero, como cerramiento de las estancias interiores como las aulas-taller, la biblioteca, zona infantil, la tienda y la sala de exposiciones.

Zonas húmedas

En las estancias o zonas húmedas, se utiliza un gres porcelánico que reinterpreta la estética de la cuarcita de la firma italiana Floor Gres, y que requieren una baja mantención. La casa presenta diferentes acabados y colores, muy versátil.

Pavimentos



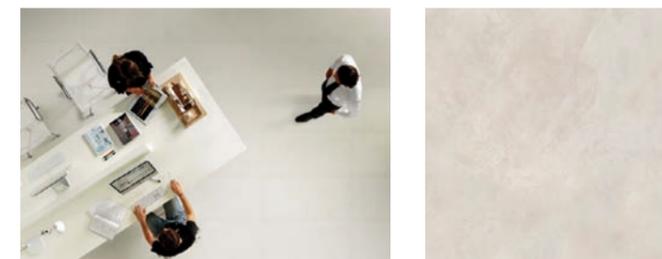
Aparcamiento

En el aparcamiento, se utiliza como acabado una capa de resina epoxi coloreada de 2 cm de espesor, para dar continuidad al pavimento.



Vestibulo y "calle"

Se pretende conseguir un espacio limpio e iluminado y qué mejor que utilizar el color blanco para ello. Se utiliza por lo tanto un pavimento cerámico de microcemento blanco de la casa Porcelanosa. El tamaño de las piezas es de 60 x 60 cm, y su puesta en obra se realizará con la mínima junta posible.



Espacios de uso

Para los espacios de uso del edificio tales como biblioteca, museo, aulas y talleres, se utiliza un pavimento continuo de resinas epoxi. En la zona de niños se le dará color, y en algunas zonas puntuales de dichos espacios.

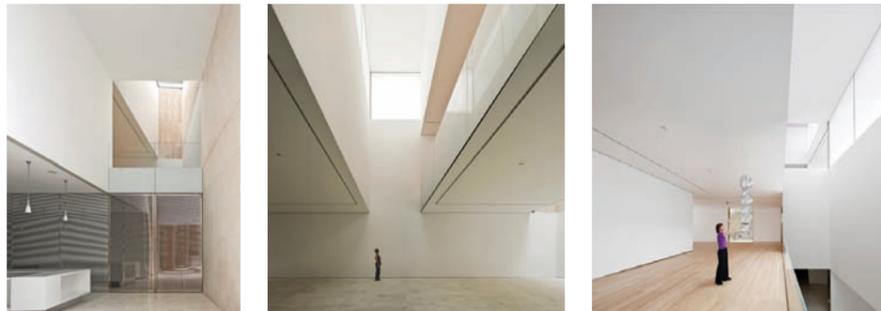
Zonas húmedas

En las zonas húmedas (vestuarios y servicios y oficinas de limpio y sucio) se utilizará pavimento de gres de imitación de pizarra, de 20 x 30 cm, de la firma Floor Gres.

Falso techo

Para el elemento calle, y para la sala de exposiciones, se utiliza un revestimiento de cartón yeso continuo pues la intención es claridad y limpieza del espacio. En el caso del gran lucernario de la zona oeste del edificio que agrupa la cafetería y la sala polivalente, se utiliza un falso techo lineal de madera, para que se produzca un contraste claro y significativo.

Museo de arte contemporáneo en Alicante, Sancho y Madrilejos.



Para las restantes zonas, se utiliza el sistema de Paneles múltiples Luxalon, paneles con cantos rectos y con cinco anchos diferentes, que permiten ser registrables.

Techo de la ETSAV



4.2 estructura

Descripción del sistema estructural y justificación

Forjados

A través de una modulación estudiada se busca conseguir una sencillez estructural y constructiva, además de buscar la claridad de la idea anteriormente explicada. Se usa una modulación de 7x8m en las zonas de uso, y se amplía a 12x8m en la calle. Además, y debido a la diferenciación espacial y su complejidad funcional, la sala polivalente principal tendrá una estructura especial diseñada para salvar su gran luz.

Esta malla se configura del siguiente modo:

- Longitudinalmente se resuelve con una luz constante de 8m
- Transversalmente se utiliza una distancia de 7m en todas las crujeas excepto en la central, que salva una luz de 12m
- Existen zonas de discontinuidad en el sistema modular debido a la necesidad de salvar distancias en espacios singulares. Esto ocurre en zonas del vestíbulo y en la sala multifuncional.

De este modo y ya que disponemos de una estructura de luces similares y sucesivas en cada dirección (lo que hace que no funcione como un pórtico longitudinal), pasamos a plantear el uso de un forjado reticular aligerado, sustentado por pilares de hormigón armado, de casetones no recuperables (aumento de aislamiento y soporte)

Junto al forjado bidireccional aparecen otros tipos de forjados:

- En la sala multifuncional, con una luz de 16m y con una altura de forjado de 11,5m, será necesaria una losa de hormigón armado sustentado por vigas de 1m de canto con un intereje de separación de 2m.

En cuanto a la normativa aplicable en la estructura el proyecto se ajustará a:

- EHE - Instrucción de Hormigón Estructural
- NTE-EHR - Forjados reticulares
- CTE-SE-AE - Acciones en la Edificación

Para el cálculo de la estructura se hará uso de la siguiente publicación:

- VVAA, *Números gordos en el proyecto de estructuras*, I.S.B.N. 978-84-932270-4-3

Se trata de un documento de uso sencillo que ofrece un predimensionado del lado de la seguridad.

Consideramos, en general, un uso de hormigón HA-30/B/20/IIa y un acero B-500-SD:

$$f_{cd} = \frac{30}{1,50} = 20 \text{ N/mm}^2 \quad f_{yd} = \frac{500}{1,15} = 434,79 \text{ N/mm}^2$$

Por lo que se refiere, al hormigón de los elementos estructurales que deben quedar vistos se dosificará con un árido de pequeño diámetro y se suministrará con consistencia más fluida. Se tomará especial atención a su vibrado. El encofrado de dichos elementos se realizará mediante placas metálicas de superficie lisa, impregnadas de sustancias desencofrantes que no alteren las propiedades del hormigón ni la coloración propia del mismo. Se tomará especial atención en su desencofrado.

Cimentación

Debido a la gran cercanía del mar en la que se encuentra la parcela, existe una gran posibilidad de encontrar un terreno de descanso para la cimentación constituido principalmente por terrenos arenosos y con un nivel freático superior a la cota de cimentación. Aunque sería necesario un estudio geotécnico del terreno del solar que indicaría la necesidad o no de pilotaje; consideramos que la tipología de cimentación por losa de hormigón armado es la adecuada. A esto se le añadirá la contención del terreno por muros de sótano y la correspondiente impermeabilización se asegurará la estanqueidad del sótano del edificio.

Para que el nivel freático no nos cause problemas durante el proceso de excavación se opta por la ejecución de un perímetro de pantallas de tablestacas metálicas hincadas en el terreno por vibración, que permitirán la excavación en seco y la ejecución de los muros de doble cara.

De entre los diferentes tipos de losa que propone el CTE, optamos por la creación de una losa continua y uniforme, que facilite la puesta en obra y el proceso constructivo.

Consideramos, en general, un uso de hormigón HA-30/B/20/IIa + Qb y un acero B-500-SD.

El tipo de hormigón de la cimentación variará con respecto al del resto de la estructura, para un tipo de ambiente IIa + Qb. (Elementos de cimentación situados en la zona de humedad relativa elevada, elementos enterrados o sumergidos).

Se dispondrán armaduras que cumplen con las cuantías mínimas indicadas en la tabla 42.3.5 de la instrucción de hormigón estructural (EHE) atendiendo a elemento estructural considerado.

- Cuantías geométricas mínimas, en tanto por 1000, en cada una de las armaduras, longitudinal y transversal repartida en las dos caras. Se adoptará la mitad de este valor en cada dirección en la cara inferior.

Tipo elemento estructural	Aceros con $f_y = 500 \text{ N/mm}^2$
Losas	1,8

La EHE en su artículo 58.2.2 clasifica la losa de cimentación por su naturaleza de losa, en un elemento flexible. **En las cimentaciones de tipo flexible la distribución de deformaciones a nivel de sección puede considerarse lineal**, y es de aplicación la teoría general de flexión.

Por lo que se refiere a los cantos y dimensiones mínimos, en su artículo 58.8.1 se señala que "El canto total mínimo en el borde de los elementos de cimentación de hormigón armado no será inferior a 25 cm si se apoyan sobre el terreno."

Por indicaciones del libro de cimentaciones:

- Oteo Mazo, Carlos. *Curso aplicado de cimentaciones*

Se adopta un **canto de cimentación de 60cm.**

Cálculos⁽¹⁾

Resumen del predimensionado de elementos estructurales

Cuadro de características técnicas según EHE				
Tipificación del Hormigón (vertido en obra)				
Elemento estructural	Tipo de hormigón	Modalidad de control	Coefficiente parcial de seguridad	Resistencia de cálculo
Cimentación	HA-30/B/20/IIa + Qb	Estadístico	1,5	$f_{cd}=20 \text{ N/mm}^2$
Pilares	HA-30/B/20/IIa	Estadístico	1,5	$f_{cd}=20 \text{ N/mm}^2$
Forjado	HA-30/B/20/IIa	Estadístico	1,5	$f_{cd}=20 \text{ N/mm}^2$
Muros	HA-30/B/20/IIa	Estadístico	1,5	$f_{cd}=20 \text{ N/mm}^2$

Características resistentes del acero (pasivo)					
Elemento estructural	Tipo de acero	Modalidad de control	Coefficiente parcial de seguridad	Resistencia de cálculo	Recubrimiento nominal (mm)
Cimentación	B-500-SD	Normal	1,5	$f_{yd}=434,79 \text{ N/mm}^2$	50+10
Pilares	B-500-SD	Normal	1,5	$f_{yd}=434,79 \text{ N/mm}^2$	50
Forjado	B-500-SD	Normal	1,5	$f_{yd}=434,79 \text{ N/mm}^2$	50
Muros	B-500-SD	Normal	1,5	$f_{yd}=434,79 \text{ N/mm}^2$	50

Cargas

Resina epoxi	0,50 kN/m ²
Suelo radiante	0,30 kN/m ²
Aislante térmico	0,10 kN/m ²
Forjado bidireccional aligerado in situ	10,00 kN/m ²
Instalaciones colgadas	0,40 kN/m ²
Falso techo	0,20 kN/m ²
Sobrecarga de uso	3,00 kN/m ²
TOTAL	14,50 kN/m²

Cimentación

Tipo	Canto
Losa de hormigón armado	60 cm

Forjados

Tipo	Zona	Intereje	Luz	Canto
Reticular casetones recuperables	Aulas	0,80 m	7 x 8 m	0,40 m
Reticular casetones recuperables	Calle	0,80 m	12 x 8 m	0,60 m

Pilares

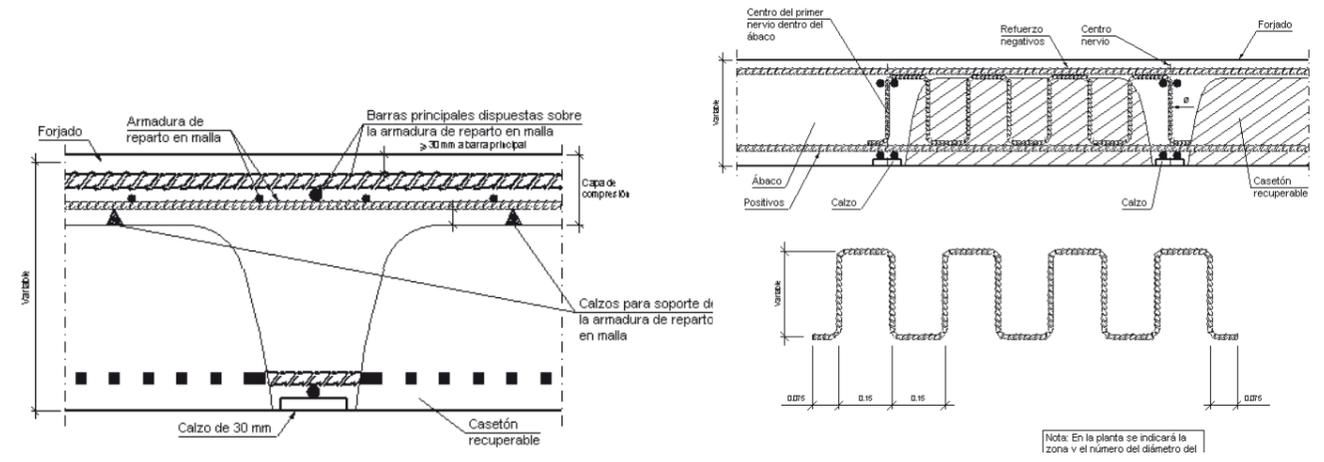
Tipo	Escuadría
HEB 450	45x45cm

Predimensionado de armaduras

Forjado aulas (8x7m)				
Armadura	Banda de pilares	Parte	Eje x (8m)	Eje y (7m)
Armadura longitudinal	Banda de pilares	Parte central inferior	4Ø16	3Ø16
		Extremos superior	4Ø20	3Ø20
Armadura longitudinal	Banda central	Parte central inferior	2Ø16	2Ø16
		Extremos superior	2Ø20	2Ø20
Armadura cortante	2 cercos de Ø8			
Punzonamiento	No es necesario			

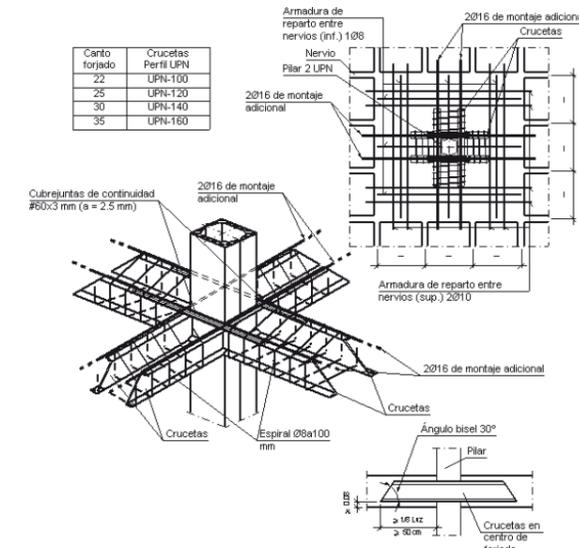
Forjado aulas (8x12m)

Forjado aulas (8x12m)				
Armadura	Banda de pilares	Parte	Eje x (8m)	Eje y (12m)
Armadura longitudinal	Banda de pilares	Parte central inferior	3Ø16	4Ø20
		Extremos superior	3Ø20	4Ø25
Armadura longitudinal	Banda central	Parte central inferior	2Ø16	2Ø20
		Extremos superior	2Ø20	2Ø25
Armadura cortante	2 cercos de Ø8			
Punzonamiento	18Ø20			

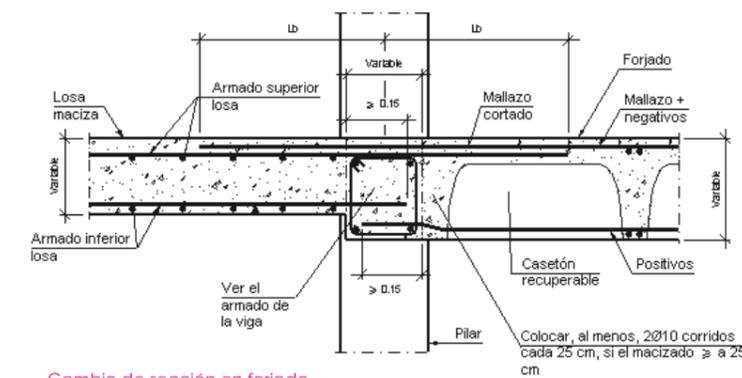


Esquema montaje de armado longitudinal tipo

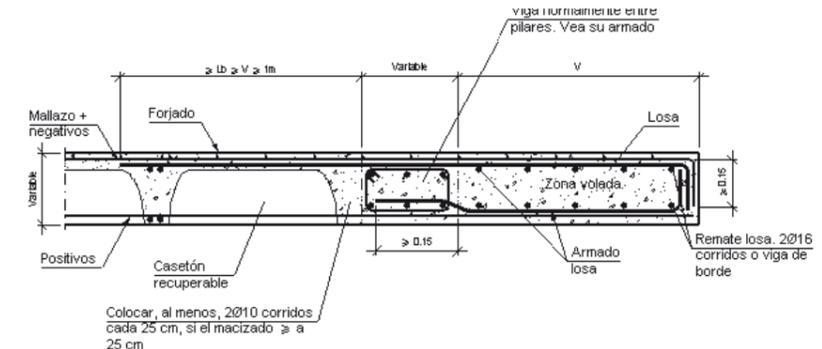
Refuerzo por cortante



Refuerzo por punzonamiento

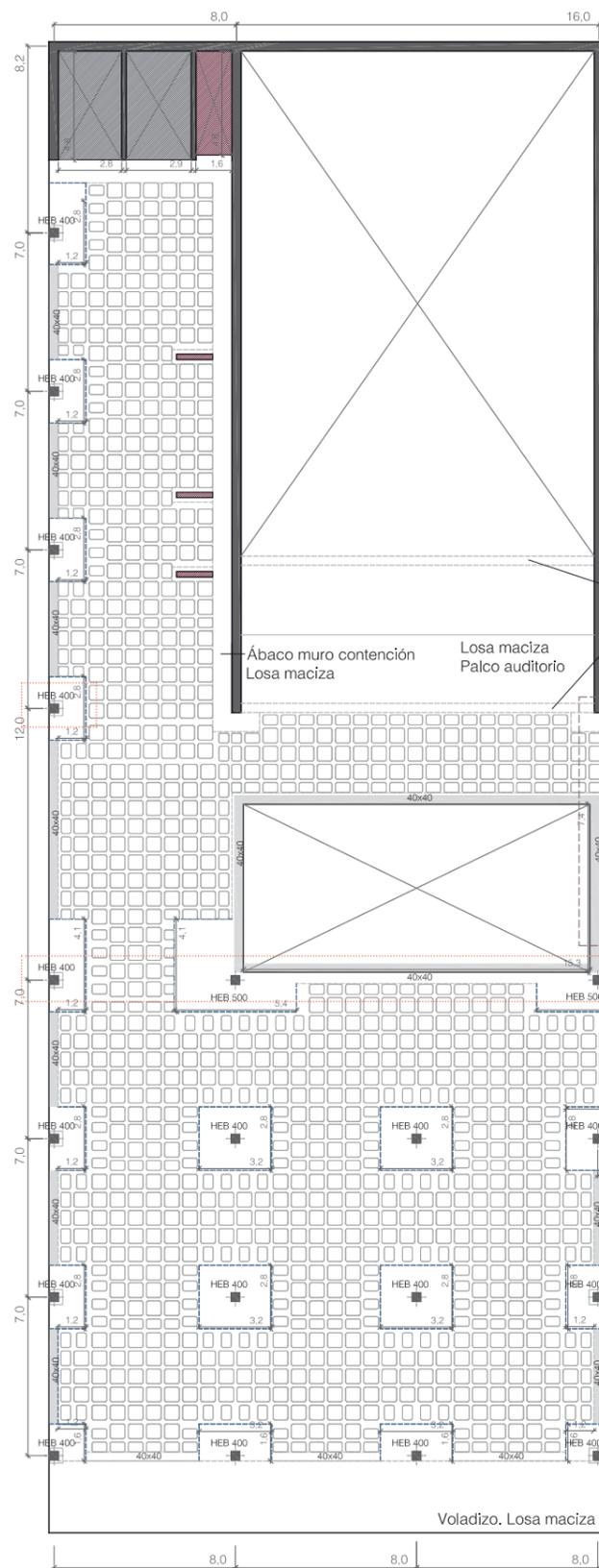


Cambio de sección en forjado



Voladizo

(1) Ver cálculos desarrollados en el apartado de anexos.



Cimentación

Tipo	Canto
Losa de hormigón armado	60 cm

Forjados

Tipo	Zona	Intereje	Luz	Canto
Reticular casetones recuperables	Aulas	0,80 m	7 x 8 m	0,40 m
Reticular casetones recuperables	Calle	0,80 m	12 x 8 m	0,60 m

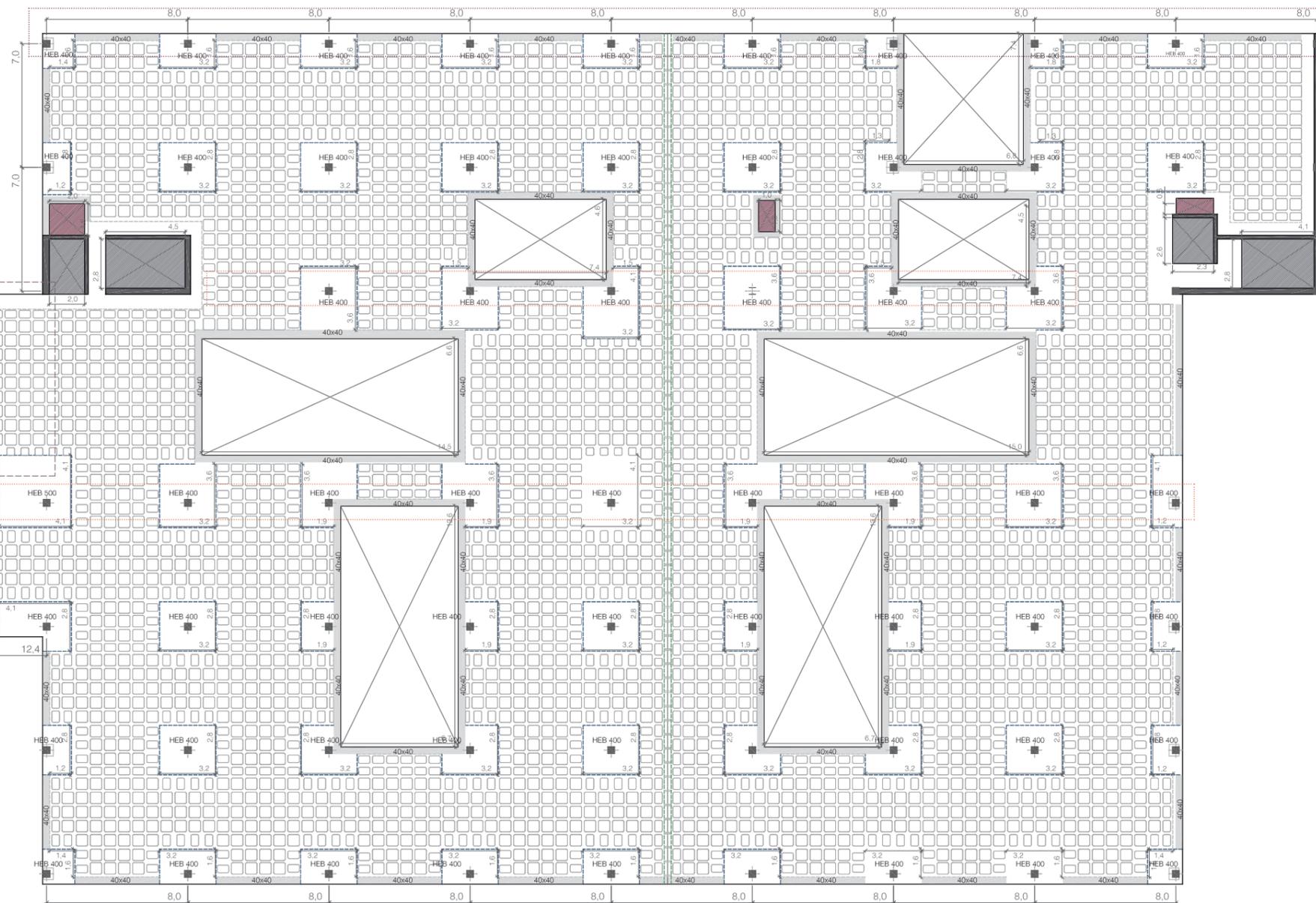
Pilares

Tipo	Escuadria
HEB 450	45x45cm

Cuadro de características técnicas según EHE

Tipificación del Hormigón (vertido en obra)				
Elemento estructural	Tipo de hormigón	Modalidad de control	Coefficiente parcial de seguridad	Resistencia de cálculo
Cimentación	HA-30/B/20/IIa + Qb	Estadístico	1,5	fcd=20 N/mm ²
Pilares	HA-30/B/20/IIa	Estadístico	1,5	fcd=20 N/mm ²
Forjado	HA-30/B/20/IIa	Estadístico	1,5	fcd=20 N/mm ²
Muros	HA-30/B/20/IIa	Estadístico	1,5	fcd=20 N/mm ²

Características resistentes del acero (pasivo)					
Elemento estructural	Tipo de acero	Modalidad de control	Coefficiente parcial de seguridad	Resistencia de cálculo	Recubrimiento nominal (mm)
Cimentación	B-500-SD	Normal	1,5	fyd=434,79 N/mm ²	50+10
Pilares	B-500-SD	Normal	1,5	fyd=434,79 N/mm ²	50
Forjado	B-500-SD	Normal	1,5	fyd=434,79 N/mm ²	50
Muros	B-500-SD	Normal	1,5	fyd=434,79 N/mm ²	50



- Huevo para ascensor y escaleras
- Junta de dilatación
- Pilares con armado de refuerzo por punzonamiento
- Cambio de sección del forjado reticular
- Huevo para ascensor y escaleras
- Ábacos
- Control especial por espera de muro cortina
- Zuncho perimetral
- Muro de hormigón armado estructural

4.3 esquema general de instalaciones



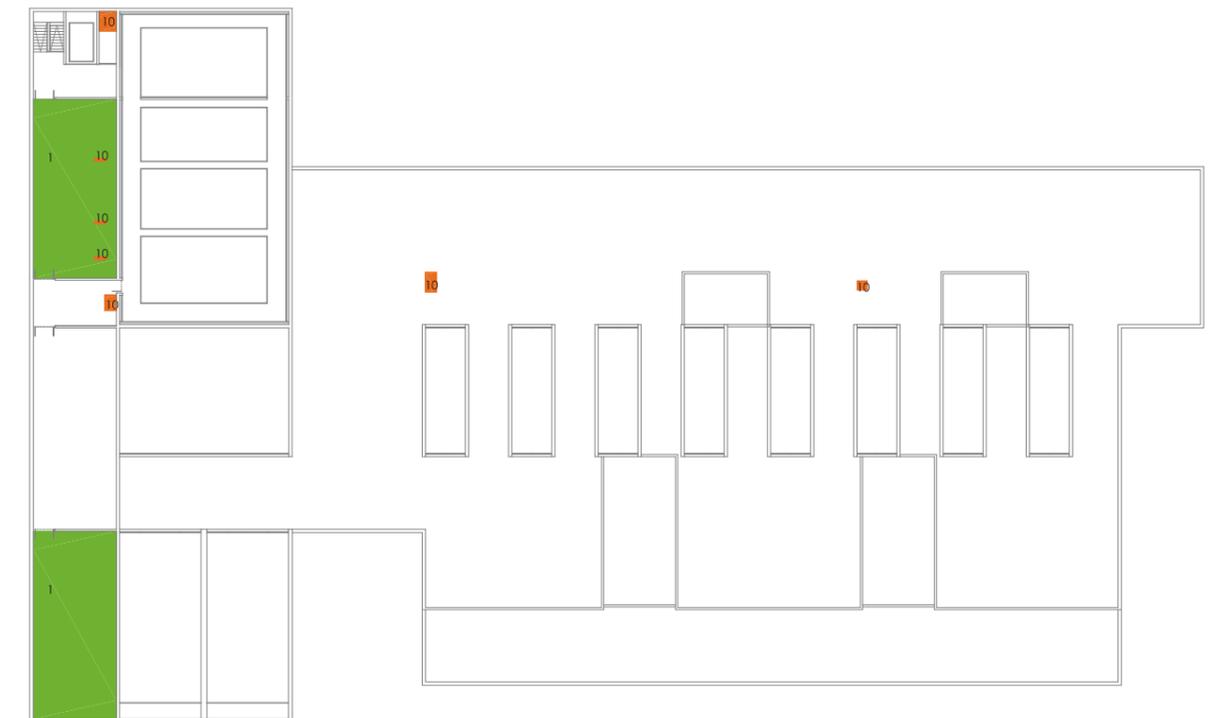
Planta sótano



Planta primera



Planta baja



Planta de cubiertas

Aire acondicionado

- 1. Sala de compresores
- 2. Sala de climatizadores
- 3. Conductos

Agua

- 4. Suministro grupo de presión
- 5. Conductos de fontanería
- 6. Contadores

Energía eléctrica y teleco.

- 7. Conductos y cuadros
- 8. Grupo electrógeno
- 9. Cuadro general de distribución

Ventilación y saneamiento

- 10. Conductos de ventilación

Otros

- 11. Cuarto de limpieza
- 12. Cuarto general de control

4.4 electricidad, iluminación y telecc

Instalación eléctrica

Introducción

El presente apartado tiene por objeto señalar las condiciones técnicas de la instalación eléctrica en baja tensión, según la normativa vigente. Así pues, tanto a efectos constructivos como de seguridad, se tendrán en cuenta las especificaciones establecidas en:

- Reglamento Electrotécnico de Baja tensión [RBT Decreto 842/20022]
- ITC-BT Instrucción Técnica Complementaria para Baja Tensión.
- CTE-DB-SI

Partes de la instalación

Instalación de enlace

La instalación de enlace une la red de distribución a las instalaciones interiores. Se compone de los siguientes elementos:

- Acometida
- Caja general de protección (CGP): se decide situar la CGP en la fachada este, que es por donde se tendrá acceso al recinto donde se ubica el cuadro general de distribución.
- Línea repartidora
- Contador
- Cuadro General de Distribución (CGD): se situará lo más cerca posible de la caja general de protección (CGP), preferentemente en una zona no accesible al público general. Se tiene acceso por la fachada este del edificio.

Instalaciones interiores

Se trata de la instalación desde el cuadro general de mando y protección hasta los puntos de utilización de la energía eléctrica. Consta de los siguientes elementos:

- Líneas derivadas a cuadros secundarios: del cuadro general de distribución partirán las líneas derivadas a los cuadros secundarios de distribución, que se corresponden con los distintos circuitos.
- Cuadros secundarios de distribución (CSD)
- Circuitos

Iluminación

Luminarias para interior

Accesos comunes

Un factor importante es conseguir homogeneizar los diferentes espacios en un edificio multifuncional como es el caso del centro socio-cultural. Por tanto, se establecerá una luminaria común en el acceso y las zonas comunes, así como los espacios de relación entre los distintos usos.

En este caso utilizaremos las Luminarias empotrables en el techo Lineup, de la casa ERCO. Posibilitan una iluminación general horizontal homogénea, incluso con grandes distancias entre luminarias.

El equipamiento con lámparas fluorescentes compactas de larga vida útil garantiza un funcionamiento económico. En este caso emplearemos luces fluorescentes, ya que son más económicas, y conviene utilizarlas en lugares donde los tiempos de encendido son continuos a lo largo del día.

Zonas húmedas y de instalaciones

En este caso se dispondrá el modelo Lightcast Downlight para lámparas halógenas de bajo voltaje, de la casa ERCO.

Las lámparas halógenas de bajo voltaje tienen una eficacia luminosa más alta que las lámparas incandescentes estándar. Su vida media es hasta cuatro veces mayor, y su luz brillante se mantiene constante en cuanto a su potencia y su color a lo largo de toda su vida. En este caso no se disponen luces fluorescentes, porque no conviene instalarlas donde los tiempos de encendido sean menores a 15 minutos.

Estas lámparas de bajo voltaje son pequeñas y robustas e irradian la luz con distribución luminosa estrecha o ancha hacia abajo. Se dispondrán empotradas en falso techo de zonas húmedas y espacios destinados a instalaciones y salas de descanso personal.

Biblioteca, aulas-taller, zona infantil y tienda

En este caso dispondremos una luminaria que aporte flexibilidad para el conjunto de usos polifuncionales del centro sociocultural. Ya que ha de servir a su vez a usos diferentes como aulas, bibliotecas, locales de ensayo y talleres, se ha escogido el modelo Berlino y una downlighter réflex de la casa iGuzzini, permitiendo su regulación según las necesidades de cada área. Su elección nos permite suplir las necesidades lumínicas de homogeneidad y confort visual, así como un diseño innovador y funcional.

El producto ofrece flexibilidad porque se encuentra en módulos unitarios y dobles; así mismo, dispone de encendido independiente y la versión DALI regulable permiten no sólo modular y elegir el nivel correcto de iluminación y el reparto entre luz directa/indirecta según las necesidades de cada área,



Lineup



Lightcast Downlight



Berlino



Downlighter réflex

sino también obtener un notable ahorro energético iluminando sólo cuando es necesario.

Sala de exposiciones

Dado que el museo es una pieza polivalente, se ha decidido disponer el sistema de railes con iluminación de Técnica Led de la casa iGuzzini. Con esto se consigue liberar las restricciones que impone un montaje fijo, y en su lugar se constituye la base para una luminotecnía variable, capaz de adaptarse a las exigencias de cada tarea específica de iluminación. Así, se podrá readaptar la iluminación según la exposición que corresponda. También se utilizará la luminaria Bespoke en determinados puntos, aunque este sistema sí es fijo.

Sala polivalente

Dada la posibilidad de diferentes actos en la sala de usos múltiples, como conciertos, reuniones, actuaciones o proyecciones, se ha escogido la luminaria Le Perroquet de la casa iGuzzini. Consiste en una serie de proyectores orientables con adaptador para instalación en rail si se desea, o individualmente empotrada en el techo. Tienen una rotación de 330° alrededor del eje horizontal y de 190° alrededor del eje vertical.

Como complemento se utilizaremos las Luminarias empotrables en el techo PANARC, de la casa ERCO, definidas anteriormente en las zonas de acceso.

Luminarias para exterior

Como se ha comentado anteriormente, el nivel de iluminación para las circulaciones exteriores será de aproximadamente 50 lux. Por ello se ha escogido las balizas iWay de la casa iGuzzini, disponible en sección cuadrada o circular, con una salida de luz que puede llegar a 360°. La instalación es sencilla y rápida, a través de tornillos de fijación.

Alumbrado de emergencia

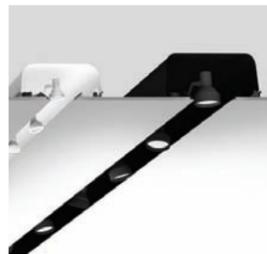
La normativa establece que todos los locales de pública concurrencia tendrán alumbrado de emergencia. Ha de tener las siguientes características:

- Todas las luminarias tendrán una autonomía de una hora
- En las estancias se disponen luminarias de emergencia empotradas en los techos con dirección vertical en los recorridos y salidas de evacuación
- En los recorridos de evacuación previsibles el nivel de iluminancia debe cumplir en el eje un mínimo de 1 lux, durante una hora.
- Locales necesitados de alumbrado de emergencia, según el CTE-DB-SI:
- Recintos cuya ocupación sea mayor de 100 personas, en nuestro caso el vestíbulo, la sala de exposiciones, las aulas – taller y las salas polivalentes.
- Escaleras y pasillos protegidos, todos los vestíbulos previos y todas las escaleras de incendios.
- Los aseos generales de planta en edificios de acceso público.
- Locales que alberguen cuadros de distribución eléctrica y equipos de instalaciones de protección contra incendios de uso manual.
- En toda zona clasificada como de riesgo especial.

Por tanto, el alumbrado escogido teniendo en cuenta estas consideraciones es las luminarias de emergencia de la gama Motus de la casa iGuzzini, ya que como consecuencia de las normativas, los plafones de emergencia y señaliza-



Técnica Led



Bespoke



Perroquet



Balizas iWay

ción se han convertido en un complemento muy utilizado en espacios públicos como un centro sociocultural.

Por tanto, el alumbrado escogido para el Auditorio/Sala de usos múltiples, teniendo en cuenta estas consideraciones es la gama Light Up Walk Professional de la casa iGuzzini, disponiendo luces empotradas para marcar la posición de los peldaños y rampas.

Telecomunicación y telefonía

La normativa que regula este apartado corresponde a la norma NTE-IAI y NTE-IAA de Instalaciones audiovisuales y telefonía, así como la norma NTE-IAM de megafonía.

El arquitecto debe prever las infraestructuras necesarias para que se puedan alojar las instalaciones, huecos y recintos necesarios para alojar las instalaciones y sus tubos protectores, así como la especificación de los puntos de servicio a donde tengan que llegar en el interior de las dependencias habitables. El proyecto de la propia instalación lo realizan los ingenieros de telecomunicación.

Se debe facilitar el acceso a:

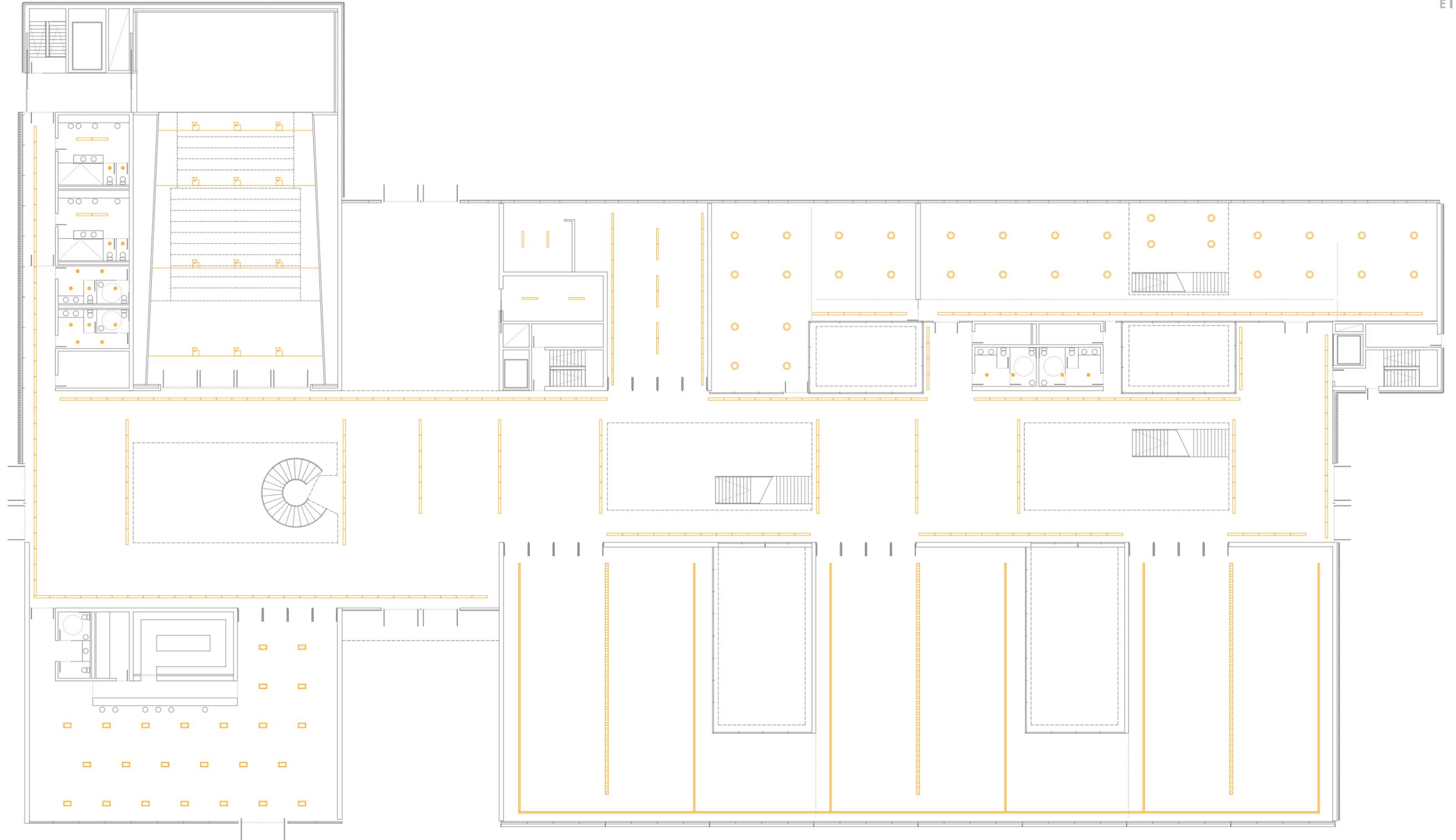
- Telefonía básica
- Telefonía de Red Digital de Servicios Integrados (RDSI)
- Telecomunicación por cable
- Radiodifusión y televisión

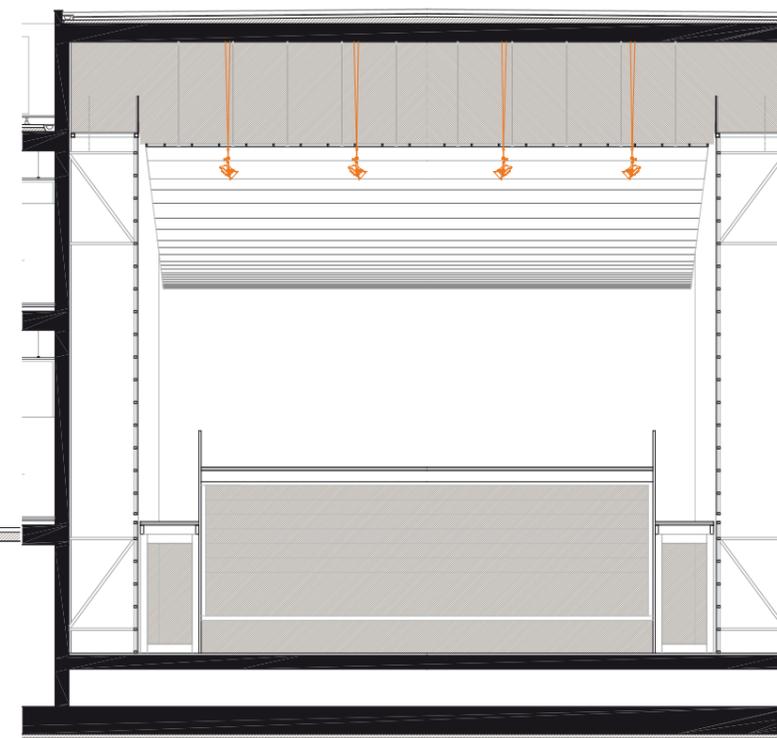
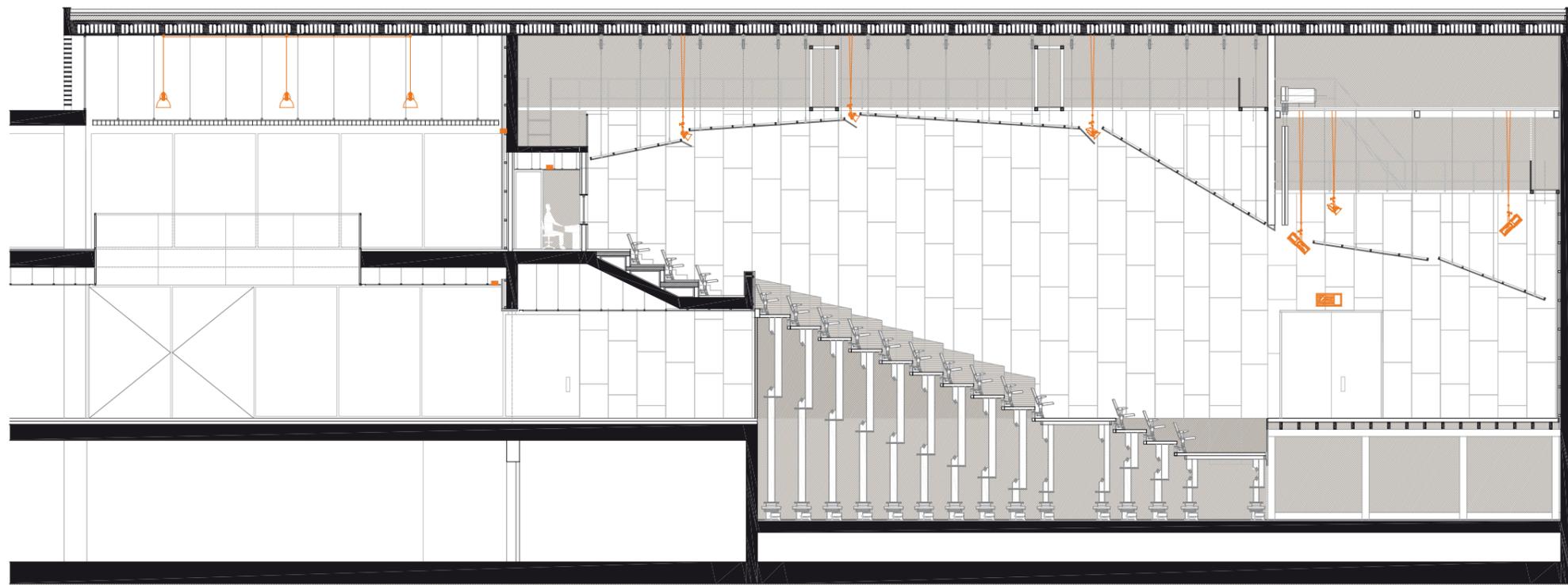
Dada la condición multifuncional del edificio, con usos diferenciados, se establece la instalación de una central telefónica que distribuya las llamadas. Una central digital de telefonía en recepción, dotada del número de líneas necesarias para abastecer los puntos de la instalación y con posibilidad de futuras ampliaciones. La instalación de telefonía, partirá de una caja de conexión para exterior hasta la cual llegaran las líneas de tendido.

Deben disponerse puntos de toma de teléfono en administración, puntos de recepción, tienda, biblioteca, cafetería, y un punto o dos en el hall, para teléfono público.

Se preverá la centralización y control de las instalaciones en los sistemas capaces de incorporar tecnología informática, como pueden ser:

- Climatización y ventilación automática
- Iluminación
- Agua caliente
- Centralización de ordenadores
- Servicios de fax y telefonía
- Telecomunicaciones
- Seguridad y control de accesos.





arquitectura-construcción
ELECTRICIDAD, ILUMINACIÓN Y TELECO
EN DETALLE
 e1:150

Iluminación

-  Luminaria emerg. empotrada escalones
-  Luminaria colgante BERLINO
-  Luminaria empotrada lineal LINEUP
-  Luminaria empotrada PANARC
-  Luminaria tipo foco LE PERROQUETE

Telecomunicación

-  Toma de teléfono

Electricidad

-  Toma corriente 16A en suelo técnico
-  Toma de corriente 16A

4.5 climatización y renovación de aire

Descripción de la instalación

La instalación se proyectará teniendo en cuenta las especificaciones técnicas recogidas en el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios.

La climatización para el edificio destinado a centro socio-cultural en el Cabañal se hará mediante un sistema de bomba de calor reversible aire-agua. Se opta por este sistema para dar una mayor flexibilidad a la instalación y adecuar la producción a la demanda térmica del edificio. La difusión del aire será a través de conductos con los correspondientes difusores dimensionados para impulsar el aire dentro de los límites de confort que establece la normativa. La ventilación dispondrá de recuperadores de calor entálpicos tal como obliga el RITE. Además, se complementará esta instalación con una de suelo radiante.

El sistema estará adecuadamente sectorizado para una óptima conducción a la eficiencia energética.

El Auditorio se climatizará con una enfriadora y climatizadores. El equipo dispondrá de una recuperación del aire de extracción en la batería de condensación de manera que aumenta su rendimiento energético. La difusión del aire se realizará por el techo y/o suelo mediante difusores y el retorno conducido.

Se instalará un equipo en cubierta para cubrir las necesidades de todo el edificio, y otro equipo para cubrir las necesidades de la zona de butacas y el escenario, con entrada de aire conducida hasta el interior de dicha sala y el retorno de la misma hasta la máquina exterior por debajo del escenario, y subida a cubierta por patinillo interior.

Dada las características de la instalación de climatización de los edificios se dotará a los climatizadores que correspondan de un sistema de free-cooling para el cumplimiento de la reglamentación específica y cumplimientos de los niveles energéticos.

Se incluirán medidas correctoras adaptadas a la arquitectura proyectada, que minimicen el impacto acústico y visual de las máquinas en las cubiertas de los edificios.

Legislación aplicable

- Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios RITE (R.D. 1027/2007, de 20 de julio).
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- Criterios higiénico-sanitarios para la Prevención y control de la legionelosis. Real Decreto 865/2003, de 4 julio, del Ministerio de Sanidad y Consumo.
- Prevención de la legionelosis. Decreto 173/2000, de las Consellerías de Sanidad, Industria y comercio y Medio Ambiente.
- Desarrollo: Orden de 22 de febrero de 2001. DOGV 27-2-01.
- Reglamento electrotécnico para baja tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC BT. Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto. (BOE N°: 224 de 18/09/2002).
- Orden de 12 de febrero de 2001, de la Consellería de Industria y Comercio, por la que se modifi-

ca la de 13 de marzo de 2000, sobre contenido mínimo en proyectos de industrias e instalaciones industriales.

- Normas UNE citadas en las anteriores normativas y reglamentaciones.
- Normativa municipal.
- Especificaciones de las exigencias técnicas que deben cumplir los sistemas solares para agua caliente y climatización. Orden de 9 de abril de 1981, del M° de Industria Energía. BOE 25 -4-81

Descripción de los sistemas de transporte de los fluidos caloportantes de energía

Redes de distribución de aire

El aire tratado en las máquinas de conductos será distribuido hasta los locales a climatizar mediante conductos rectangulares que podrán ser de dos tipos, según criterio de la Dirección Facultativa para cada uno de los tramos:

- Conductos de lana de vidrio de alta densidad (Climaver Neto), revestido por aluminio por el exterior y con un tejido de vidrio negro por en interior (tejido absorbente acústico NETO).
- Conductos de chapa de acero galvanizado 0,8 mm con aislamiento térmico interior para distribución de aire por el exterior.

El retorno en locales del edificio será por plenum, mientras que el retorno del auditorio será conducido mediante conductos rectangulares del mismo tipo que los utilizados en los conductos de impulsión.

La distribución de los conductos se realizará de acuerdo con lo indicado en los planos que se acompañan, donde a la vez se resume el resultado de los cálculos, indicando las dimensiones interiores de cada tramo de conducto en función de la velocidad del aire y de las pérdidas de carga.

Para las redes de extracción se utilizará conducto rectangular en chapa de acero galvanizado de 0,6-0,8 mm de espesor.

Redes de distribución de agua

La instalación será hidráulicamente bitubo con retorno directo y circulación forzada por electrobomba, ya montada dentro de la bomba de calor.

La red constará de un circuito único que discurrirá por el exterior debidamente aislado y recubierto de chapa de aluminio.

Los diámetros de los tubos se dimensionarán teniendo en cuenta las limitaciones de velocidad ($v < 2\text{m/s}$) y de pérdida de carga ($\text{pdc} < 40\text{ mmca/m}$). El material será acero negro sin soldaduras DIN 2450 ST37 y DIN 2440.



Conductos de lana de vidrio de alta densidad (Climaver Neto)



Conductos de chapa de acero galvanizado 0,8 mm con aislamiento térmico interior

Redes de distribución refrigerante

Para las tuberías que transportan fluido refrigerante se ha utilizado tubería de Cu desoxidada y deshidratada, con soldaduras realizadas en corriente de N₂ para disminuir la formación de carbonilla. Dichas tuberías van aisladas exteriormente con coquilla de espuma elastomérica a base de caucho sintético ($k = 0,035 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$) con un elevado factor de resistencia a la difusión de vapor de agua.

A su vez, las tuberías aisladas van en el interior de una canaleta de protección construida en PVC a lo largo de todo su recorrido por el exterior del edificio.

El tipo de refrigerante para todas las instalaciones será R-410A. Los diámetros de las conexiones frigoríficas y de los distribuidores están reflejados en el apartado de planos.

Bomba de calor

Para el equipo de producción de frío se ha elegido una bomba de calor reversible aire-agua, que se situará en cubierta y que funciona con motor de gas por combustión. El motor será de cuatro tiempos que acciona el compresor alternativo abierto. Los compresores serán abiertos y funcionan independientemente del motor.

El control de temperatura en el colector de frío se realiza arrancando los compresores en secuencia en función de la demanda, y se prevé alternancia entre ellos por horas de funcionamiento o por avería.

Climatizadores CLA

El control de temperatura de las salas se realiza regulando las válvulas motorizadas de tres vías instaladas en cada climatizador, realizando un control proporcional sobre ellas para conseguir mayor estabilidad de regulación.

Para todo ello es necesario instalar un autómata programable. Para realizar el control de todos los elementos desde la cubierta. Este autómata estará previsto para aceptar una ampliación posterior de elementos, bien sea con las salidas libres disponibles en el autómata o añadiendo algún módulo adicional.

Para la correcta distribución de caudales por planta será necesaria la instalación de válvulas de equilibrado estático tipo TA, realizándola, además de corregir el problema del equilibrado de la instalación.

Sistema de difusión

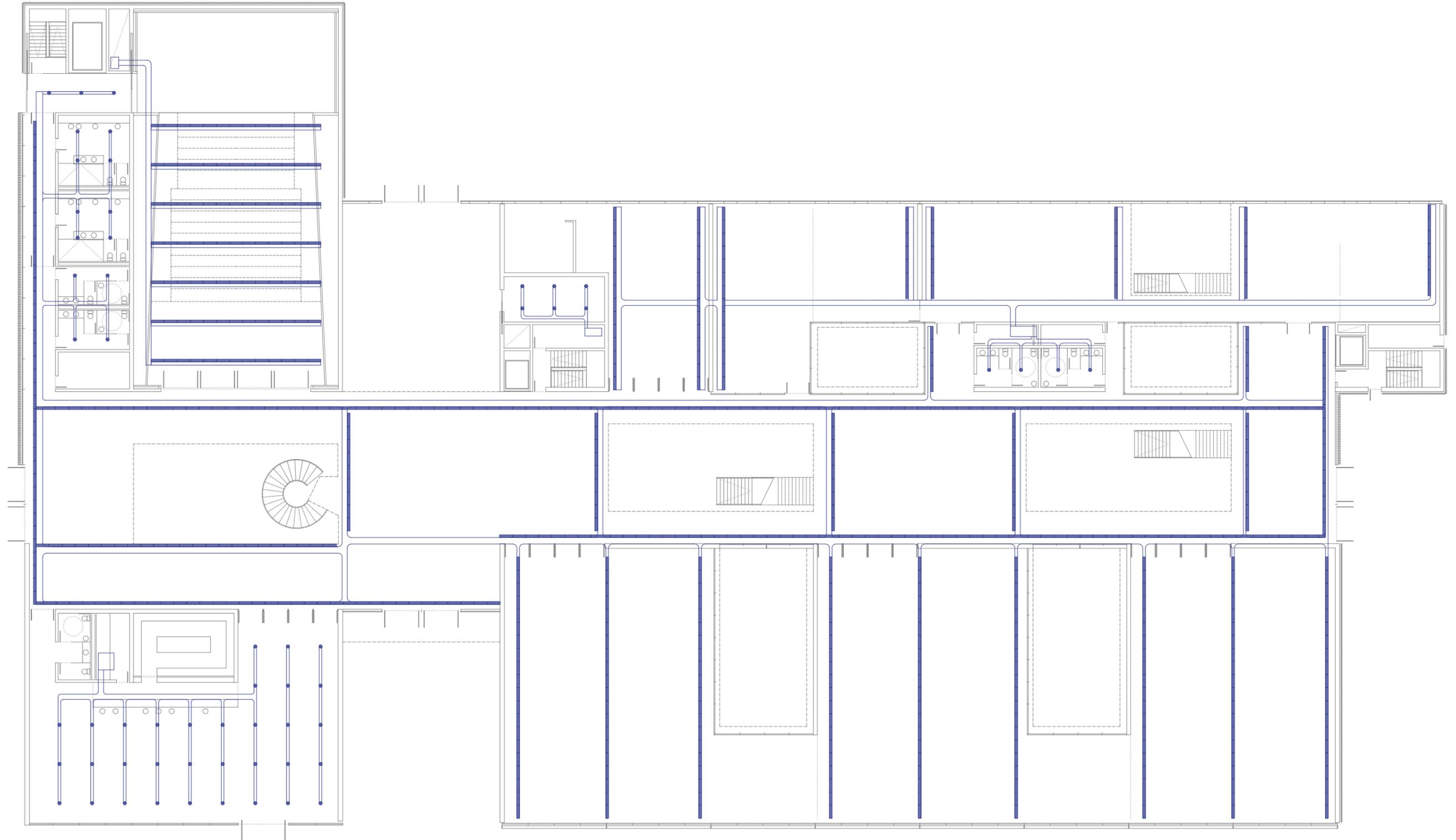
Se ha elegido un sistema de difusión lineal diseñado para propagar el aire a través de unas ranuras, de unos 10 cm (4 pulgadas) de anchura, situadas entre los paneles de un sistema de falso techo suspendido que incorpora diversos elementos. Serán de aluminio anodizado, rectangulares y provistos de mecanismo de regulación de caudal, accesible desde el exterior. El difusor se conectará al conducto a través de un collarín de chapa galvanizada que irá atornillado al cuello del difusor. La unión del collarín con el conducto irá con pestaña.



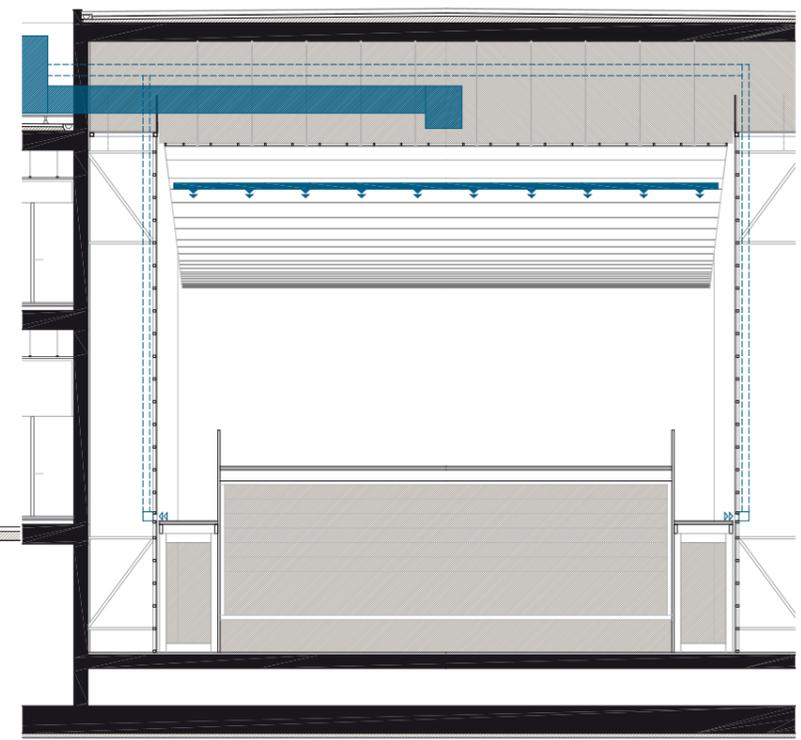
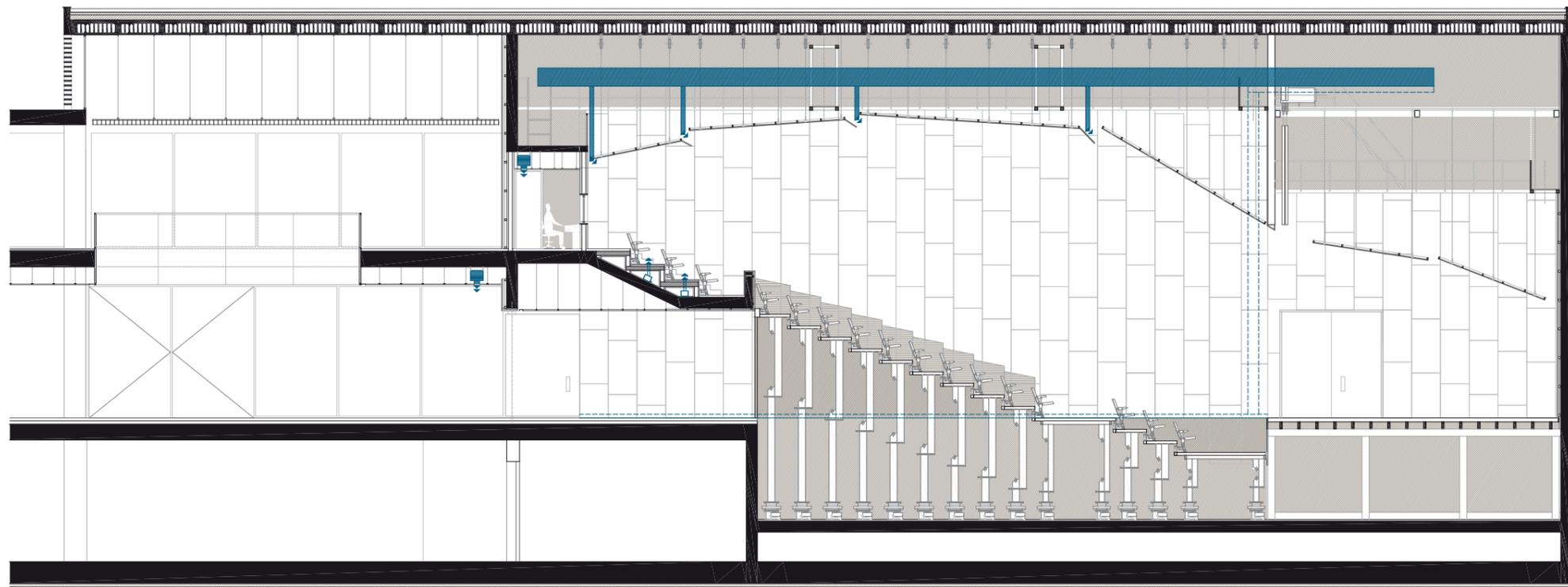
coquilla de espuma elastomérica



difusión de aire con rejillas lineales



- Difusor puntual
- ▨ Difusor lineal
- Conducto



arquitectura-construcción
CLIMATIZACIÓN Y RENOVACIÓN DE AIRE
EN DETALLE
 e1:150

- difusor puntual graderlo
- difusor puntual
- difusor lineal
- ▶▶ conducto de expulsión de aire
- ▶▶ conducto de impulsión de aire
- circuito ida
- - - circuito retorno

4.6 saneamiento y fontanería

Instalación de evacuación de agua

Para la evacuación de aguas elegiremos un sistema separativo dentro del propio edificio, en el que la evacuación de las aguas residuales y pluviales se efectúa a través de conductos distintos. En su diseño se ha seguido en todo momento los criterios establecidos en el Código Técnico de la Edificación, concretamente el Documento Básico de Salubridad Evacuación de aguas, CTE – DB – HS5.

Caracterización y cuantificación de las exigencias

La instalación dispone de cierres hidráulicos que impiden el paso del aire contenido en ella a los locales ocupados sin afectar al flujo de residuos.

Las tuberías de la red de evacuación tienen un trazado sencillo, con distancias y pendientes que facilitan la evacuación de los residuos y son autolimpiables.

Las redes de tuberías son accesibles para su mantenimiento y reparación ya que van alojadas en los falsos techos (registrables) y en huecos accesibles.

Se disponen sistemas de ventilación adecuados que permiten el funcionamiento de los cierres hidráulicos y la evaporación de gases mefíticos.

Diseño

La recogida de aguas pluviales se realiza mediante un canalón corrido o desagües puntuales que conducen el agua a través de las bajantes hasta las arquetas a pie de bajante para su posterior evacuación mediante colectores enterrados.

Los canalones de cubierta son de chapa de acero. El resto de elementos del sistema, bajantes y colectores son de PVC los cuales irán sujetos a la estructura mediante soportes metálicos con abrazaderas, colocando entre el tubo y la abrazadera un anillo de goma. Se pondrá especial atención a las juntas de los diferentes empalmes, dándoles cierta flexibilidad y total estanqueidad.

Todos los desagües de aparatos sanitarios, lavaderos y fregaderos estarán provistos de sifón individual de cierre hidráulico de al menos 5 cm de altura, fácilmente registrable y manejable.

La pendiente mínima de la derivación será de 1%. Para el desagüe de los aparatos se utilizará plástico reforzado, por sus excelentes condiciones de manejabilidad y adaptación a todo tipo de encuentros.

La evacuación subterránea se realiza mediante una red de colectores de tubos de hormigón unidos mediante corchetes con pendiente del 2%. A partir de las arquetas a pie de bajante se dispone un albañal enterrado que discurre por una zanja rellena por tongadas de 20cm de tierra apisonada.

La unión entre los distintos albañales y los cambios de pendiente o dirección de la red se realizan mediante arquetas de paso. Se coloca una arqueta sifónica registrable en el último tramo de la red

colectora y antes de la conexión con el sistema general de alcantarillado, a modo de cierre hidráulico con el fin de evitar la entrada de malos olores desde la red pública, además de servir de unión de las redes pluviales y las aguas sucias, para establecer una única acometida al alcantarillado. Se coloca además, una válvula antirretorno en este último tramo para evitar que pueda producirse la entrada en carga de la tubería de alcantarillado por inundación, lluvia intensa, colapso, atasco, etc.

En cada cambio de dirección o pendiente, así como a pie de cada bajante de pluviales, se ejecutará una arqueta. Todos los tipos de utilizados son de fábrica de ladrillo macizo de medio pie con tapa hermética, enfoscadas y bruñidas para su impermeabilización. Sus dimensiones dependen del diámetro del colector de salida, y vienen regulados por la Tabla 4..13 (Dimensiones de las arquetas).

Aguas residuales

Para el cálculo del dimensionamiento de la red de saneamiento de aguas residuales, se sigue el descrito en el Código Técnico, calculando en cada caso las unidades de descarga, según el cual la unidad de descarga y diámetro mínimo del sifón y del ramal de desagüe correspondientes a cada aparato son los de la tabla 4.1 (UDs correspondientes a los distintos aparatos sanitarios).

Aguas pluviales

La cubierta del edificio se divide en dos niveles; en ambos la recogida de aguas se realiza mediante una red colgada, suspendida en la cara inferior del forjado y oculta por falso techo registrable.

Para el cálculo de las bajantes y los colectores se utilizan ábacos que, a partir de la zona pluviométrica y de la superficie de cubierta a evacuar, dan las dimensiones mínimas necesarias para el correcto funcionamiento de la instalación.

Según la figura B.1. del Anexo B, podemos calcular la intensidad pluviométrica de Valencia en función de la isoyeta. La zona donde se sitúa el proyecto se clasifica como zona B, y con una isoyeta de 80, por lo que se toma $i = 170$ mm/h.

Por otro lado, según la tabla 4.6., necesitamos disponer un número mínimo de sumideros en función de la superficie de cubierta en proyección horizontal.

A partir de la tabla se aprecia que para una superficie en cubierta mayor de 500 m², se necesita disponer un sumidero cada 150 m².

Por otro lado, según la tabla 4.8., para una superficie de cubierta servida de 150 m², tan sólo se necesita una bajante de 75 mm; sin embargo, por seguridad y homogeneidad se optará por bajantes de 110 mm que serán las empleadas para las aguas residuales.

Instalación de abastecimiento de agua

Introducción: generalidades

Para este apartado se tomará el Documento Básico de Salubridad-Suministro de agua, CTE – DB- HS4.

Propiedades de la instalación

Calidad del agua

Los materiales utilizados en la instalación para las tuberías y accesorios cumplen los siguientes requisitos:

- no producen concentraciones de sustancias nocivas que excedan los valores permitidos por el Real Decreto 140/2003 de 7 de febrero.
- no modifican las características organolépticas ni la salubridad del agua suministrada
- son resistentes a la corrosión interior
- son capaces de funcionar eficazmente en las condiciones de servicio previstas
- no presentan incompatibilidad química entre sí
- son resistentes a temperaturas de hasta 40°C y a las temperaturas exteriores de su entorno inmediato.
- son compatibles con el agua suministrada y no favorecen la migración de sustancias de los materiales en cantidades que sean un riesgo para la salubridad y limpieza del agua de consumo humano.
- su envejecimiento, fatiga, durabilidad y las restantes características mecánicas, físicas o químicas, no disminuyen la vida útil prevista de la instalación

Protección contra los retornos

Se disponen sistemas antirretorno para evitar la inversión del sentido del flujo en la base de las ascendentes, antes del equipo de tratamiento de agua y antes de los aparatos de climatización. Los antirretornos se combinan con grifos de vaciado para que sea posible vaciar cualquier tramo de la red.

Ahorro de agua

Los grifos de los lavabos y las cisternas están dotados de dispositivos de ahorro de agua.

Descripción y diseño de la instalación

La instalación de abastecimiento proyectada consta de suministro de agua fría y agua caliente sanitaria. De acuerdo con la norma, se colocan las siguientes válvulas a la entrada del conjunto:

- Llaves de toma y de registro sobre la red de distribución.
- Llave de paso homologada en la entrada de la acometida.
- Válvula de retención a la entrada del contador.
- Llaves de corte a la entrada y salida del contador.
- Válvula de aislamiento y vaciado a pie de cada montante, para garantizar su aislamiento y vaciado, dejando en servicio el resto de la red de suministro.
- Válvula de aislamiento a la entrada de cada recinto, para aislar cualquiera de ellos
- manteniendo en servicio los restantes
- Llave de corte en cada aparato.

Se proyecta un único punto de acometida a la red general de abastecimiento, suponiendo una presión de suministro de 3 kg./cm². La acometida se realiza en tubo de acero hasta la arqueta general, situada a la entrada del conjunto. Dispondrá de elementos de filtro para protección de la instalación.

En el cuarto de fontanería, situada en el sótano, se coloca el contador general, así como el depósito acumulador y la caldera de producción de agua caliente sanitaria; dicho cuarto estará ventilado.

La red de agua dispondrá de los elementos de corte necesarios para permitir trabajos de mantenimiento en cualquier elemento, afectando lo menos posible el resto de la instalación. Al menos se dispondrá de una llave de corte para cada cuarto húmedo.

Siguiendo estas recomendaciones, también se dispondrán llaves de vaciado de los montantes verticales. Las tuberías serán de acero galvanizado en exteriores y cobre calorifugado en el interior, donde se protegerán con tubo corrugable flexible de PVC, azul para fría y coquillas calorífugas para agua caliente. Serán a su vez estancas a presión de 10 atm, aproximadamente el doble de la presión de uso. Los accesorios serán roscados. Será preciso instalar circuito de retorno del agua caliente sanitaria, ya que el recorrido de ésta desde la caldera acumulador hasta el grifo más desfavorable es considerable y no garantiza un tiempo de espera aceptable en este tipo de instalaciones.

Al atravesar muros y forjados se colocarán los pasamuros adecuados de manera que las tuberías puedan deslizarse adecuadamente, rellenando el espacio entre ellos con material elástico.

Las tuberías se sujetarán con manguitos semirrígidos interpuestos a las abrazaderas para que eviten la transmisión de ruidos.

La presión óptima de funcionamiento es de 3 kg./cm².

En cuanto a grifería se adoptan los siguientes tipos:

- En lavabos: monobloque con rompechorros.
- En fregaderos: monobloque con caño superior y aireador.
- En inodoros: no se disponen fluxores ya que disponen de cisterna empotrada, por lo que resultan secciones inferiores (debido a la reducción del caudal instantáneo).

Cálculos justificativos

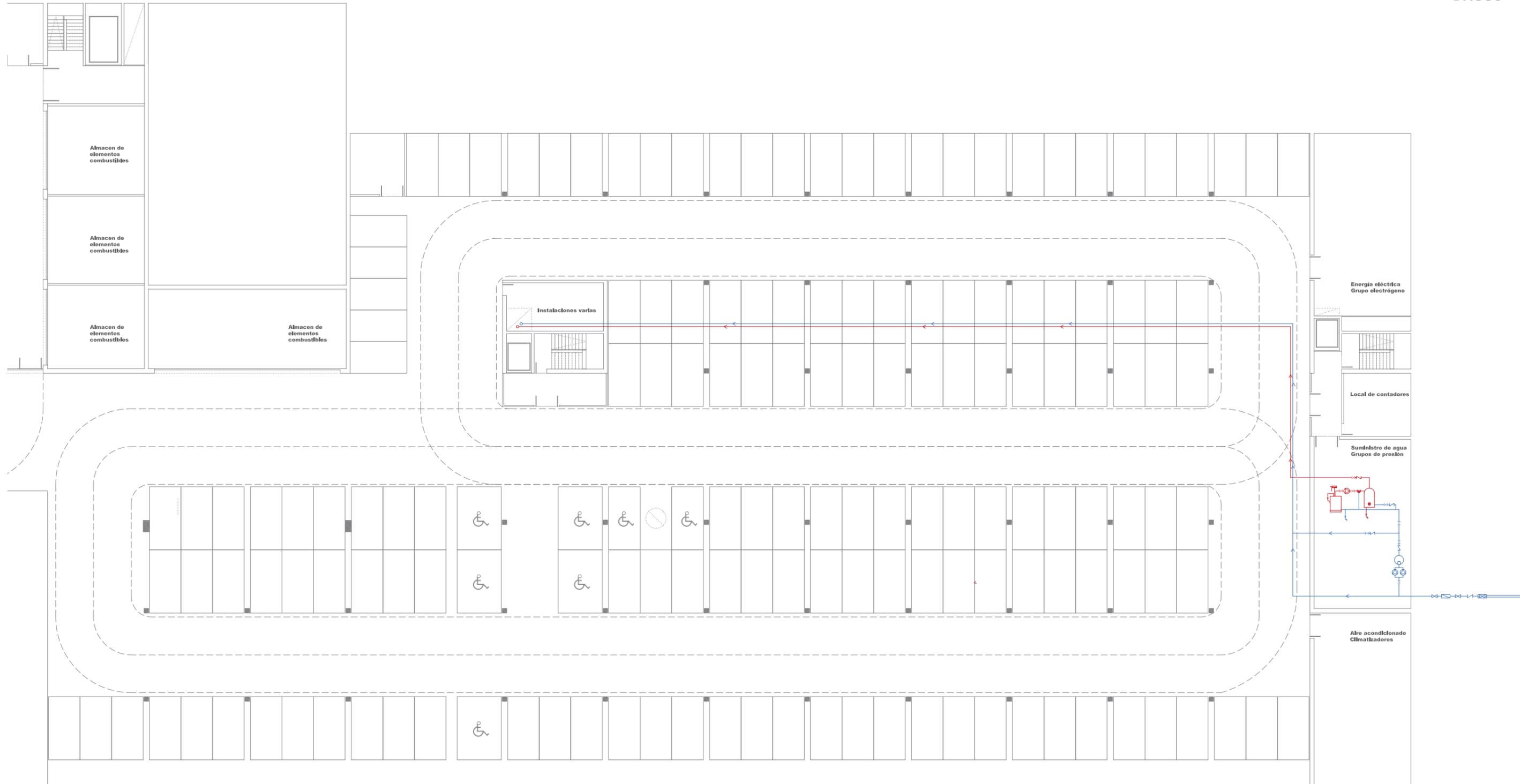
Se supone que la empresa suministradora asegura una presión de 30 mmcda en la red pública.

Se parte de los caudales dados por la normativa, la cual considera las condiciones óptimas de funcionamiento de los grifos (presión de 30 mmcda y velocidad entre 0.4 y 0.8 m/s). A partir de éstos caudales se calcularán los diámetros, teniendo en cuenta los diámetros mínimos establecidos que podemos ver en la Tabla 2.8 (Caudal instantáneo mínimo para cada tipo de aparato).

Como condición de confort, en lo que se refiere a ruido causado por pérdida de presión de agua por rozamiento con paredes rugosas de tubería de acero galvanizado, se limita la velocidad de circulación a 2 m/s para la acometida, 1.6 m/s para los montantes y 1 m/s para la instalación interior. La pérdida de presión se limita a 75 mm.c.s./m.

Fijando estas variables, haciendo una estimación de los caudales necesarios para cada aparato sanitario y aplicando un coeficiente de simultaneidad, se realiza el dimensionado de las tuberías de agua fría y caliente, siguiendo el ábaco correspondiente a las tuberías de acero galvanizado.

Se comprobará en todo momento que los diámetros obtenidos cumplan con los mínimos establecidos por el CTE, y que el diámetro de un tramo siempre sea como mínimo igual al tramo posterior.



-  Bomba grupo presión
-  LLave de registro
-  Vaciado circuito

-  Caldera con membrana
-  Acumulador ACS
-  Vaso de expansión caldera

-  Circular de ida
-  Grifo monomando
-  Fluxor

-  Montante AF
-  Montante AC

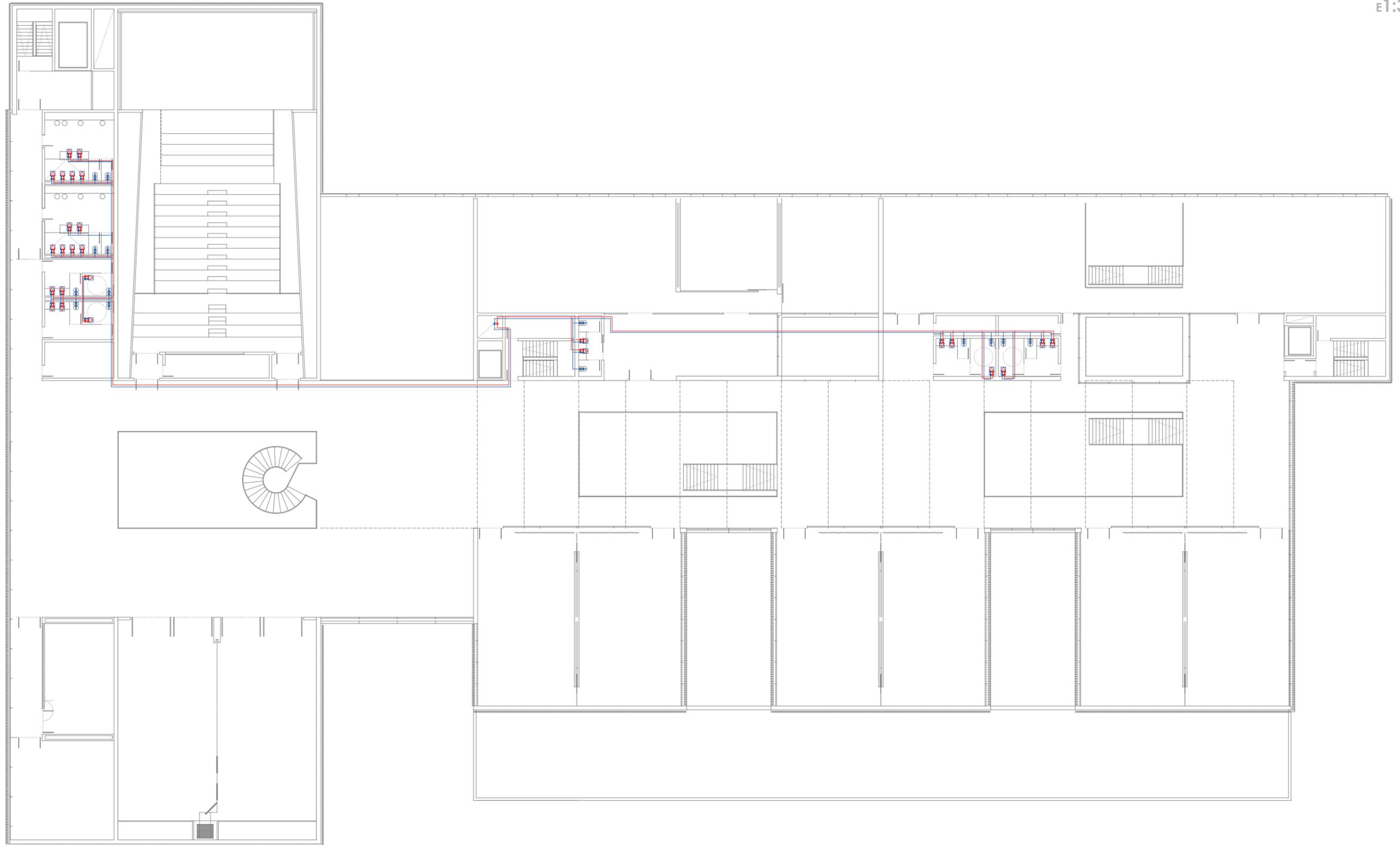


-  Bomba grupo presión
-  Llave de registro
-  Vaciado circuito

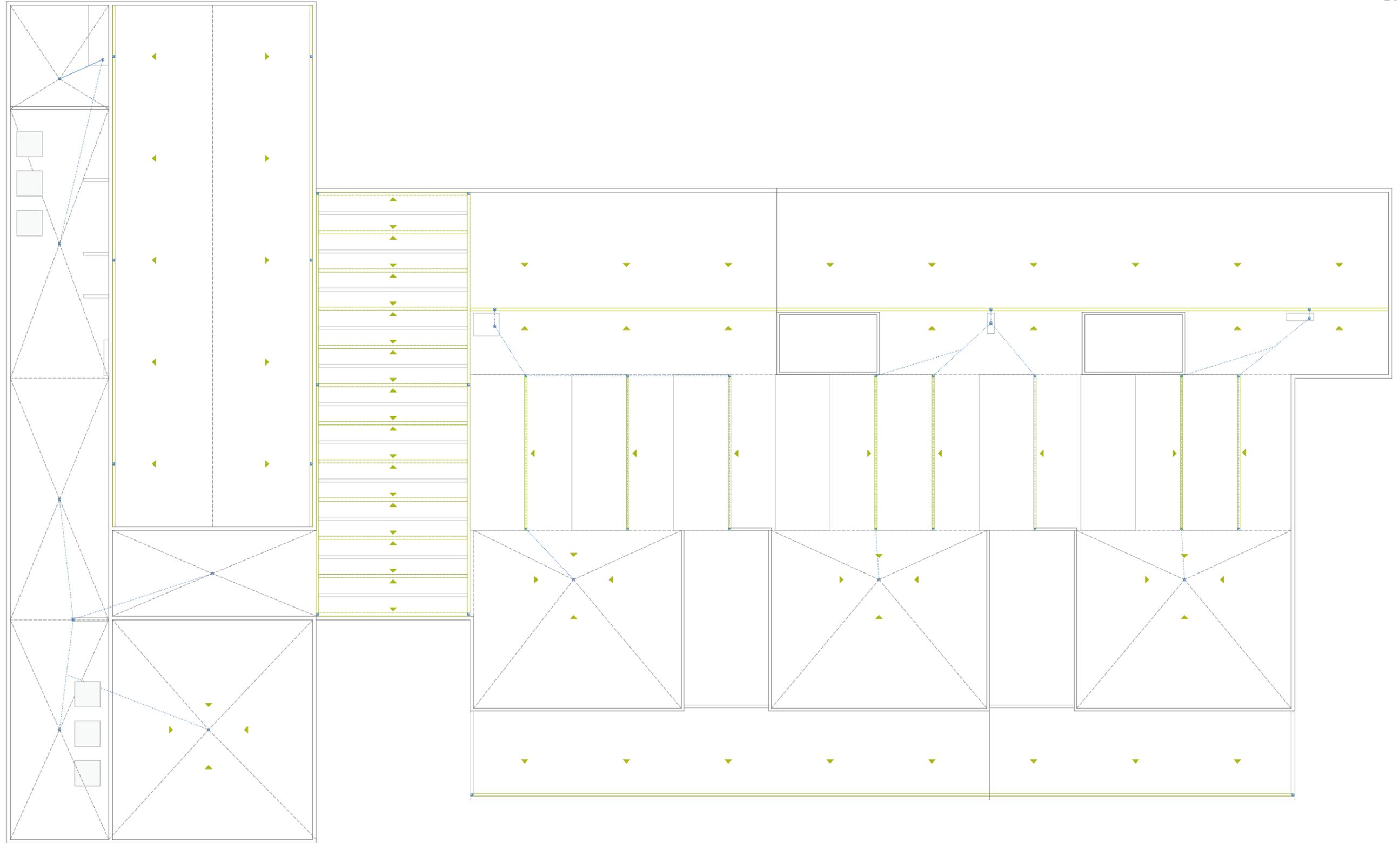
-  Caldera con membrana
-  Acumulador ACS
-  Vaso de expansión caldera

-  Circular de ida
-  Grifo monomando
-  Fluxor

-  Montante AF
-  Montante AC



- | | | | | | | | |
|--|---------------------|--|---------------------------|--|-----------------|--|-------------|
| | Bomba grupo presión | | Caldera con membrana | | Circular de ida | | Montante AF |
| | LLave de registro | | Acumulador ACS | | Grifo monomando | | Montante AC |
| | Vaciado circuito | | Vaso de expansión caldera | | Fluxor | | |



- Bajante
- Shunt
- Tubería bajo falso techo
- Canalón primario
- Canalón secundario
- Máquinas de A/C

4.7 protección contra incendios

SI 1- Propagación interior

Compartimentación en sectores de incendio

Según la normativa de compartimentación en sectores, se divide el proyecto en 5 sectores⁽¹⁾:

Sector S-1: Garaje

Planta sótano para garaje > 100 m².

- 225 plazas de aparcamiento (2 plazas para minusválidos).
- 3 escaleras especialmente protegidas de comunicación de planta sótano con planta baja, una de ellas saliendo directamente a la zona peatonal de la parcela.
- Dos ascensores, adaptados para minusválidos de comunicación del sótano con la planta baja.
- Un montacargas.
- Un cuarto de instalaciones dedicado a grupo electrógeno.
- Almacenamiento de todo el edificio.
- Foso de la sala polivalente.

Sector S-2: Espacio central, museo, aulas-taller y cafetería-restaurante

Uso de pública concurrencia y superficie construida < 5.000 m²

- Espacio central en planta baja y primera, incluyendo aseos de planta.
- Museo en planta baja.
- Aulas - taller en planta primera.
- Cafetería-restaurante en planta baja, incluyendo cocina, almacén y cuartos de baño, con salida directa al exterior.

Sector S-3: Auditorio

Uso de pública concurrencia y superficie construida < 2.500 m²

- Sala auditorio en planta baja y planta primera.
- Camerinos, sala de control y pasillos.
- Cabina de audiovisuales, cuartos de instalaciones y proyección.

Sector S-4: Salas polivalentes y de ensayo

Uso de pública concurrencia cuya superficie construida < 2.500 m²

- Dos aulas polivalentes en planta primera.
- Dos aulas de ensayo en planta primera.

Sector S-5: Biblioteca, zona infantil, tienda y administración

Uso de pública concurrencia y administrativo cuya superficie construida < 2.500 m²

- Zona infantil y tienda en planta baja.
- Biblioteca en planta baja y primera.
- Administración en planta primera.

Locales y zonas de riesgo especial

Los locales y zonas de riesgo especial son los siguientes:

Planta sótano

- Almacén de elementos combustibles: V=380 m³ < 400 m³ — clasificación RIESGO MEDIO
- Salas de máquinas de instalación de climatización — clasificación RIESGO BAJO
- Local de contadores de electricidad: en todo caso — clasificación RIESGO BAJO
- Centro de transformación: en todo caso — clasificación RIESGO BAJO
- Salas de maquinaria de ascensores: clasificación RIESGO BAJO
- Sala de grupo electrógeno: en todo caso — clasificación RIESGO BAJO

Planta baja

- Cocina: P < 20 Kw, superficie total 36.60 m² — clasificación RIESGO BAJO
- Salas de vestuarios: S = 62 m² < 100 m² — clasificación RIESGO BAJO
- Salas de máquinas de instalación de climatización — clasificación RIESGO BAJO

Planta primera

- Salas de vestuarios: S = 62 m² < 100 m² — clasificación RIESGO BAJO
- Salas de máquinas de instalación de climatización — clasificación RIESGO BAJO

Estudiados los posibles espacios de riesgo especial, para los locales de riesgo bajo se tomarán las siguientes medidas:

- Resistencia al fuego de la estructura portante R 90
- Resistencia al fuego de las paredes y techos que separan la zona del resto del edificio EI 90
- Vestíbulo de independencia en cada comunicación de la zona con el resto del edificio: no es preciso.
- Puertas de comunicación con el resto del edificio EI2 45 – C5
- Máximo recorrido de evacuación hasta alguna salida del local ≤ 25 m (Podrá aumentarse un 25% cuando la zona esté protegida con una Instalación automática de extinción).

Para el local de riesgo medio se tomarán las siguientes medidas:

- Resistencia al fuego de la estructura portante R 120
- Resistencia al fuego de las paredes y techos que separan la zona del resto del edificio EI 120
- Vestíbulo de independencia en cada comunicación de la zona con el resto del edificio: si es preciso.

(1) Ver esquemas de planta en ANEXOS>PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS>SECTORES

- Puertas de comunicación con el resto del edificio 2 x EI2 30 – C5
- Máximo recorrido de evacuación hasta alguna salida del local ≤ 25 m (Podrá aumentarse un 25% cuando la zona esté protegida con una instalación automática de extinción)

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

Se cumplen las condiciones de las clases de reacción al fuego de los elementos constructivos, según se indica en la tabla 4.1.

SI 2- Propagación exterior

Medianeras y fachadas

No existen medianeras con otros edificios pues se encuentra aislado.

Se limita el riesgo de propagación horizontal y vertical exterior entre sectores cumpliendo los requisitos que se establecen en el db-si.

Cubiertas

No es necesario justificar pues no existe encuentro entre una cubierta y una fachada que pertenezcan a sectores de incendio o a edificios diferentes.

SI 3- Evacuación de ocupantes

Cálculo de la ocupación

Tal y como establece la sección SI 3 del DB-SI.

En función de esta tabla la ocupación prevista será la siguiente:

Recinto o planta	Tipo de uso	Zona, tipo de actividad	Superficie útil	m ² / persona	n° de personas
Planta sótano	Aparcamiento	-	4610,00	40	115
	Archivos, almacenes	Almacén	161,50	40	4
TOTAL					119
Planta baja	Cualquiera	Aseos de planta 1	28,00	3	9
	Cualquiera	Aseos de planta 2	32,00	3	11
	Pública concurrencia		116,12	1	116
	Pública concurrencia	Vestíbulo, acceso y pasillos	1603,00	2	802
	Pública concurrencia	Bar-cafetería	209,90	1,5	140
	Pública concurrencia	Zona de butacas		1p/asiento	252
	Pública concurrencia	Museo	1108,00	2	554
	Pública concurrencia	Camerino 1	32,00	2	16
	Pública concurrencia	Camerino 2	31,50	2	16
	Pública concurrencia	Biblioteca	357,90	2	179
	Comercial	Tienda (poca afluencia)	123,20	5	25
	Administrativo	Sala control	32,90	10	3
	Docente	Zona infantil	182,00	2	91

Recinto o planta	Tipo de uso	Zona, tipo de actividad	Superficie útil	m ² / persona	n° de personas
TOTAL					2213
Planta primera	Cualquiera	Aseos de planta 1	28,00	3	9
	Cualquiera	Aseos de planta 2	32,00	3	11
	Pública concurrencia	Vestíbulo, acceso y pasillos	1186,00	2	593
	Pública concurrencia	Zona de butacas		1p/asiento	66
	Pública concurrencia	Biblioteca	302,00	2	151
	Pública concurrencia	Camerino 1	32,00	2	16
	Pública concurrencia	Camerino 2	31,50	2	16
	Pública concurrencia	Sala polivalente 1	106,40	1	106
	Pública concurrencia	Sala polivalente 1	106,40	1	106
	Docente	Aulas ensayo 1	48,00	1,5	32
	Docente	Aulas ensayo 2	65,00	1,5	43
	Docente	Aulas-taller	670,00	5	134
	Administrativo	Oficinas	350,00	10	35
TOTAL					1319
TOTAL OCUPACIÓN					3651

Número de salidas y longitud de los recorridos

Se han seguido los criterios que se indican en la tabla 3.1 del DB SI 3 para el análisis y la proyección de la evacuación del edificio.

Dimensionado de los medios de evacuación

Cálculo del dimensionado de los medios de evacuación (apdo 4.2 de la sección SI 3.4 de DB-SI)

Nombre del elemento de evacuación	Tipo	Formula dimensionado	E	S	AS	P	Aplicación fórmula	Anchura mínima (m)	Anchura de proyecto (m)
Planta sótano	Escalera 1	$E \leq 3S + 160A_s$	119	15,40	1,30		254,20	1,20	1,30
Pública concurrencia	Protegida. Evacuación asc.								
2,80 < h \leq 6,00 m	Escalera 2	$E \leq 3S + 160A_s$	119	17,90	1,30		261,70	1,30	1,30
	Protegida. Evacuación asc.								
	Escalera 3	$E \leq 3S + 160A_s$	119	32,50	1,30		305,50	1,30	1,30
	Protegida. Evacuación asc.								
	Puertas vestibulo independencia escalera 1	$A \geq P/200 \geq 0,80$ m				119	0,60	0,80	1,65 con dos hojas de 0,82
	Puertas vestibulo independencia escalera 2	$A \geq P/200 \geq 0,80$ m				119	0,60	0,80	1,65 con dos hojas de 0,82
	Puertas vestibulo independencia escalera 3	$A \geq P/200 \geq 0,80$ m				119	0,60	0,80	1,65 con dos hojas de 0,82

Nombre del elemento de evacuación	Tipo	Formula dimensionado	E	S	AS	P	Aplicación fórmula	Anchura mínima (m)	Anchura de proyecto (m)
Planta Primera	Escalera 1	$E \leq 3S + 160A_s$	229	15,40	1,30		254,20	1,20	1,30
Pública concurrencia	Protegida. Evacuación desc.								
	Escalera 2	$E \leq 3S + 160A_s$	151	17,90	1,30		261,70	1,30	1,30
	Protegida. Evacuación desc.								
	Escalera 3	$E \leq 3S + 160A_s$	303	32,50	1,30		305,50	1,30	1,30
	Protegida. Evacuación desc.								
	Escalera 4	$A \geq P / 160$				151	0,76		2,00
No protegida. Evacuación desc.	No se utiliza ya que hay otra escalera protegida								
Planta Baja	Escalera 5	$A \geq P / 160$				204	1,02		2,00
	No protegida. Evacuación desc.	No se utiliza ya que hay otra escalera protegida							
	Escalera 6	$A \geq P / 160$				280	1,40		2,00
	No protegida. Evacuación desc.	No se utiliza ya que hay otra escalera protegida							
Pública concurrencia	Puertas salida edificio 1	$A \geq P/200 \geq 0,80 \text{ m}$				732	3,66	3,66	5,20 (2 puertas con dos hojas de 1,30)
	Puertas salida edificio 2	$A \geq P/200 \geq 0,80 \text{ m}$				882	4,41	4,41	5,20 (2 puertas con dos hojas de 1,30)
	Puertas salida edificio 3	$A \geq P/200 \geq 0,80 \text{ m}$				779	3,90	3,90	5,20 (2 puertas con dos hojas de 1,30)
	Puertas salida edificio 4	$A \geq P/200 \geq 0,80 \text{ m}$				618	3,09	3,09	5,20 (2 puertas con dos hojas de 1,30)
	Puertas salida edificio 5	$A \geq P/200 \geq 0,80 \text{ m}$				270	1,35	1,35	1,45 con dos hojas de 0,72
	Puerta lateral salida auditorio	$A \geq P/200 \geq 0,80 \text{ m}$				295,00	1,48	1,48	1,48 con dos hojas de 0,74

Protección de las escaleras

En la tabla 5.1 del DB-SI se establecen las condiciones de protección que deben cumplir las escaleras previstas para evacuación. En nuestro caso cumplimos con las indicaciones:

Escaleras protegidas para evacuación descendente

- $h \leq 20\text{m}$ para (pública concurrencia)
- $h \text{ proyecto} = 8,2 \text{ m}$

Escaleras no protegidas para evacuación descendente

- $h \leq 10\text{m}$ para (pública concurrencia)
- $h \text{ proyecto} = 8,2 \text{ m}$

Puertas situadas en recorridos de evacuación

Se han tenido en cuenta las indicaciones de este apartado en la elección de puertas situadas en recorridos de evacuación.

Señalización de los medios de evacuación.

Se utilizarán las señales de evacuación definidas en la norma UNE 23034:1988.

Las señales serán visibles incluso en caso de fallo en el suministro al alumbrado normal. Cuando sean fotoluminiscentes, sus características de emisión luminosa cumplen lo establecido en la norma UNE 23035-4:2003.

SI 4- Instalaciones de protección contra incendios

Dotación de instalaciones de protección contra incendios⁽²⁾

La obra dispondrá de los equipos e instalaciones de protección contra incendios que se indican en la tabla 1.1 de este capítulo, en concreto el apartado dedicado a **EDIFICIOS DE PÚBLICA CONCURRENCIA**.

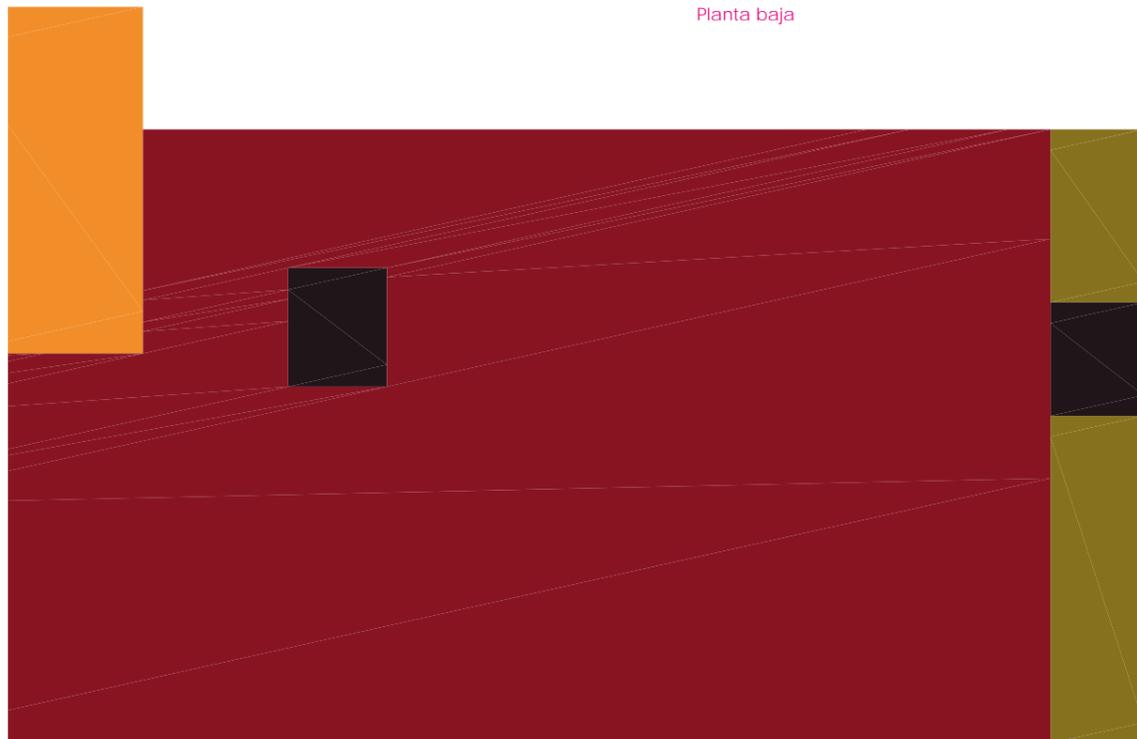
(2) Ver esquemas de planta en ANEXOS>PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS>PLANTAS DE INCENDIOS



Planta baja

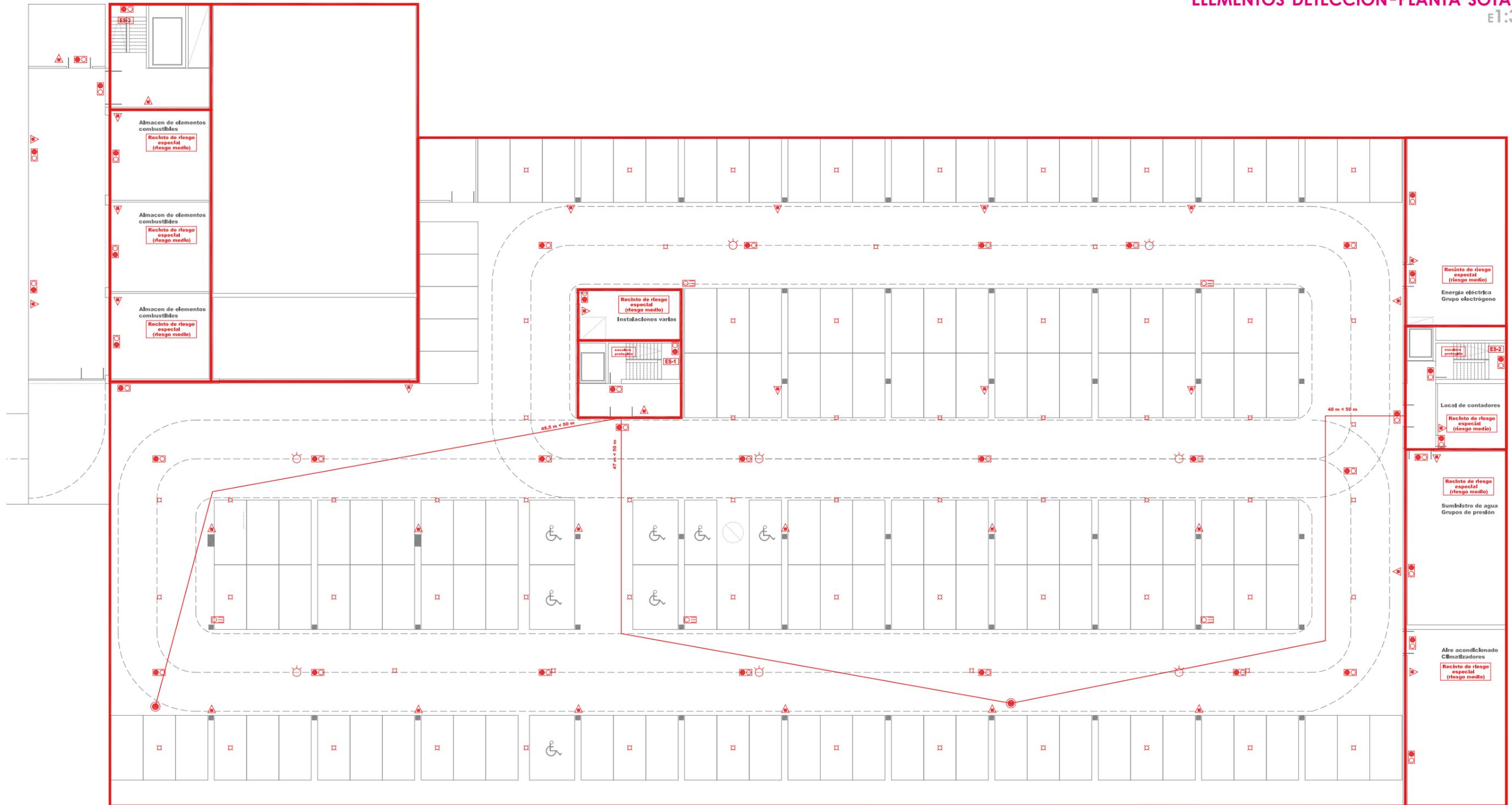


Planta primera

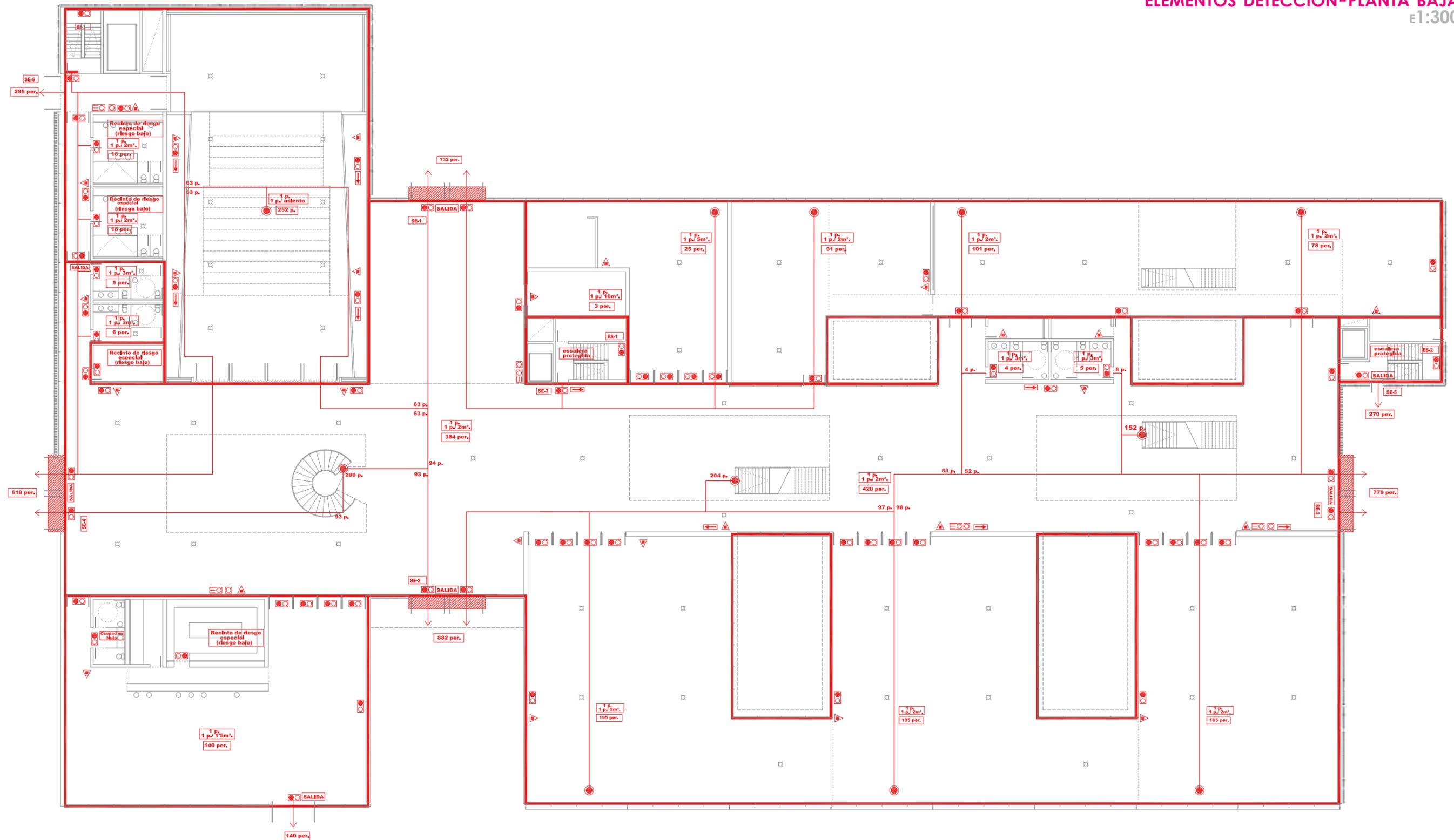


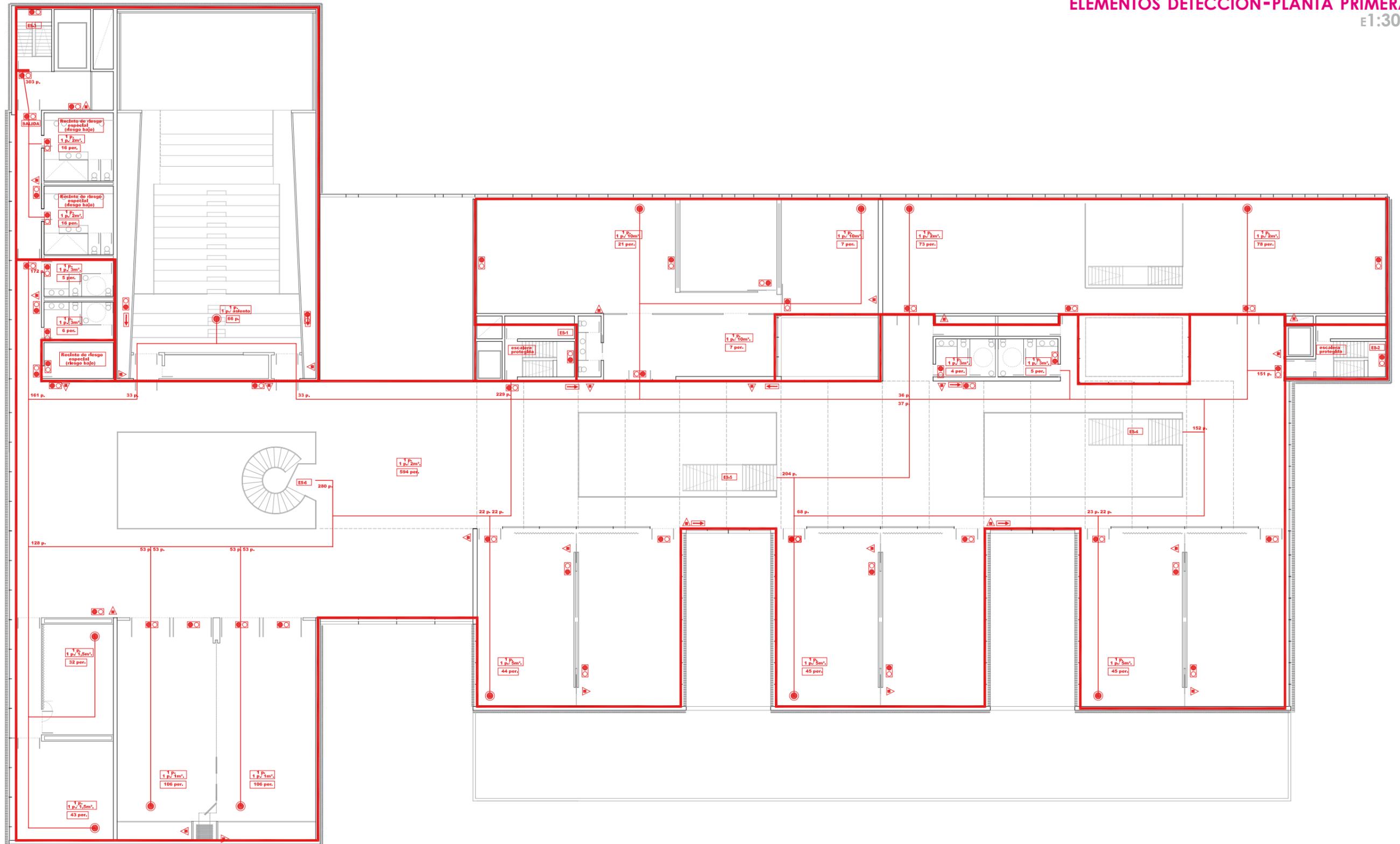
Planta sótano

- Sector S-1: Garaje
- Sector S-3: Auditorio
- Sector S-5: Biblioteca, zona infantil, tienda y administración
- Sector S-2: Espacio central, museo, aulas-taller y cafetería-restaurante
- Sector S-4: Salas polivalentes y de ensayo
- REB
- Escaleras protegidas



- | | | | | | |
|--|-----------------------------|--|---------------------------|--|------------------------------------|
| | Detector termovelocimétrico | | Cartel señalizador SALIDA | | EXTINTOR MOVIL 21A-55B-113 B |
| | Detector de CO ₂ | | Bies | | Sectores de incendios |
| | Luz de emergencia | | Pulsador de alarma | | Cartel señalizador recorrido evac. |





- | | | | | | |
|--|-----------------------------|--|----------------------------------|--|------------------------------------|
| | Detector termovelocimétrico | | SALIDA Cartel señalizador SALIDA | | EXTINTOR MOVIL 21A-55B-113 B |
| | Detector de CO ₂ | | Bies | | Sectores de incendios |
| | Luz de emergencia | | Pulsador de alarma | | Cartel señalizador recorrido evac. |

4.8 accesibilidad

Introducción

Vamos a exponer las consideraciones referentes a la accesibilidad urbanística y arquitectónica, tenidas en cuenta en el diseño del centro socio-cultural. El tipo de usuario que se prevé utilice el centro engloba desde niños hasta adultos. Siendo, pues, una buena ocasión para concienciar desde la juventud, de la importancia de la integración en la vida diaria de las personas con algún tipo de minusvalía, requiriendo para ello, un adecuado diseño arquitectónico. Con ello, se entiende la eliminación de barreras arquitectónicas más que como una solución para los discapacitados, como una mejora de la calidad de vida para todos.

Accesibilidad urbanística

Itinerarios peatonales

Los itinerarios planteados no alcanzan grados de inclinación que dificulten su utilización a personas de movilidad reducida, teniendo la anchura suficiente para permitir el paso de dos personas en sillas de ruedas.

El edificio se encuentra situado a cota de suelo, no existe ningún obstáculo en todo el centro socio-cultural, y las ventanas colocadas de suelo a techo están empotradas en el pavimento para que no supongan un obstáculo al paso. Existen ascensores con el tamaño suficiente que permitirán el acceso a la planta primera.

El acceso al auditorio se produce a cota de suelo al igual que el acceso a las filas centrales de asientos (donde se disponen zonas para los espectadores en silla de ruedas). También se produce un acceso directo desde la zona de butacas al escenario por medio de un pasillo lateral.

Pavimento exterior

Las juntas se colocarán a tope de manera que no aparezcan grietas o elementos salientes que podrían confundir al usuario. Las rejillas y los registros se enrasarán con el pavimento por el mismo motivo, y presentarán una malla lo suficientemente densa como para no quedar atrapados.

Los pavimentos serán duros y antideslizantes. En los espacios en los que se recurra a pavimentos blandos, estos estarán suficientemente compactados, y bien resuelta su escorrentía para evitar la formación de charcos.

Accesibilidad arquitectónica

Puertas y ancho de pasillo

Los anchos de pasillo deben ser como mínimo de 0'90 m, pero si se requiere maniobra nos vemos obligados a aumentarlo a 1'50 m. En nuestro caso cumplimos sobradamente con esta norma, pues desde un principio se intentó hacer desaparecer los pasillos, aumentando la dimensión de estos espacios confiriéndoles el carácter de "calle" o espacios diáfanos.

Las puertas y los pasos serán como mínimo de 0'8 m para el adecuado paso de las sillas de ruedas. En nuestro caso dispondremos de puertas de una hoja con un hueco de 0'9 m y puertas dobles con un hueco de 1'50 m. Se dispondrá de un espacio de 1'20 m por delante y por detrás para facilitar las maniobras de acceso. Todas las puertas tendrán pues, un ancho superior a 0'80 m y dispondrán de mecanismos de apertura de fácil maniobrabilidad.

Servicios higiénicos

Los servicios higiénicos adaptados se han integrado con el resto de servicios generales de modo que formen parte de la totalidad. En los aseos comunes se ha tenido en cuenta respetar las dimensiones mínimas para la maniobrabilidad en ellos de las personas discapacitadas.

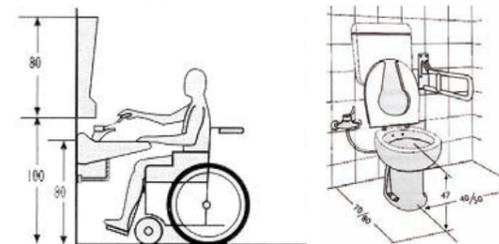
En los lavabos se tendrán las siguientes consideraciones:

- lavabos sin pies de apoyo y fuertemente anclados a la pared. Altura 70 cm.
- grifería que se pueda accionar con facilidad, del tipo mono-mando.

Los espejos se prolongarán hasta el propio lavabo, para facilitar su uso por parte de niños y personas de poca movilidad.

Por otra parte, los inodoros reunirán los siguientes requisitos:

- colgados de la pared, pues permiten una mayor maniobrabilidad y mejor limpieza.
- su altura será la de la silla de ruedas (0'45 m).
- se dispondrá de barra fija, entre el inodoro y la pared lateral más cercana, y de barra abatible al otro lado del inodoro.



Aparcamientos

Se reservará una plaza para minusválidos por cada 50 plazas estándar, estas estarán señalizadas y situadas próximas a los accesos del itinerario practicable. Las dimensiones mínimas serán de 3,30 m x 4,50 m.

5 anexos

5.1 cálculo de estructuras.49

5.1 cálculo de estructuras

Forjado reticular

Además de todo lo especificado en el apartado anterior cabe señalar el empleo de la siguiente publicación:

- Regalado Tesoro, Florentino. Los forjados reticulares: diseño, análisis, construcción y patología; I.S.B.N. 84-930696-0-4

Canto de forjado

La EHE en su Artículo 50.º Estado Límite de Deformación señala que:

50.2.2.1. Cantos mínimos

“En vigas y losas de edificación, no será necesaria la comprobación de flechas cuando la relación luz/canto útil del elemento estudiado sea igual o inferior al valor indicado en la tabla 50.2.2.1.a.”

“Para vigas o losas aligeradas con sección en T, en que la relación entre la anchura del ala y del alma sea superior a 3, las esbelteces L/d deben multiplicarse por 0,8.” Aspecto que inicialmente suponemos no posible en nuestro caso.

Tabla 50.2.2.1.a Relaciones L/d en vigas y losas de hormigón armado sometidos a flexión simple

Sistema estructural	K	Elementos fuertemente armados $\rho=1,5\%$	Elementos débilmente armados $\rho=0,5\%$
Recuadros exteriores y de esquina en losas sin vigas sobre apoyos aislados	1,15	16	23
Recuadros interiores en losas sin vigas sobre apoyos aislados	1,20	17	24
Voladizo	0,40	6	8

En losas sobre apoyos aislados (pilares), las esbelteces dadas se refieren a la luz mayor.

En nuestro caso se tomarán las magnitudes de la columna “Elementos débilmente armados” por tratarse de valores más restrictivos.

Así pues, se pasa a definir los cantos del forjado a partir de la tabla anterior:

- Luz de 12m:

$$\text{Recuadros int: } \frac{1200}{24} = 50,00\text{cm}$$

$$\text{Recuadros ext: } \frac{1200}{23} = 52,17\text{cm}$$

- Luz de 8m:

$$\text{Recuadros int: } \frac{800}{24} = 33,33\text{cm}$$

$$\text{Recuadros ext: } \frac{800}{23} = 34,78\text{cm}$$

- Con tal de homogeneizar la estructura y facilitar el proceso constructivo, el canto del forjado reticular en la mayor parte del edificio será de 40cm, excepto en la banda central y zonas de luces de 12m, en dónde se requiere una losa de 60cm.

Tamaño de los ábacos.

Tienen la misión fundamental de canalizar las cargas que transportan los nervios a los pilares y resistir los cortantes de punzonamiento que se producen alrededor de los mismos. El tamaño de los ábacos pretende reforzar la losa buscando los puntos de momentos nulos bordeando los pilares; es decir, los puntos de inflexión donde la placa invierte su curvatura negativa a curvatura positiva.

El Apartado 3.2.5 de *Los forjados reticulares: diseño, análisis, construcción y patología* señala que la distancia del eje del soporte al borde del ábaco no debe ser un valor menor de 0,15 de la luz correspondiente del recuadro considerado.

Sin embargo, si observamos la NTE-EHR ésta señala un valor mínimo de 1/6 de la luz contigua en la misma dirección, equivalente a 0,17 L, siendo más restrictivo que el apartado anterior.

Se utilizará pues esta última especificación.

Zunchos de bordes y de huecos

Teniendo en cuenta las recomendaciones de Florentino Regalado Tesoro dispondremos de zunchos en torno a los 25-30 cm como mínimo.

Capa de compresión

El apartado 55.2 Placas, losas y forjados bidireccionales sobre apoyos aislados de la EHE señala:

“La separación entre ejes de nervios no superara los 100 cm y el espesor de la capa superior no será inferior a 5 cm y deberá disponerse en la misma una armadura de reparto en malla.”

Intereses y geometría de los nervios

Debido a la modulación tomada desde el inicio del proyecto, se toma un **interese de 80 cm**, sabiendo que la separación máxima que establece la EHE es de 1m.

Por lo que se refiere a las indicaciones de Florentino Regalado, éste señala que el ancho mínimo de los nervios debe cumplir:

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

$$b \geq \frac{h}{4}, \text{ siendo } h \text{ la altura del bloque aligerante}$$

En tal caso, de tratarse de la parte de forjado de 35 cm:

$$\frac{(40-5)}{4} = 8,75\text{cm}$$

Para el forjado de 55cm:

$$\frac{(60-5)}{4} = 13,75\text{cm}$$

Asimismo, el mismo autor señala otros criterios más conservadores, que señalan un ancho mínimo para los nervios igual a:

$$b \geq 10\text{cm}$$

$$b \geq 0,28H, \text{ siendo } H \text{ la altura total del forjado}$$

En tal caso, caso de tratarse de la parte de forjado de 35 cm:

$$0,28 \times 40 = 11,2\text{cm}$$

Para el forjado de 55cm:

$$0,28 \times 60 = 16,8\text{cm}$$

A partir de aquí, y considerando la recomendación de uno de los profesores de estructuras de la ETSAV, se dispondrá de **nervios de 20 cm**, previendo así posibles problemas futuros de solapos de armadura.

Predimensionado forjado reticular: ZONA DE AULAS (7x8m)

Armadura longitudinal

Debido a las diferentes posibilidades de cargas y longitudes de retícula optamos por realizar un predimensionado de alguna de las partes del edificio. Optamos, pues, por una de las zonas tipo del edificio (zona de aulas), puesto que el dimensionado será similar al del resto.

Contamos con los siguientes datos de partida:

Carga característica	$q_k = p \cdot p \cdot + s \cdot u$
Canto forjado	$h = 40\text{cm}$

De este modo, se pasa a enumerar los compones de las acciones gravitatorias que influyen en nuestra estructura:

Peso propio:

Resina epoxi	0,50 kN/m ²
Suelo radiante	0,30 kN/m ²
Aislante térmico	0,10 kN/m ²
Forjado bidireccional aligerado in situ	10,00 kN/m ²
Instalaciones colgadas	0,40 kN/m ²
Falso techo	0,20 kN/m ²
TOTAL	11,50 kN/m ²

Sobrecargas

Sobrecarga de uso	3,00 kN/m ²
Edif. Público. Subcat. C1: Zona con mesas y sillas	

Para analizar la flexión en la losa se utiliza el método de los pórticos virtuales. Se toman dos direcciones perpendiculares x e y.

EJE X del pórtico virtual

Datos de partida:

Carga característica	$q_k = 11,50 + 3 = 14,50 \text{ kN/m}^2$
Canto forjado	$h = 40\text{cm}$
Luz	$L = 8\text{m}$
Ancho pórtico virtual	$a = 7\text{m}$

Momentos de cálculo:

$$M_0 = \frac{(q_k \times a \times L^2)}{8} = \frac{(14,50 \times 7 \times 8^2)}{8} = 812 \text{ kNm}$$

Por lo que el momento positivo total:

$$M^+ = 0,5M_0 = 0,5 \times 812 = 406 \text{ kNm}$$

Y el momento negativo total:

$$M^- = 0,8M_0 = 0,8 \times 812 = 649,6 \text{ kNm}$$

Este momento corresponde a todo el ancho del pórtico, ahora hay que repartirlo por bandas, donde el 75% se va a la banda de pilares y el 40% a la central (suman más del 100% para ir del lado de la seguridad).

Momento de cálculo por nervio:

Banda de pilares:

$$M_d^+ = 1,5(M^+) \times 0,75 \times \frac{1}{a/2} \times \text{intereje} = 1,5(406) \times 0,75 \times \frac{1}{7/2} \times 0,8 = 104,4 \text{ kNm}$$

$$M_d^- = 1,5(M^-) \times 0,75 \times \frac{1}{a/2} \times \text{intereje} = 1,5(649,6) \times 0,75 \times \frac{1}{7/2} \times 0,8 = 167,04 \text{ kNm}$$

Banda central:

$$M_d^+ = 1,5(M^+) \times 0,20 \times \frac{1}{a/4} \times \text{intereje} = 1,5(406) \times 0,20 \times \frac{1}{7/4} \times 0,8 = 55,68 \text{ kNm}$$

$$M_d^- = 1,5(M^-) \times 0,20 \times \frac{1}{a/4} \times \text{intereje} = 1,5(649,6) \times 0,20 \times \frac{1}{7/4} \times 0,8 = 89,088 \text{ kNm}$$

Armadura:

Se calculará la A_s para banda central y para la banda de pilares.

Banda de pilares:

$$A_s^+ = \frac{M_d^+}{0,8hf_{yd}} [\times 10] = \frac{104,4}{0,8 \times 0,40 \times 434,79} [\times 10] = 7,504 \text{ cm}^2/\text{nervio}$$

Se necesitarán por tanto 4 barras de Ø16mm por nervio en la parte central inferior

$$A_s^- = \frac{M_d^-}{0,8hf_{yd}} [\times 10] = \frac{167,04}{0,8 \times 0,40 \times 434,79} [\times 10] = 12,006 \text{ cm}^2/\text{nervio}$$

Se necesitarán por tanto 4 barras de Ø20mm por nervio en los extremos superiores

Banda central:

$$A_s^+ = \frac{M_d^+}{0,8hf_{yd}} [\times 10] = \frac{55,68}{0,8 \times 0,40 \times 434,79} [\times 10] = 4,002 \text{ cm}^2/\text{nervio}$$

Se necesitarán por tanto 2 barras de Ø16mm por nervio en la parte central inferior

$$A_s^- = \frac{M_d^-}{0,8hf_{yd}} [\times 10] = \frac{89,088}{0,8 \times 0,40 \times 434,79} [\times 10] = 6,403 \text{ cm}^2/\text{nervio}$$

Se necesitarán por tanto 2 barras de Ø20mm por nervio en los extremos superiores

EJE Y del pórtico virtual

Datos de partida:

Carga característica	$q_k = 11,50 + 3 = 14,50 \text{ kN/m}^2$
Canto forjado	$h = 40 \text{ cm}$
Luz	$L = 7 \text{ m}$
Ancho pórtico virtual	$a = 8 \text{ m}$

Momentos de cálculo:

$$M_0 = \frac{(q_k \times a \times L^2)}{8} = \frac{(14,50 \times 8 \times 7^2)}{8} = 710,5 \text{ kNm}$$

Por lo que el momento positivo total:

$$M^+ = 0,5M_0 = 0,5 \times 710,5 = 355,25 \text{ kNm}$$

Y el momento negativo total:

$$M^- = 0,8M_0 = 0,8 \times 710,5 = 568,4 \text{ kNm}$$

Este momento corresponde a todo el ancho del pórtico, ahora hay que repartirlo por bandas, donde el 75% se va a la banda de pilares y el 40% a la central (suman más del 100% para ir del lado de la seguridad).

Momento de cálculo por nervio:

Banda de pilares:

$$M_d^+ = 1,5(M^+) \times 0,75 \times \frac{1}{a/2} \times \text{intereje} = 1,5(355,25) \times 0,75 \times \frac{1}{8/2} \times 0,8 = 79,93 \text{ kNm}$$

$$M_d^- = 1,5(M^-) \times 0,75 \times \frac{1}{a/2} \times \text{intereje} = 1,5(568,4) \times 0,75 \times \frac{1}{8/2} \times 0,8 = 127,89 \text{ kNm}$$

Banda central:

$$M_d^+ = 1,5(M^+) \times 0,20 \times \frac{1}{a/4} \times \text{intereje} = 1,5(355,25) \times 0,20 \times \frac{1}{8/4} \times 0,8 = 42,63 \text{ kNm}$$

$$M_d^- = 1,5(M^-) \times 0,20 \times \frac{1}{a/4} \times \text{intereje} = 1,5(568,4) \times 0,20 \times \frac{1}{8/4} \times 0,8 = 68,208 \text{ kNm}$$

Armadura:

Se calculará la A_s para banda central y para la banda de pilares.

Banda de pilares:

$$A_s^+ = \frac{M_d^+}{0,8hf_{yd}} [\times 10] = \frac{79,93}{0,8 \times 0,40 \times 434,79} [\times 10] = 5,745 \text{ cm}^2/\text{nervio}$$

Se necesitarán por tanto 3 barras de Ø16mm por nervio en la parte central inferior

$$A_s^- = \frac{M_d^-}{0,8hf_{yd}} [\times 10] = \frac{127,89}{0,8 \times 0,40 \times 434,79} [\times 10] = 9,192 \text{ cm}^2/\text{nervio}$$

Se necesitarán por tanto 3 barras de Ø20mm por nervio en los extremos superiores

Banda central:

$$A_s^+ = \frac{M_d^+}{0,8hf_{yd}} [\times 10] = \frac{42,63}{0,8 \times 0,40 \times 434,79} [\times 10] = 3,064 \text{ cm}^2/\text{nervio}$$

Se necesitarán por tanto 2 barras de Ø16mm por nervio en la parte central inferior

$$A_s^- = \frac{M_d^-}{0,8hf_{yd}} [\times 10] = \frac{68,208}{0,8 \times 0,40 \times 434,79} [\times 10] = 4,902 \text{ cm}^2/\text{nervio}$$

Se necesitarán por tanto 2 barras de Ø20mm por nervio en los extremos superiores

Cortante en reticular

Dimensionamiento de la armadura de cortante de los nervios de un reticular en la zona cercana a un ábaco.

El ábaco es la zona macizada alrededor del pilar en la que no se disponen casetones por necesitarse toda la sección para resistir el cortante y el punzonamiento. Se calcula el cortante en la unión nervio-ábaco. Se hace la suposición de distribución plástica que significa que, en todo el contorno del ábaco, todos los nervios tienen el mismo cortante. Esto es cierto ya que la diferencia de luces adyacentes no es excesiva.

Datos de partida:

Carga característica	$q_k = 11,50 + 3 = 14,50 \text{ kN/m}^2$
Canto forjado	$h = 40 \text{ cm}$

Cortante de cálculo total:

$$V_{d,\text{total}} = 1,5q \left[\left(\frac{(L_1 + L_2) \times (L_3 + L_4)}{4} \right) - a_1 a_2 \right] = 1,5 \times 14,50 \left[\left(\frac{(8+8) \times (7+7)}{4} \right) - 2 \times 2,75 \right] = 1098,375 \text{ kN}$$

19 nervios por ábaco

Cortante por nervio:

$$V_d = \frac{V_{d,\text{total}}}{n^\circ \text{ nervios}} = \frac{1098,375}{19} = 57,81 \text{ kN}$$

La **sección resistente del nervio** es de 40 x 20 cm

Pasamos a calcular la armadura. Previamente, se debe comparar V_d con el valor del cortante que resiste el hormigón solo V_{cu} .

$$V_{cu} = 0,5bd [\times 1000], \text{ siendo } b \text{ el ancho del nervio y } d = h - 0,05$$

$$V_{cu} = 0,5 \times 0,2 \times 0,35 \times 1000 = 35 \text{ kN}$$

Puesto que $V_d = 57,81 \text{ kN} > 35 \text{ kN} = V_{cu}$ se dispone de la siguiente armadura de cercos:

$$A_d = \frac{V_d - V_{cu}}{0,8hf_{ad}} [\times 10] = \frac{57,81 - 35}{0,8 \times 0,4 \times 434,79} \times 10 = 1,639 \text{ cm}^2$$

Se deben disponer los cm^2 por metro obtenidos en el primer casetón de cada nervio, es decir, en una longitud igual al intereje.

Una vez elegido el diámetro, por ejemplo 8, obtenemos:

$$n^\circ \text{ cercos} = \frac{A_d i}{2A_\phi}, \text{ siendo } i \text{ el intereje y } A_\phi \text{ el área de la sección:}$$

$$n^\circ \text{ cercos} = \frac{1,639 \times 0,8}{2 \times 0,50} = 1,3112 \approx 2 \text{ cercos}$$

Se dispondrán de 2 cercos.

Comprobamos si en la segunda fila de casetones sigue haciendo falta disponer armadura transversal. En este nuevo cálculo el cortante disminuye y aumenta el número de nervios que resisten.

28 nervios

$$V_{d,total} = 1,5q \left[\left(\frac{(L_1+L_2) \times (L_3+L_4)}{4} \right) - (a_1+2i)(a_2+2i) \right] =$$

$$= 1,5 \times 14,50 \left[\left(\frac{(8+8) \times (7+7)}{4} \right) - (2,75+2 \cdot 0,8)(2,75+2 \cdot 0,8) \right] = 806,436 \text{ kN}$$

Cortante por nervio:

$$V_d = \frac{V_{d,total}}{n^\circ \text{ nervios}} = \frac{806,43}{28} = 28,80 \text{ kN}$$

Puesto que $V_d = 28,80 \text{ kN} < 35 \text{ kN} = V_{cu}$ no será necesario añadir cercos en la segunda línea de nervios.

Punzonamiento

Comprobación a punzonamiento de un pilar central.

Datos de partida:

Carga característica	$q_k = 11,50 + 3 = 14,50 \text{ kN/m}^2$
Canto forjado	$h = 40 \text{ cm}$
Pilar rectangular	$0,4 \times 0,4 \text{ m}$

El punzonamiento se comprueba en los ábacos sobre los pilares.

Esfuerzo de punzonamiento

$$V_d = 1,5q_k \times \left[\left(\frac{L_1+L_2}{2} \right) \left(\frac{L_3+L_4}{2} \right) \right] = 1,5 \times 14,50 \times \left[\left(\frac{8+8}{2} \right) \left(\frac{7+7}{2} \right) \right] = 1218 \text{ kN}$$

La superficie crítica de punzonamiento es una superficie concéntrica a la utilizada para comprobar el cortante máximo, a una distancia $d/2$.

Superficie crítica: 2,279 cm²

La resistencia de las bielas se comprueba en la superficie de intersección entre la losa y el pilar. Se debe cumplir que:

$$V_d < 0,3f_{cd} 2d(a+b) [\times 1000] = 0,3 \times 20 \times 2 \times 0,35 \times 0,8 [\times 1000] = 3360 \text{ kN}$$

$V_d = 1218 \text{ kN} < 3360 \text{ kN}$, Cumple

El esfuerzo de punzonamiento debe resistirse con el hormigón (V_{cu}) y, si no es suficiente, con armadura. Se debe comparar V_d con el valor de la resistencia de la superficie crítica.

$$V_{cu} = 0,5A_{crit} [\times 1000] = 0,5 \times 2,279 [\times 1000] = 1259,5 \text{ kN}$$

$V_d = 1218 \text{ kN} < V_{cu} = 1259 \text{ kN}$, cumple, no es necesario añadir armadura

Predimensionado forjado reticular: ZONA DE CALLE (12x8m)

Armadura longitudinal

Contamos con los siguientes datos de partida:

Carga característica	$q_k = p.p. + s.u.$
Canto forjado	$h = 60 \text{ cm}$

De este modo, se pasa a enumerar los compones de las acciones gravitatorias que influyen en nuestra estructura:

Peso propio:

Resina epoxi	0,50 kN/m ²
Suelo radiante	0,30 kN/m ²
Aislante térmico	0,10 kN/m ²
Forjado bidireccional aligerado in situ	10,00 kN/m ²
Instalaciones colgadas	0,40 kN/m ²
Falso techo	0,20 kN/m ²
TOTAL	11,50 kN/m ²

Sobrecargas

Sobrecarga de uso	3,00 kN/m ²
Edif. Público. Subcat. C1: Zona con mesas y sillas	

Para analizar la flexión en la losa se utiliza el método de los pórticos virtuales. Se toman dos direcciones perpendiculares x e y.

EJE X del pórtico virtual

Datos de partida:

Carga característica	$q_k = 11,50 + 3 = 14,50 \text{ kN/m}^2$
Canto forjado	$h = 60 \text{ cm}$
Luz	$L = 8 \text{ m}$
Ancho pórtico virtual	$a = 12 \text{ m}$

Momentos de cálculo:

$$M_0 = \frac{(q_k \times a \times L^2)}{8} = \frac{(14,50 \times 12 \times 8^2)}{8} = 1392 \text{ kNm}$$

Por lo que el momento positivo total:

$$M^+ = 0,5M_0 = 0,5 \times 1392 = 696 \text{ kNm}$$

Y el momento negativo total:

$$M^- = 0,8M_0 = 0,8 \times 1392 = 1113,6 \text{ kNm}$$

Este momento corresponde a todo el ancho del pórtico, ahora hay que repartirlo por bandas, donde el 75% se va a la banda de pilares y el 40% a la central (suman más del 100% para ir del lado de la seguridad).

Momento de cálculo por nervio:

Banda de pilares:

$$M_d^+ = 1,5(M^+) \times 0,75 \times \frac{1}{a/2} \times \text{intereje} = 1,5(696) \times 0,75 \times \frac{1}{12/2} \times 0,8 = 104,4 \text{ kNm}$$

$$M_d^- = 1,5(M^-) \times 0,75 \times \frac{1}{a/2} \times \text{intereje} = 1,5(1113,6) \times 0,75 \times \frac{1}{12/2} \times 0,8 = 167,04 \text{ kNm}$$

Banda central:

$$M_d^+ = 1,5(M^+) \times 0,20 \times \frac{1}{a/4} \times \text{intereje} = 1,5(696) \times 0,20 \times \frac{1}{12/4} \times 0,8 = 55,68 \text{ kNm}$$

$$M_d^- = 1,5(M^-) \times 0,20 \times \frac{1}{a/4} \times \text{intereje} = 1,5(1113,6) \times 0,20 \times \frac{1}{12/4} \times 0,8 = 89,088 \text{ kNm}$$

Armadura:

Se calculará la A_s para banda central y para la banda de pilares.

Banda de pilares:

$$A_s^+ = \frac{M_d^+}{0,8hf_{yd}} [\times 10] = \frac{104,4}{0,8 \times 0,60 \times 434,79} [\times 10] = 5,002 \text{ cm}^2/\text{nervio}$$

Se necesitarán por tanto 3 barras de Ø16mm por nervio en la parte central inferior

$$A_s^- = \frac{M_d^-}{0,8hf_{yd}} [\times 10] = \frac{167,04}{0,8 \times 0,60 \times 434,79} [\times 10] = 8,004 \text{ cm}^2/\text{nervio}$$

Se necesitarán por tanto 3 barras de Ø20mm por nervio en los extremos superiores

Banda central:

$$A_s^+ = \frac{M_d^+}{0,8hf_{yd}} [\times 10] = \frac{55,68}{0,8 \times 0,60 \times 434,79} [\times 10] = 2,668 \text{ cm}^2/\text{nervio}$$

Se necesitarán por tanto 2 barras de Ø16mm por nervio en la parte central inferior

$$A_s^- = \frac{M_d^-}{0,8hf_{yd}} [\times 10] = \frac{89,088}{0,8 \times 0,60 \times 434,79} [\times 10] = 4,269 \text{ cm}^2/\text{nervio}$$

Se necesitarán por tanto 2 barras de Ø20mm por nervio en los extremos superiores

EJE Y del pórtico virtual

Datos de partida:

Carga característica	$q_k = 11,50 + 3 = 14,50 \text{ kN/m}^2$
Canto forjado	$h = 60 \text{ cm}$
Luz	$L = 12 \text{ m}$
Ancho pórtico virtual	$a = 8 \text{ m}$

Momentos de cálculo:

$$M_0 = \frac{(q_k \times a \times L^2)}{8} = \frac{(14,50 \times 8 \times 12^2)}{8} = 2088 \text{ kNm}$$

Por lo que el momento positivo total:

$$M^+ = 0,5M_0 = 0,5 \times 2088 = 1044 \text{ kNm}$$

Y el momento negativo total:

$$M^- = 0,8M_0 = 0,8 \times 2088 = 1670,4 \text{ kNm}$$

Este momento corresponde a todo el ancho del pórtico, ahora hay que repartirlo por bandas, donde el 75% se va a la banda de pilares y el 40% a la central (suman más del 100% para ir del lado de la seguridad).

Momento de cálculo por nervio:

Banda de pilares:

$$M_d^+ = 1,5(M^+) \times 0,75 \times \frac{1}{a/2} \times \text{intereje} = 1,5(1044) \times 0,75 \times \frac{1}{8/2} \times 0,8 = 234,9 \text{ kNm}$$

$$M_d^- = 1,5(M^-) \times 0,75 \times \frac{1}{a/2} \times \text{intereje} = 1,5(1670,4) \times 0,75 \times \frac{1}{8/2} \times 0,8 = 375,84 \text{ kNm}$$

Banda central:

$$M_d^+ = 1,5(M^+) \times 0,20 \times \frac{1}{a/4} \times \text{intereje} = 1,5(1044) \times 0,20 \times \frac{1}{8/4} \times 0,8 = 125,28 \text{ kNm}$$

$$M_d^- = 1,5(M^-) \times 0,20 \times \frac{1}{a/4} \times \text{intereje} = 1,5(1670,4) \times 0,20 \times \frac{1}{8/4} \times 0,8 = 200,448 \text{ kNm}$$

Armadura:

Se calculará la A_s para banda central y para la banda de pilares.

Banda de pilares:

$$A_s^+ = \frac{M_d^+}{0,8hf_{yd}} [\times 10] = \frac{234,9}{0,8 \times 0,60 \times 434,79} [\times 10] = 11,255 \text{ cm}^2 / \text{nervio}$$

Se necesitarán por tanto 4 barras de Ø20mm por nervio en la parte central inferior

$$A_s^- = \frac{M_d^-}{0,8hf_{yd}} [\times 10] = \frac{375,84}{0,8 \times 0,60 \times 434,79} [\times 10] = 18,008 \text{ cm}^2 / \text{nervio}$$

Se necesitarán por tanto 4 barras de Ø25mm por nervio en los extremos superiores

Banda central:

$$A_s^+ = \frac{M_d^+}{0,8hf_{yd}} [\times 10] = \frac{125,28}{0,8 \times 0,60 \times 434,79} [\times 10] = 6,003 \text{ cm}^2 / \text{nervio}$$

Se necesitarán por tanto 2 barras de Ø20mm por nervio en la parte central inferior

$$A_s^- = \frac{M_d^-}{0,8hf_{yd}} [\times 10] = \frac{200,448}{0,8 \times 0,60 \times 434,79} [\times 10] = 9,605 \text{ cm}^2 / \text{nervio}$$

Se necesitarán por tanto 2 barras de Ø25mm por nervio en los extremos superiores

Cortante en reticular

Dimensionamiento de la armadura de cortante de los nervios de un reticular en la zona cercana a un ábaco.

El ábaco es la zona macizada alrededor del pilar en la que no se disponen casetones por necesitarse toda la sección para resistir el cortante y el punzonamiento. Se calcula el cortante en la unión nervio-ábaco. Se hace la suposición de distribución plástica que significa que, en todo el contorno del ábaco, todos los nervios tienen el mismo cortante. Esto es cierto ya que la diferencia de luces adyacentes no es excesiva.

Datos de partida:

Carga característica	$q_k = 11,50 + 3 = 14,50 \text{ kN/m}^2$
Canto forjado	$h = 60 \text{ cm}$

Cortante de cálculo total:

$$V_{d,\text{total}} = 1,5q \left[\left(\frac{(L_1 + L_2) \times (L_3 + L_4)}{4} \right) - a_1 a_2 \right] = 1,5 \times 14,50 \left[\left(\frac{(8+8) \times (12+12)}{4} \right) - (3 \times 4) \right] = 1827 \text{ kN}$$

22 nervios por ábaco

Cortante por nervio:

$$V_d = \frac{V_{d,\text{total}}}{n^\circ \text{ nervios}} = \frac{1827}{22} = 83,045 \text{ kN}$$

La **sección resistente del nervio** es de 60 x 20 cm

Pasamos a calcular la armadura. Previamente, se debe comparar V_d con el valor del cortante que resiste el hormigón solo V_{cu} .

$$V_{cu} = 0,5bd [\times 1000], \text{ siendo } b \text{ el ancho del nervio y } d = h - 0,05$$

$$V_{cu} = 0,5 \times 0,2 \times 0,55 \times 1000 = 55 \text{ kN}$$

Puesto que $V_d = 83,04 \text{ kN} > 55 \text{ kN} = V_{cu}$ se dispone de la siguiente armadura de cercos:

$$A_d = \frac{V_d - V_{cu}}{0,8hf_{\text{ad}}} [\times 10] = \frac{83,04 - 55}{0,8 \times 0,6 \times 434,79} \times 10 = 1,343 \text{ cm}^2$$

Se deben disponer los cm^2 por metro obtenidos en el primer casetón de cada nervio, es decir, en una longitud igual al intereje.

Una vez elegido el diámetro, por ejemplo 8, obtenemos:

$$n^{\circ}\text{cercos} = \frac{A_d i}{2A_{\phi}}, \text{ siendo } i \text{ el intereje y } A_{\phi} \text{ el área de la sección:}$$

$$n^{\circ}\text{cercos} = \frac{1,343 \times 0,8}{2 \times 0,50} = 1,0744 \approx 2 \text{ cercos}$$

Se dispondrán de 2 cercos.

Comprobamos si en la segunda fila de casetones sigue haciendo falta disponer armadura transversal. En este nuevo cálculo el cortante disminuye y aumenta el número de nervios que resisten.

30 nervios

$$V_{d,\text{total}} = 1,5q \left[\left(\frac{(L_1+L_2) \times (L_3+L_4)}{4} \right) - (a_1+2i)(a_2+2i) \right] =$$

$$= 1,5 \times 14,50 \left[\left(\frac{(8+8) \times (12+12)}{4} \right) - (3+2 \cdot 0,8)(4+2 \cdot 0,8) \right] = 1527,72 \text{ kN}$$

Cortante por nervio:

$$V_d = \frac{V_{d,\text{total}}}{n^{\circ}\text{nervios}} = \frac{1527,72}{30} = 50,92 \text{ kN}$$

Puesto que $V_d = 50,92 \text{ kN} < 55 \text{ kN} = V_{cu}$ no será necesario añadir cercos en la segunda línea de nervios.

Punzonamiento

Comprobación a punzonamiento de un pilar central.

Datos de partida:

Carga característica	$q_k = 11,50 + 3 = 14,50 \text{ kN/m}^2$
Canto forjado	$h = 60 \text{ cm}$
Pilar rectangular	$0,4 \times 0,4 \text{ m}$

El punzonamiento se comprueba en los ábacos sobre los pilares.

Esfuerzo de punzonamiento

$$V_d = 1,5q_k \times \left[\left(\frac{L_1+L_2}{2} \right) \left(\frac{L_3+L_4}{2} \right) \right] = 1,5 \times 14,50 \times \left[\left(\frac{8+8}{2} \right) \left(\frac{12+12}{2} \right) \right] = 2088 \text{ kN}$$

La superficie crítica de punzonamiento es una superficie concéntrica a la utilizada para comprobar el cortante máximo, a una distancia $d/2$.

Superficie crítica: $3,033 \text{ cm}^2$

La resistencia de las bielas se comprueba en la superficie de intersección entre la losa y el pilar. Se debe cumplir que:

$$V_d < 0,3f_{cd} 2d(a+b) [\times 1000] = 0,3 \times 20 \times 2 \times 0,55 \times 0,8 [\times 1000] = 5280 \text{ kN}$$

$$V_d = 2088 \text{ kN} < 5280 \text{ kN}, \text{ Cumple}$$

El esfuerzo de punzonamiento debe resistirse con el hormigón (V_{cu}) y, si no es suficiente, con armadura. Se debe comparar V_d con el valor de la resistencia de la superficie crítica.

$$V_{cu} = 0,5A_{\text{crit}} [\times 1000] = 0,5 \times 3,033 [\times 1000] = 1516,5 \text{ kN}$$

$$V_d = 2088 \text{ kN} > V_{cu} = 1516,5 \text{ kN}, \text{ no cumple, es necesario añadir armadura}$$

Se dispondrá de la siguiente armadura:

$$A_d = \frac{V_d - 0,8V_{cu}}{0,8hf_{sd}} [\times 10] = \frac{2088 - 0,8 \times 1516,5}{0,8 \times 0,6 \times 434,79} [\times 10] = 41,91 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A = A_d d = 41,91 \times 2 \times 0,55 = 46,101 \text{ cm}^2$$

Se deberán disponer de 18 ϕ de 20mm alrededor del pilar, de forma concéntrica separada radialmente, como mucho $0,75 \times d = 0,412 \text{ m}$