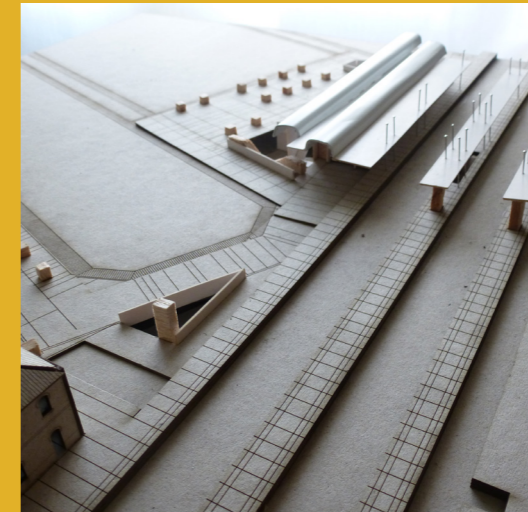


3 PROGRAMAS Y 1/2 EN SILLA

PROYECTO DE ARQUITECTURA



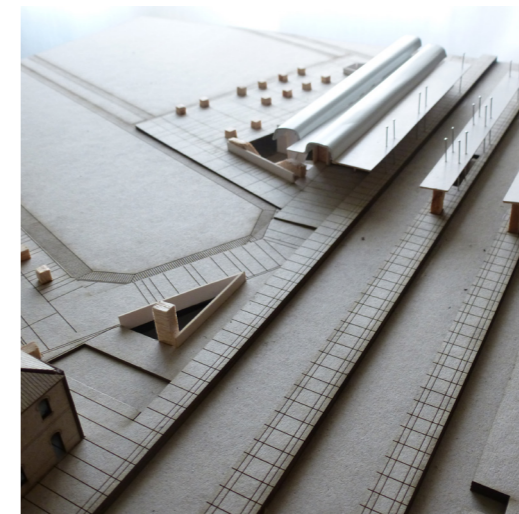
DANIEL VEENSTRA MARTINEZ

TFM | taller 5 | ETSA | UPV

Estación de Silla con Aparcamiento, Mercado y Supermercado

3 PROGRAMAS Y 1/2 EN SILLA

Memoria descriptiva



DANIEL VEENSTRA MARTINEZ

TFM | taller 5 | ETSA | UPV

Esta Memoria define la propuesta arquitectónica de nueva estación ferroviaria de cercanías de Silla, con equipamientos comerciales y aparcamiento subterráneo anexos al misma. La propuesta se justifica previamente mediante el análisis del lugar en su estado actual, con su estructura y conflictos urbanos asociados, que aquella trata de eliminar o minimizar. A continuación se describe la propuesta en su programa y características constructivas de mayor relevancia. Finalmente se da un paso atrás y se propone una reflexión sobre lo que ha sido el proceso de diseño, la evolución del trabajo y las diversas referencias que han influido sobre el resultado final o simplemente en el desarrollo.

En cada apartado se indican los planos de la Memoria Gráfica que son necesarios para comprender el texto de este documento.

1.	LUGAR	6
1.1	El municipio	8
1.2	Equipamientos	10
1.3	El parque y su paseo	12
1.4	Mercado municipal y mercado ambulante	14
1.5	Estación actual	16
1.6	La topografía	18
1.7	El aparcamiento, un espacio sin resolver	20
2.	PROYECTO	22
2.1	Programa	24
2.2	Implantación	26
2.3	El edificio de Mercado - Estación	28
2.4	Las carpinterías	30
2.5	Recorridos	32
2.6	Distribución de la estación	34
2.7	Detalles de interés	36
3.	DESARROLLO	38
3.1	Inicios	40
3.2	Etapas y principales obstáculos	42
3.3	Acerca del edificio histórico	44
3.4	Referencias constructivas	46
3.5	Mercados	48
3.6	Estaciones	50
3.7	Reflexión personal	52

1. LUGAR



Imagen 1.0

Silla y sus alrededores

1.1 El municipio

Planos U1 - U2

Al llegar a Silla en el ferrocarril, la terminal de contenedores situada en frente de la estación le llama poderosamente la atención. Es un paisaje urbano singular que nos recuerda a una instalación portuaria. Las vías separan la ciudad de esta gran área industrial. En un futuro no muy lejano se prevee el traslado de esta terminal. El espacio liberado podrá así ser utilizado en parte para uso residencial. El proyecto de estación pretende ser compatible con este escenario futuro y, en la medida de lo posible, ser un punto de conexión entre los dos lados de las vías.

La imagen 1.2 referencia la situación territorial del municipio. Se localiza a 15 km del sur de la ciudad de Valencia, en el lado oeste de la Albufera. En este término municipal se produce la bifurcación de las líneas ferroviarias Valencia-Gandía y Valencia-Játiva. Por ese motivo la estación cuenta con un total de cinco vías (dos por línea y la vía adicional de mercancías, el denominado "tercer carril"). Los usuarios tipo de la estación son habitantes de Silla que trabajan o estudian en Valencia, hacen ese recorrido a diario. La estación no está muy transitada.

En los planos U1 y U2 se explica la estructura del municipio. La zona urbana se extiende en su mayor parte en el este de las vías. Sin embargo existen ya varios ensanches urbanos en el lado oeste de las mismas. Si este crecimiento sigue, las vías supondrán cada vez más un obstáculo dentro del propio municipio. Hasta ahora solo habían separado la zona de uso residencial de la zona de uso industrial.



Imagen 1.1.1

Al otro lado de las vías

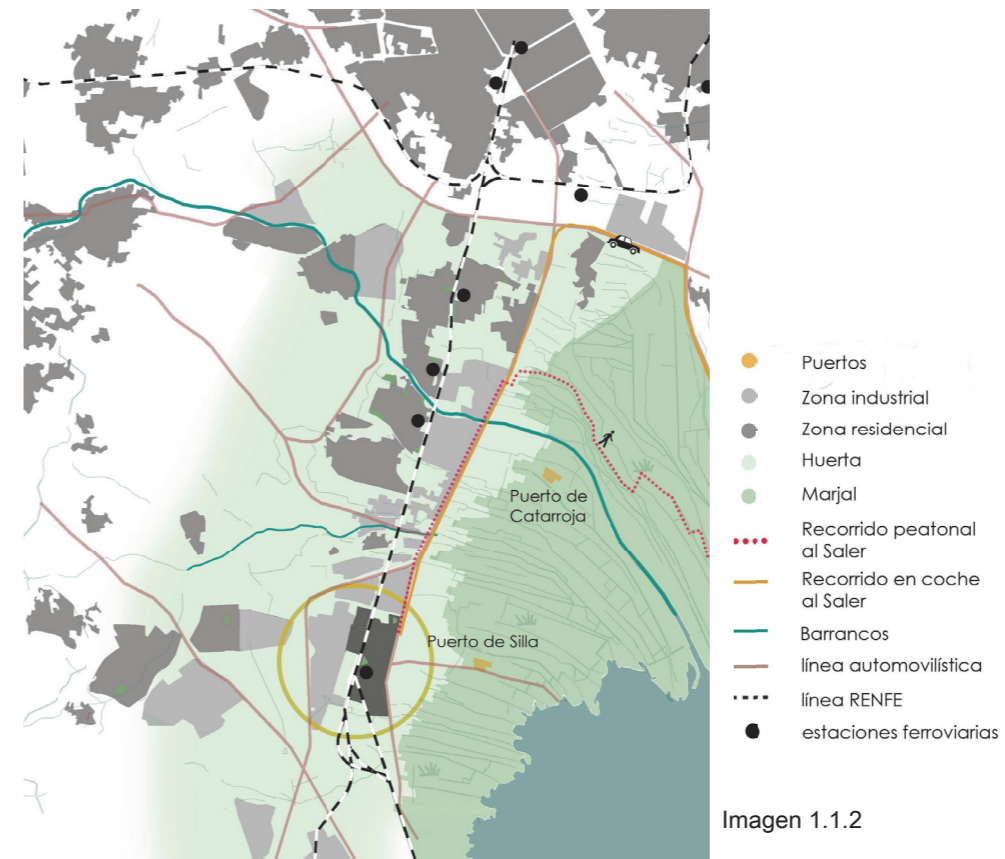


Imagen 1.1.2

Escala territorial y paisaje

Elaborado por la clase

1.2 Equipamientos

Plano U3

El área de la estación puede considerarse localizada dentro de la zona de influencia de diversos equipamientos públicos. Estos deben ser tenidos en cuenta en la gestación del proyecto. La estación actual está situada al sur del Parque que lleva su nombre, frente al Mercado Municipal (Imagen 1.2.1). A cada uno de estos tres elementos se le dedica un apartado específico.

En el plano U3 se muestran los equipamientos principales del municipio. Silla cuenta con cuatro colegios y dos institutos de enseñanza pública. Se reparten homogéneamente al norte y al sur en relación a la estación actual. El polideportivo, un instituto y un colegio ubicados al sur forman un polo importante en contraposición al centro histórico con la Catedral, el Ayuntamiento y la Casa de la Cultura. Las calles comerciales no inciden directamente sobre la estación. Esta puede considerarse situada en el recorrido de conexión entre el polideportivo y el centro.

En la imagen 1.2.2 se localizan los supermercados de alimentación presentes en la zona. El local situado en la Rambla de la Independencia es el más cercano a la estación.

La imagen 1.2.1 ilustra la situación actual del aparcamiento en Silla. Puede deducirse la conveniencia del equipamiento propuesto. La pequeña explanada entre el mercado y la estación está continuamente ocupada por vehículos. Se pretende reducir el número de plazas de aparcamiento a cota de calle sustituyéndolas por una infraestructura soterrada.



Imagen 1.2.1



Imagen 1.2.2

La invasión de coches y el mercado actual

Elaborado por la clase

Supermercados de alimentación

Google Maps

1.3 El parque y su paseo

Plano U4

El Parque de la Estación es, sin duda, un espacio de gran valor urbano para Silla y para la estación ya que está situado junto a ella. Su topografía es algo compleja (cf. Plano U4 - apartado 1.6).

Su planta triangular queda definida por el ferrocarril, la Calle San Rafael que cruza las vías por un paso inferior y por el Paseo de la Alameda. Es el parque principal de Silla y cuenta con árboles de gran porte, plátanos en particular. Es un lugar apreciado históricamente.

El paseo es un recorrido pavimentado peatonal, con una hilera de palmeras a cada lado. Paralelo a él, la calzada asfaltada de un único sentido da acceso rodado a la estación. Existe un conflicto de usos por la ocupación del espacio entre la calzada y el paseo. La estación es el final de perspectiva de este recorrido que la conecta con la Plaza del Mercado Viejo y la Plaza del Ayuntamiento (cf. Imagen 1.3).

El parque podría ser objeto de reforma pero este queda lejos del proyecto planteado por lo que se considera fuera del ámbito de actuación. Sería el objeto de un proyecto independiente. Lo mismo ocurre con las pequeñas construcciones entre la estación y el parque. La propuesta desarrollada no incide sobre ellas.



Imagen 1.3

1. LUGAR

Final de perspectiva del paseo

1.4 Mercado municipal y mercado ambulante

Plano U4

En el mismo Paseo de la Alameda se instala en jueves y sábados de cada semana el mercado ambulante de Silla. Este uso le resta aún más espacio a las terrazas y a los vehículos. El mercado ambulante se extiende al norte hasta la Plaza del Mercado Viejo y al sur hasta la zona enfrente de la estación y la Plaza del Mercado Nuevo. Su implantación es algo dispersa, con puestos segregados por el propio edificio de mercado. Un aumento del espacio público peatonal sería adecuado para este acontecimiento semanal. El proyecto desarrollado intenta dar respuesta a esta situación.

El mercado municipal, en la Plaza del Mercado Nuevo, se desarrolla en dos plantas. Al parecer, sólo la planta baja está en funcionamiento. Tiene 12 puestos, de los cuales varios están cerrados (cf. Imagen 1.4.2). El espacio vacío que deja el mercado a su espalda además de ser ocupado por los puestos del mercado ambulante es utilizado para plantar una Falla en el periodo de fiestas. A nivel urbano este edificio no funciona bien, está encajado en una zona muy congestionada. La aireación de los edificios es escasa. Tampoco es reseñable ningún valor arquitectónico significativo. Parece adecuada la sustitución de este edificio por uno de nueva planta en un nuevo emplazamiento.



Imagen 1.4.1

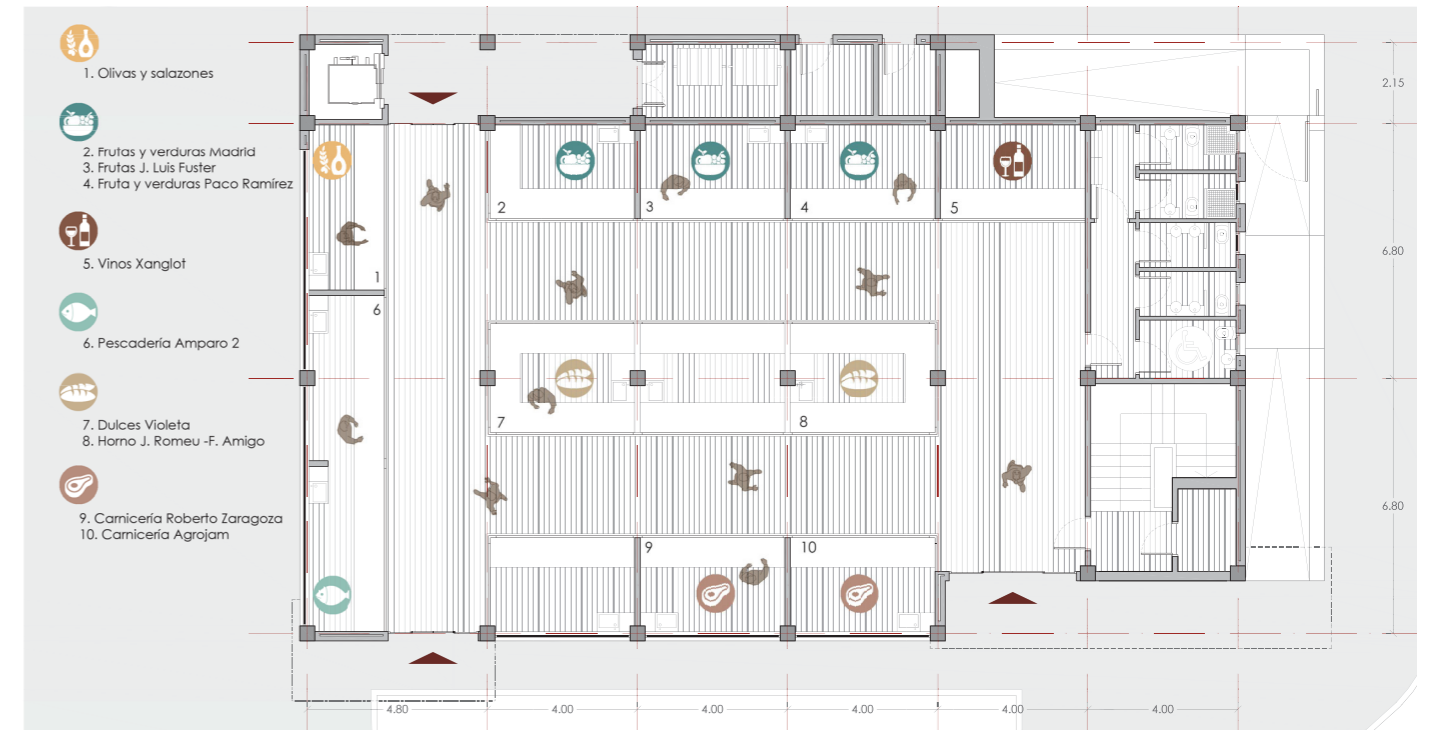
El parque y su paseo un día de mercado

Elaborado por la clase

Imagen 1.4.2

Planta del mercado municipal

Elaborado por la clase



1.5 La estación actual

Plano U4

El edificio actual se identifica fácilmente por su tipología. Tiene una ubicación funcional y poética, al final del paseo. Sin embargo, al igual que el parque, se aparta del ámbito de proyecto.

La imagen 1.5 es suficiente para entender el funcionamiento del edificio. Una puerta centrada en la fachada da acceso al vestíbulo. Este vestíbulo queda dividido en dos por la hilera de tornos de acceso. Al otro lado de la planta están los locales técnicos y unos baños, accesibles una vez pasados los tornos. Entre los espacios técnicos figura el cuadro de cuentas que vuelca sobre el “vestíbulo lado calle”. Esto permite la venta de billetes y comunicación de información al público. La primera planta no tiene ningún uso en la actualidad. Antiguamente servía de vivienda al personal de la estación.

Se accede a los andenes por un paso inferior de poca anchura. Este no cumple la condición de accesibilidad ya que no cuenta con ascensores. Los andenes están ya debidamente sobre-elevados y tienen una longitud superior a los 200 metros exigibles en las obras de reforma de estaciones de cercanías. Únicamente el andén principal, del lado del casco urbano, deberá ser prolongado hacia el sur. Los otros dos tienen unas dimensiones adecuadas para la nueva ubicación planteada (cf. Plano U4).

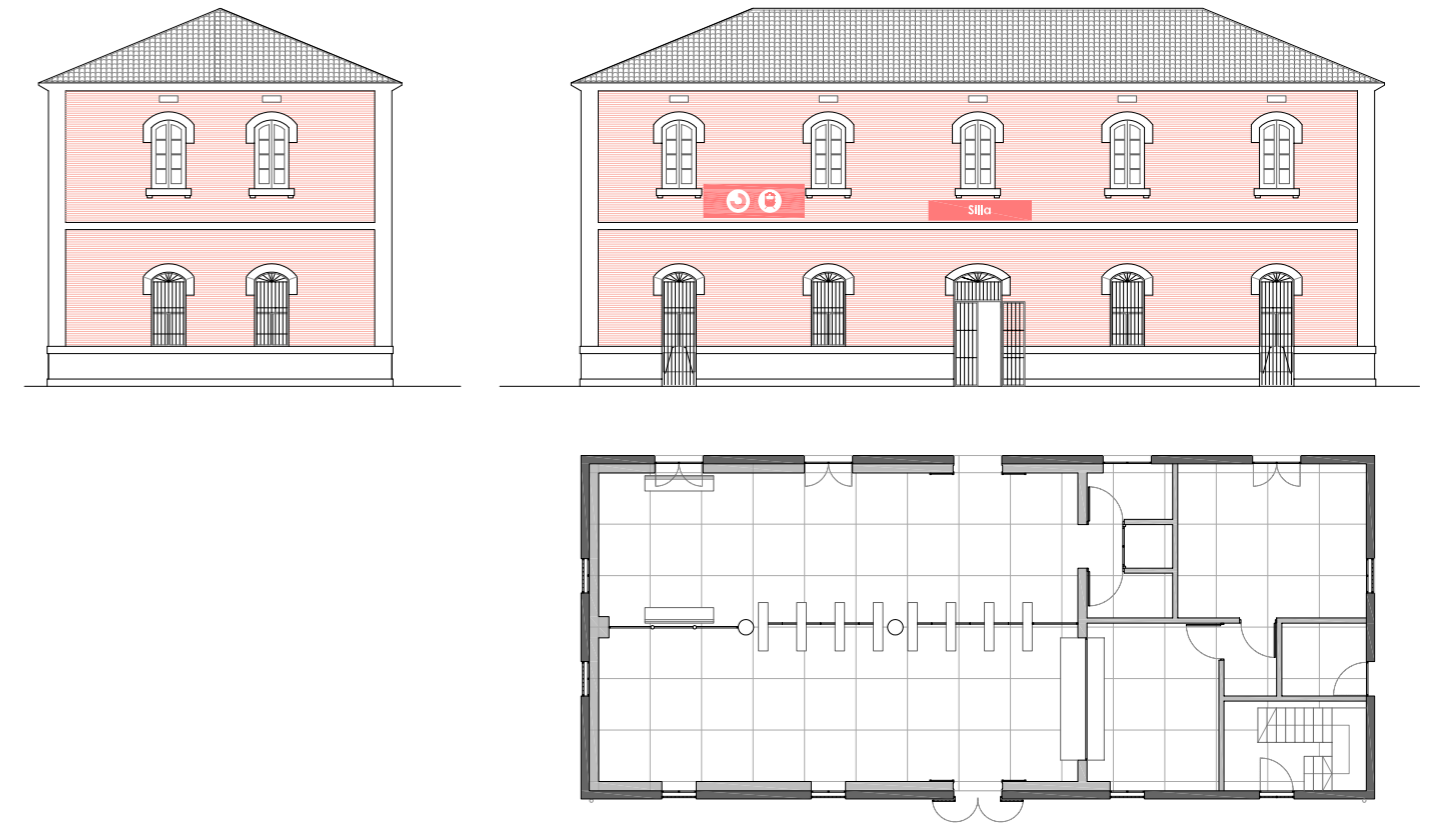


Imagen 1.5

Estado actual de la estación Elaborado por la clase

1.6 La topografía

Plano U4

En el plano U4 se indican cotas topográficas del terreno en la zona del emplazamiento. A partir de estos datos del catastro se ha elaborado la información de la imagen 1.6.2 que facilita la lectura de este relieve en el ámbito de trabajo.

La topografía es suficientemente pronunciada como para ser tenida en cuenta en el planteamiento inicial del proyecto. La estación actual está en el punto más alto del terreno: 11,50 s.n.m. Se corresponde con la cota de andén. En su proximidad las pendientes son perceptibles a simple vista, superiores al 5 % e incómodas para la instalación de terrazas.

El parque y el paseo salvan un desnivel mayor pero con menor pendiente. La pendiente del paseo no resulta incómoda pues es inferior al 5 %. La Calle San Rafael cruza las vías por un paso inferior rodado. En el encuentro de esta con el parque se produce un desnivel salvado mediante escalones. Lo mismo ocurre entre la estación y el parque: también son necesarios escalones para salvar el punto de mayor pendiente.

Al sur de la estación el terreno es más llano, con una cota de 90 cm por debajo de la cota de andén, cota a la que apoyan las vías. La Plaza del Mercado nuevo cuenta con una ligera pendiente en el eje de la plaza y se puede considerar a la misma cota que la del aparcamiento ya que la calle que comunica los dos espacios, además de ser prácticamente horizontal, queda al nivel del aparcamiento.

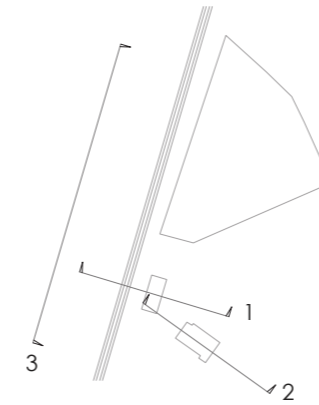
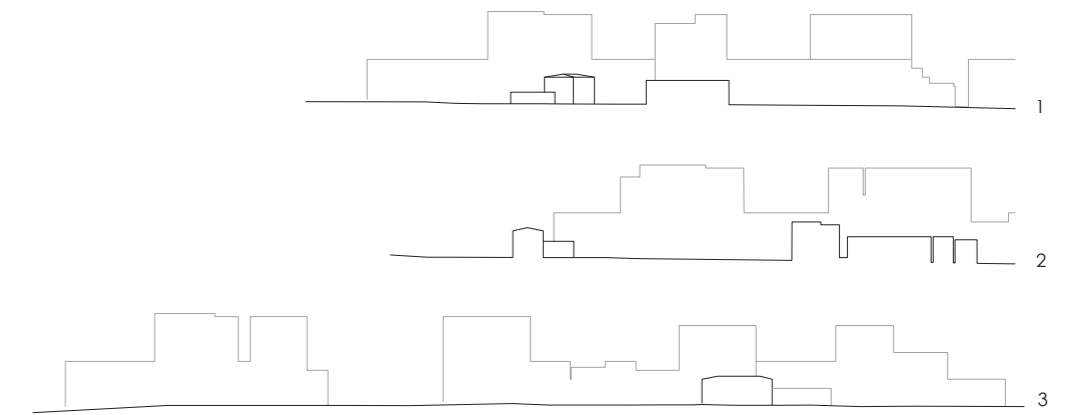


Imagen 1.6.1
Secciones urbanas



A Zona de contenedores: 11,40 m
B Estación y andenes: 11,50
C Superficie vías: 10,70
D Plaza: 8,50 m
E Estacionamiento: 10,50 m

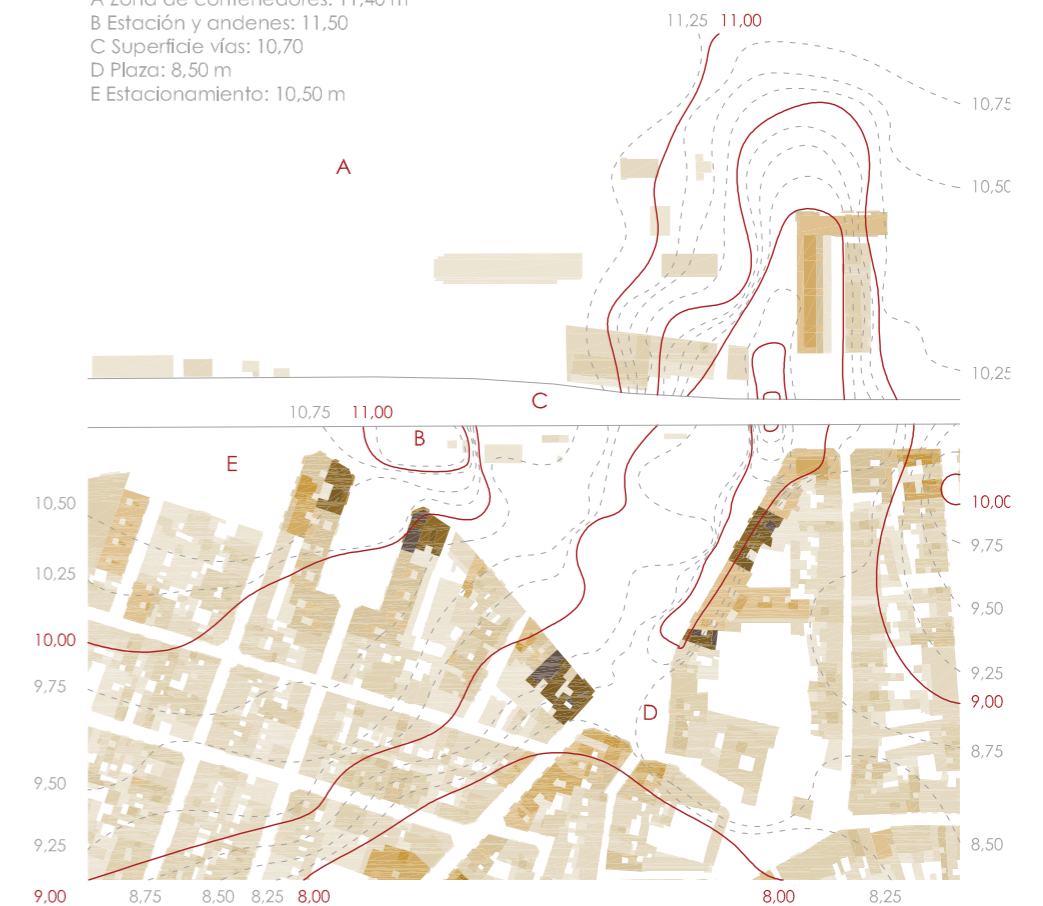


Imagen 1.6.2
Plano topográfico

1.7 El aparcamiento, frente sin resolver

Planos U4 - U5

Como último punto del análisis del lugar queda hablar del emplazamiento escogido para la nueva estación. Se trata de un lugar utilizado en la actualidad como aparcamiento. Este solar al sur de la estación, ofrece 66 plazas, 2 de las cuales son para minusválidos. También cuenta con unos juegos infantiles prefabricados y una palmera de gran porte.

Este espacio queda delimitado por viviendas plurifamiliares al norte y al sur, por el ferrocarril al oeste y por viviendas unifamiliares de baja altura al este. En el límite sur una parcela está sin edificar (cruce de C/ Sueca con C/ Gandía, cf. Plano U4). Parece adecuado imaginar ahí otro bloque de viviendas o un equipamiento público.

Este emplazamiento es un espacio urbano sin resolver, una fachada visible desde el tren, a la cual podría adaptarse bien un edificio público, en el eje del parque y del polideportivo. Es un lugar más despejado sobre el cual parece buena idea definir una arquitectura de nueva planta y de uso mixto. Construir en este lugar no afecta a una naturaleza ya establecida ni supone la complicación de actuar sobre construcciones preexistentes. Se puede empezar todo de cero. También tiene la ventaja de dejar la estación actual en su funcionamiento habitual hasta el final de la obra del edificio que la sustituye.

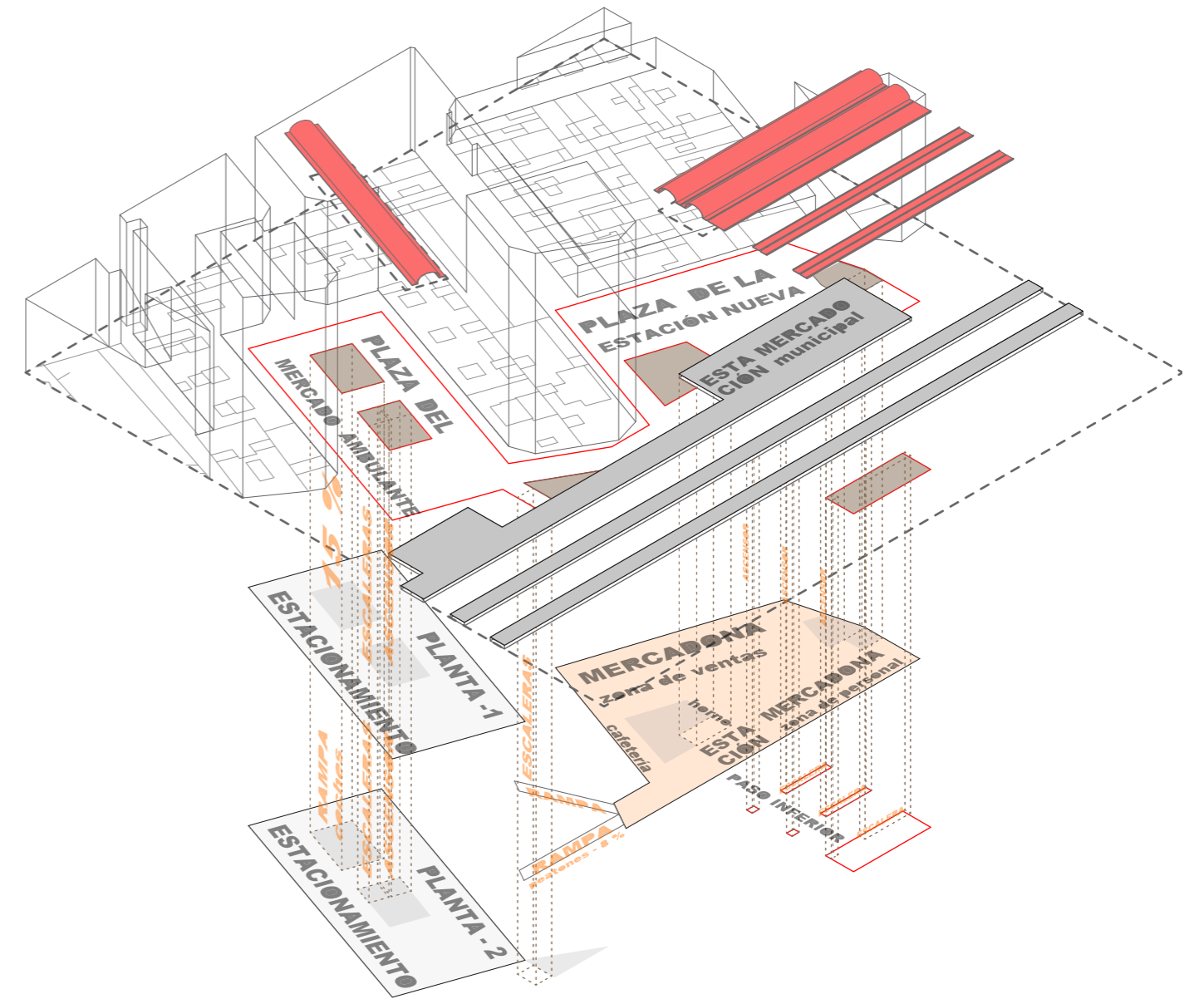


Imagen 1.7.1



Imagen 1.7.2

Límite entre el aparcamiento y el ferrocarril



2.1 Programa

Planos P2 - P3

Se opta por incorporar al edificio nuevo de estación un mercado, que sustituya al actual. También se incorpora un aparcamiento y un supermercado de alimentación, ambos subterráneos. Son tres programas que se relacionan entre ellos y funcionan igualmente de modo independiente.

Al eliminar el mercado de la plaza del Mercado Nuevo, se utiliza el espacio bajo rasante para aparcamiento y liberar así espacio público. Una cubierta protege parcialmente este espacio liberado que dará servicio al mercado ambulante de jueves y sábados. El edificio original de estación se cede para un uso cultural que no se desarrolla, considerándolo fuera del ámbito de proyecto al igual que el parque. Puede anotarse por ejemplo una sala de proyecciones en planta baja y sala de talleres en planta primera de lo que sería un cine cultural con actividades para jóvenes (cf. 3.3 Centro Matucana).

La combinación de usos permite compartir elementos de comunicación y proyectarlos con dimensiones mayores. Esto les otorga del mismo modo mayor calidad espacial. Sin la existencia del supermercado, la estación no podría gozar de unas escaleras mecánicas por su reducido tamaño. Por otra parte, el mercado aumenta la escala del edificio de estación. Esto le otorga mayor visibilidad y el carácter de hito urbano. El mercado puede atraer el flujo de personas que van a la estación o al supermercado. Finalmente el aparcamiento podría estar subvencionado por el supermercado. Además de servir a la estación o al mercado libera espacio público exterior sirviendo así la ciudad a una escala mayor que la del propio proyecto.

Plazas de aparcamiento

	Proyecto
planta -1	65 *
planta -2	65 *
total	130

	Situación actual
Paseo	24
Enfrente estación	20
Plaza M. Nuevo	16
Estacionamiento	66
total	126

* Ver numeración de las plantas (P3, P4)

Superficies supermercado

superficie de ventas 1206 m² (69,75%)
incluye acceso + horno
superficie construida 1729 m²
Ver referencias supermercado 3.1

Puestos de Mercado

Puestos abiertos ** 6
Puestos equipados** 6
Total **12**

** Se entiende por puestos abiertos los puestos tipo mostrador, para fruterías, que solo disponen de un grifo. Los puestos equipados disponen de mostradores refrigerados o de otro equipo como una cocina industrial

Imagen 2.1

Datos dimensionales del proyecto

2.2 Implantación

Planos P1 - P2 - P3 - P4 - E1

La geometría del lugar es irregular. Tanto por diferencias de cotas como por múltiples alineaciones de las edificaciones colindantes, a las que se suma la del ferrocarril. La solución adoptada es la siguiente: tres piezas rectangulares, una por uso, conectadas por patios que absorben las irregularidades geométricas. El aparcamiento queda encajado en la Plaza del Mercado Nuevo, el supermercado sigue la alineación de la Calle Trenet y finalmente el edificio sobre rasante se alinea con el ferrocarril.

En la Plaza del Mercado Nuevo se sustituye el edificio de Mercado existente por una plaza. Este espacio público servirá al mercado ambulante y al futuro uso de la estación actual. Dos huecos en esta plaza la conectan a las dos plantas inferiores de estacionamiento. Del mismo modo, el supermercado ocupa el espacio bajo rasante de lo que es ahora un estacionamiento abierto, en la Calle Trenet. El paso inferior se ubica entre estos dos elementos a la altura de la calle Montesa. Su nivel se corresponde con el del supermercado (-5,50 m. respecto al andén) y enlaza con el patio principal. Este patio principal es el punto de conexión de la estación, del supermercado, el aparcamiento y la plaza. Tres otros patios iluminan las plantas subterráneas y albergan respectivamente, al igual que el principal, una escalera de emergencia cada uno.

A partir del paso inferior, el edificio de Mercado-Estación se alinea con las vías y su fachada queda alineada con la estación actual. La parte del sótano correspondiente a la huella del mercado es la zona de servicio del supermercado, la huella de la plaza, se corresponde a superficie de ventas.

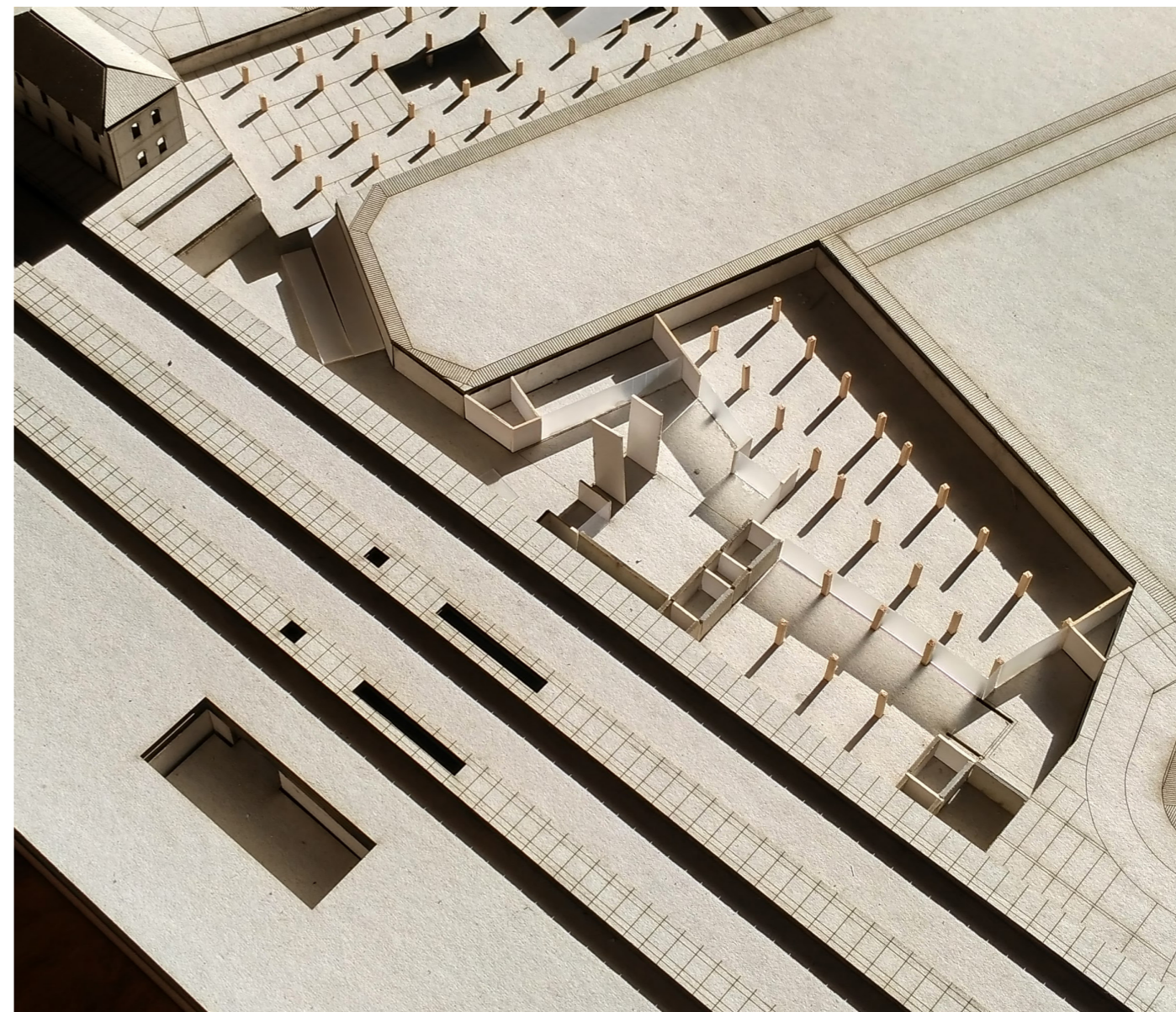


Imagen 2.2

2. PROYECTO

Sótanos en la maqueta

2.3 El edificio de Mercado - Estación

Planos P5 - C1 - C2 - C3 -C4 - C5 - V3

Este es el único volumen que emerge sobre rasante. Alberga el mercado y la estación en dos espacios cerrados independientes. Se implanta sobre un pedestal de 90 cm, a cota de andén, destacándose así del resto de la plaza. Tiene una lógica propia, diferenciándose claramente del resto. Dos bóvedas de cañón apoyan sobre tres apoyos conformados por muros de hormigón que definen los núcleos de servicio. La bóveda es un elemento que ha sido utilizado históricamente para la construcción de mercados y estaciones. En este caso se recurre a bóvedas de menor tamaño y de una materialidad diferente. Nacen de la voluntad de crear una gran cubierta que dé respuesta al programa mixto. Estas bóvedas trabajan como vigas de gran canto al igual que las del Museo Kimbell de Louis Kahn. Estas a su vez cuentan con elementos planos que refuerzan la estructura frente a esfuerzos horizontales. Otra preocupación inicial era encontrar una relación entre las marquesinas y las cubiertas del edificio de mercado, conciliar dos situaciones distintas a través de una misma estructura. Por ese motivo las marquesinas son elementos planos de hormigón que se entienden como una extensión de la cubierta del edificio principal. Las secciones transversales muestran bien esta relación (C3-C4-C5). En la banda central se disponen instalaciones, el canalón principal. También se ubican ahí los ascensores y los puestos de mercado equipados. El mobiliario del mercado es un elemento importante del proyecto. Se plantea con unas cajas metálicas que se abren cuando se pone en marcha el mercado. Cerrados, los puestos no son más que unos volúmenes puros que no cierran el espacio diáfano cubierto por las bóvedas (cf. V3).

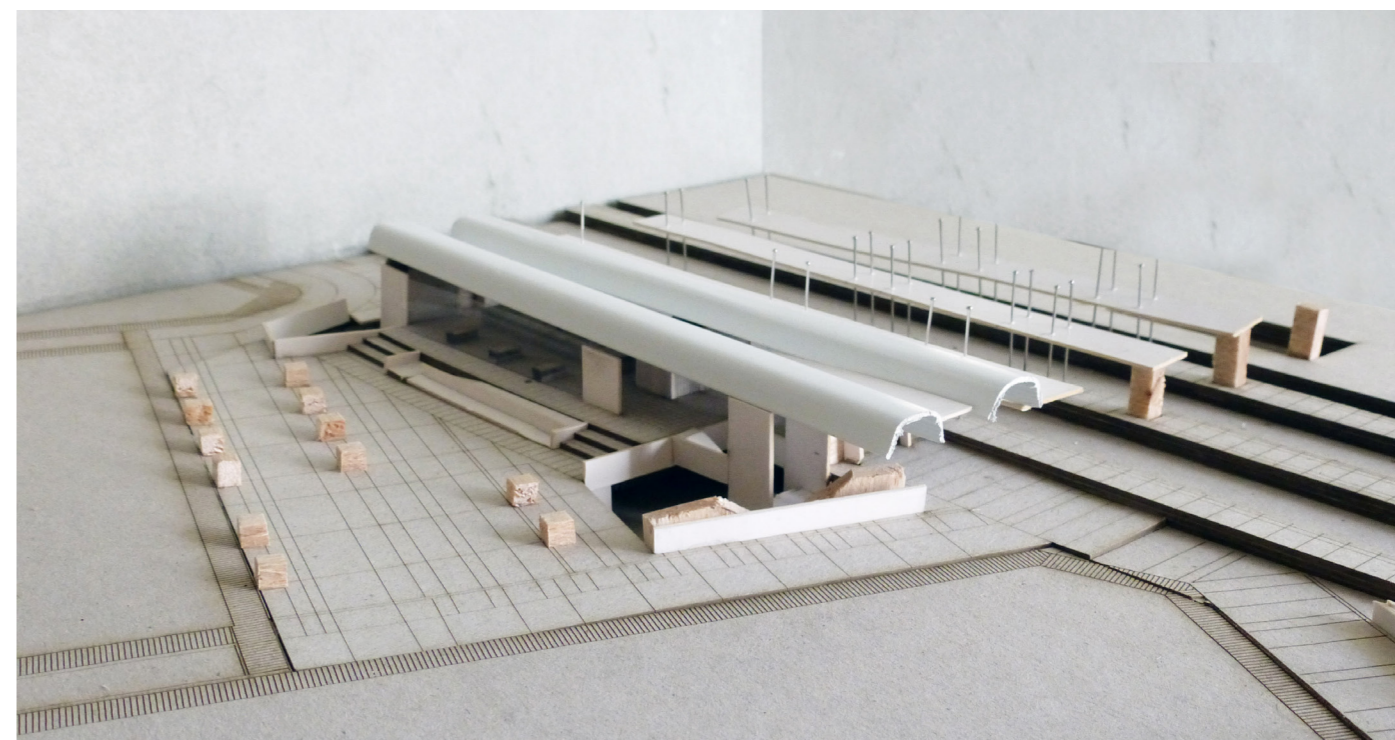


Imagen 2.3

Edificio de Mercado - Estación en la maqueta

2.4 Las carpinterías

Planos C1 - C3 - C6 - D5

Se pueden diferenciar dos situaciones principales: las fachadas este, oeste y las fachadas norte, sur. Unas, paralelas a las bóvedas mientras que las otras son transversales. También se puede diferenciar las de la estación y las del mercado. Una fachada, al oeste, está mucho más expuesta a la contaminación acústica del ferrocarril.

En las situaciones transversales a las bóvedas se colocan las puertas abatibles exigidas por la normativa de incendios. De este modo este mecanismo de apertura no interfiere de manera violenta con la linealidad de las bóvedas. Se abaten contra los muros de hormigón. Junto a estas puertas de emergencia se colocan unas puertas automáticas simples, en el acceso 2 de la estación como en los accesos 1 y 3 del mercado (Imagen 2.5).

En las fachadas longitudinales, los paños principales de 3,00 x 2,50 son fijos, y los elementos que los separan verticalmente son juntas de silicona. Estos paños de grandes dimensiones quedan biarticulados en el suelo y en un montante horizontal que podría ser el elemento protagonista de la carpintería. Este perfil arriostra estos paños, y a su vez soporta unas ventanas correderas en su parte superior. En el caso de la estación también soporta el mecanismo de las puertas automáticas dobles del acceso 1 y de la salida al andén 1 (cf. C6). Este elemento es una viga continua colgada de la bóveda mediante unas pletinas soldadas al premarco superior (cf. D5), que no es más que otra pletina embebida al hormigón armado. Las ventanas correderas del mercado permiten ventilar esta parte del programa de una forma natural y eficiente. Las fijaciones representadas en los detalles están pensadas para colocar los paños más grandes desde el exterior.

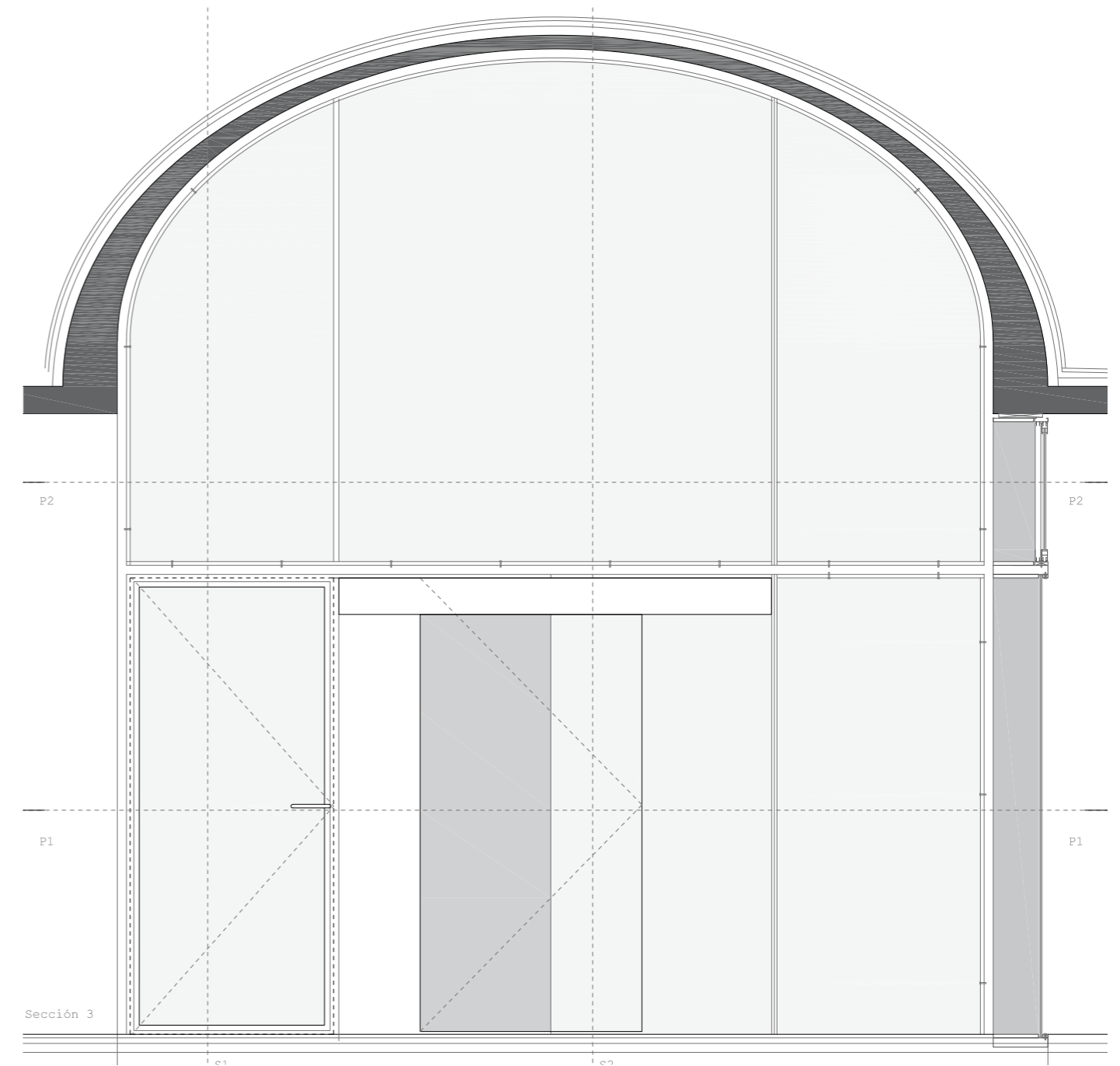


Imagen 2.4

Carpintería de testero en alzado y carpintería lateral seccionada

2.5 Recorridos

Usuario en automóvil

Aparca en una de las plantas de aparcamiento y se dirige a la planta sótano de la estación través de la rampa peatonal accesible. Recibe la luz natural procedente del patio 3. Toma las escaleras o el ascensor hacia el andén que le corresponde. Una pantalla en la misma puerta de la estación se lo indica. A su regreso, si lo necesita, puede hacer la compra fácilmente ya que tiene el vehículo aparcado al lado.

Peatón

Se distinguen tres situaciones (cf. Imagen 2.5), dependiendo de la procedencia del usuario. Si llega desde el sur (azul) tiene la alternativa de recorrer el mercado, accediendo por la entrada 3. También puede ladear el mercado y acceder al edificio transversalmente, desde la plaza, por la entrada principal (acceso 1). El ascensor en el acceso 3 y la rampa del acceso 1 ofrecen alternativas accesibles a estas dos situaciones. Desde el norte (naranja) se accede directamente por el acceso 2, también adaptado con el ascensor y desde el este (verde) a través del acceso 1. Las escaleras mecánicas del patio principal permiten una salida más directa a la calle.

Ciclistas

Los ciclistas pueden estacionar la bici en el acceso 2, cubierto por la marquesina. Cuentan con otro aparcamiento, en el acceso 3. Este da uso en particular a los usuarios del mercado.

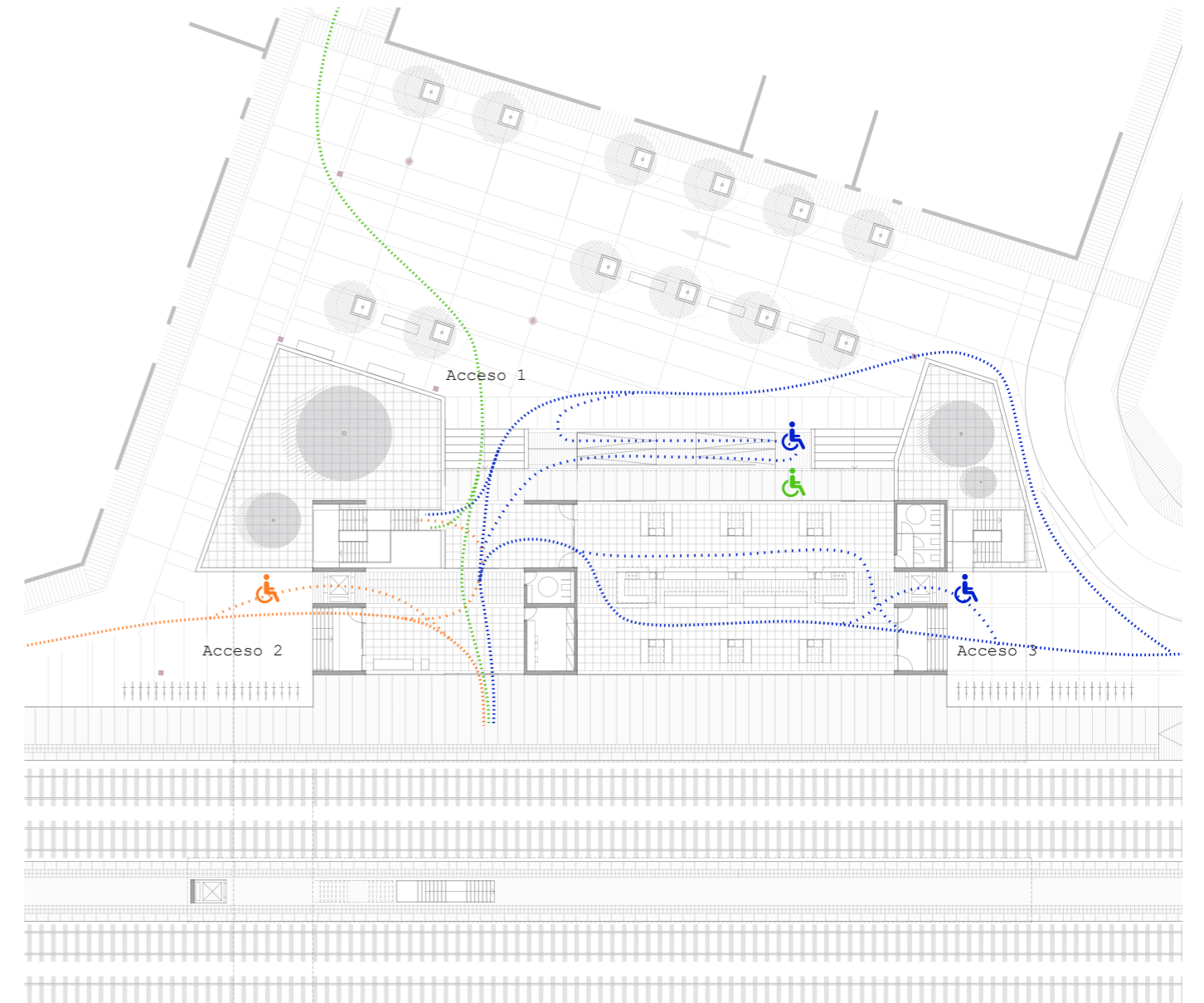


Imagen 2.5

Recorridos de viajeros hacia los andenes

2.6 Distribución de la estación

Planos P5 - C1 - C2 - C3 -C4 -C5

Al incorporar el aparcamiento y el supermercado se le otorga mayor calidad espacial a la superficie a cota del paso inferior. Por ello se dispone de un vestíbulo en ese nivel, donde los usuarios puedan ir al baño, comprar sus billetes y esperar en un espacio climatizado. Sin embargo el vestíbulo principal sigue siendo el de la planta baja, en el andén principal. Ahí está el cuadro de cuentas donde trabajará el único empleado de RENFE. En la planta baja como en la planta sótano se dispone también de un aseo accesible. Los aseos diferenciados por sexo se ubican en la planta de sótano únicamente, al igual que los locales técnicos. Se entiende que los tornos de control de acceso son unos elementos del pasado y se prescinde de ellos. En la Imagen 2.6 se compara la situación actual y la proyectada. El vestíbulo anterior era más grande pero con peor aprovechamiento espacial debido a la hilera de tornos. En la estación actual hay 2 baños únicamente, mientras que en la proyectada hay un total de 6. Este aumento se justifica por la posibilidad de dar servicio a los usuarios del estacionamiento y del supermercado.

Finalmente el paso inferior es de mayor anchura, 6,00 m frente a 1,90 m dispuesto a una única cota, lo cual constituye una mejora de accesibilidad. Por motivos de seguridad debe poder ser cerrado y controlado pero es un elemento independiente del edificio con sus dos extremos en patios exteriores de gran tamaño. La salida del lado del polígono se plantea como un patio inglés. Una vez planificada y diseñada la nueva zona urbana resultaría fácil conectar una rampa a este elemento o relacionarlo con un parque (cf. 3.5). Es un paso por el que podrían incluso transitar bicicletas de forma segura e independiente al tráfico rodado.

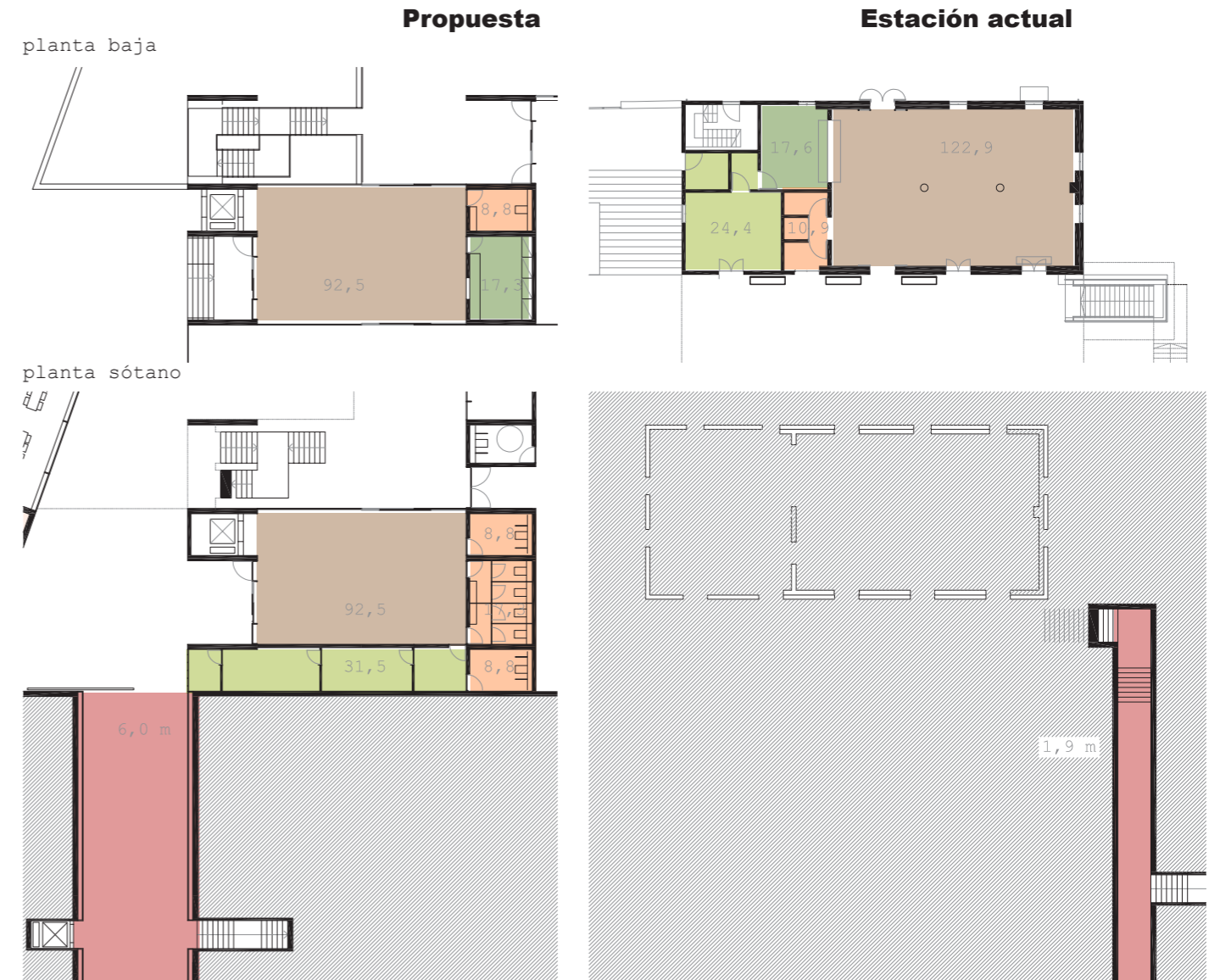
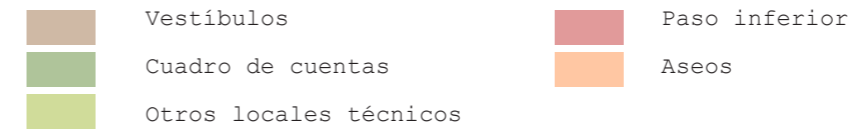


Imagen 2.6

Comparación de estaciones

2.7 El patio principal sus singularidades

Plano V1 - E1 - D1

En el patio principal se concentran decisiones claves de proyecto y las singularidades de mayor interés. Es un espacio de relevancia por conectar las distintas partes del proyecto y por crear relaciones visuales entre alturas. Es también el final de perspectiva del paso inferior. El árbol plantado en su centro es la palmera del emplazamiento actual, cuya posición y tamaño coinciden de manera fortuita con el proyecto.

La primera complejidad de este espacio es concentrar tres tipos de comunicaciones verticales: una escalera convencional, un ascensor y unas escaleras mecánicas. El ascensor, además de dar accesibilidad al paso inferior (y por tanto a los andenes 2-3-4-5) salva la diferencia de cota entre la plaza y el edificio de Mercado-Estación. La escalera, además de ser un elemento escultural volcado sobre el patio, es un recorrido de emergencia. Su arranque está duplicado, haciendo posible su acceso tanto desde el supermercado como desde el paso inferior. Los descansillos quedan colgados de unas pletinas que son prolongación de la propia carpintería. Finalmente las escaleras mecánicas dan servicio de salida a la estación. Es un elemento justificado por el supermercado, donde se dará el mayor tránsito de usuarios.

Los antepechos del patio quedan enrasados por la cara superior con el edificio de mercado y a su vez trabajan como vigas de gran canto salvando las luces mayores del forjado de planta baja. (cf. 3.3 Antepechos estructurales - Planos E4 - D1). Sobre estos antepechos se empotran bancos de madera.

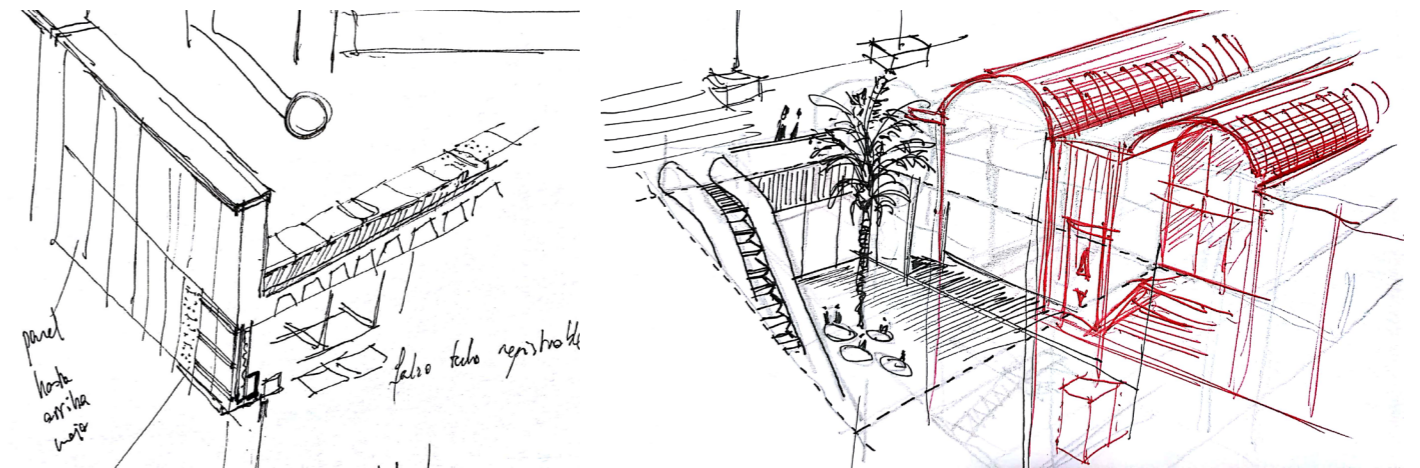


Imagen 2.7

2. PROYECTO

Dibujos del patio

3. DESARROLLO

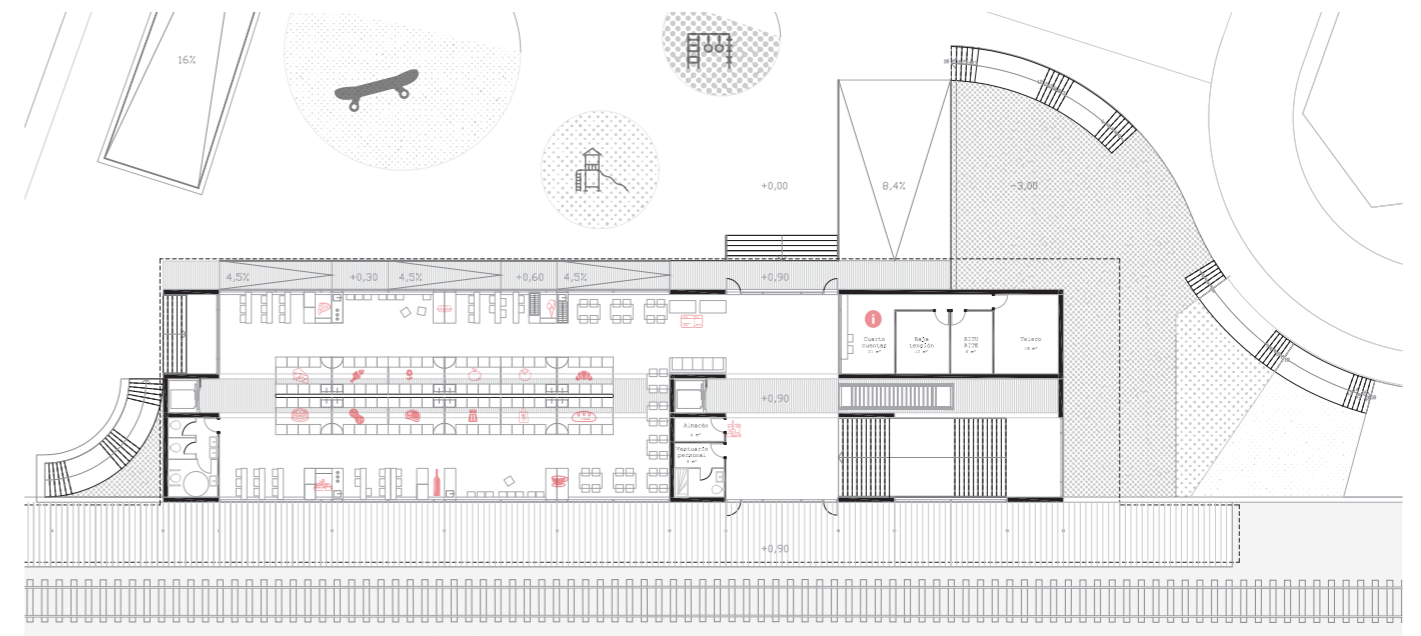


Imagen 3.0

Estado del proyecto a mediados de mayo

3.1 Inicios

Se inicia el proyecto con una propuesta de aparcamiento - calle subterránea para eliminar el tráfico rodado a cota de peatón en todo el ámbito de actuación. Esta propuesta bajo rasante no dejó de evolucionar hasta el cierre del proyecto.

Entre las propuestas iniciales también se llega a plantear conservar todas los elementos preexistentes, casal fallero incluido, unificar el conjunto a través de una cubierta y nivelar para colocar todo en un pedestal (Imágenes 3.1.1 - 3.1.2). Este último recurso pervivirá a lo largo del desarrollo.

Más adelante se plantea colocar un edificio de mercado con supermercado en la parcela del proyecto definitivo dejando la estación en el lugar original con el paso inferior actual ensanchado volcado sobre el aparcamiento subterráneo. Una propuesta de la cual nace la decisión de trasladar la estación al edificio de mercado y supermercado. Esto se debió a la falta de espacio para resolver el programa en esa implantación.

Desde el principio se pretendía crear una buena conexión para los vehículos en planta baja como en sótano y lo mismo para los peatones. Finalmente la conexión entre coche y estación se producirá a cierta distancia de la estación favoreciendo así las conexiones peatonales en los dos niveles del proyecto (cota de plaza y cota del paso inferior).

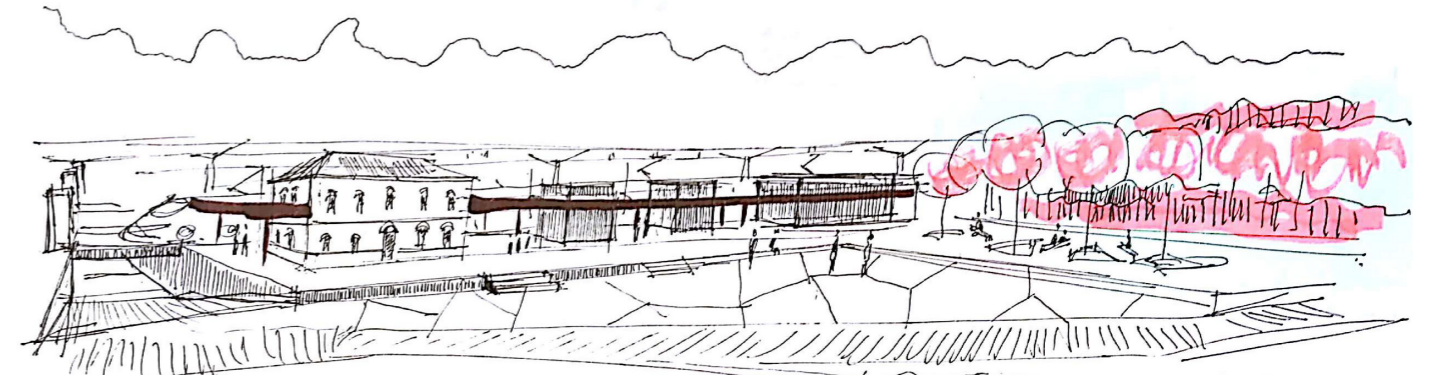


Imagen 3.1.1

Vista de la propuesta más consevadora

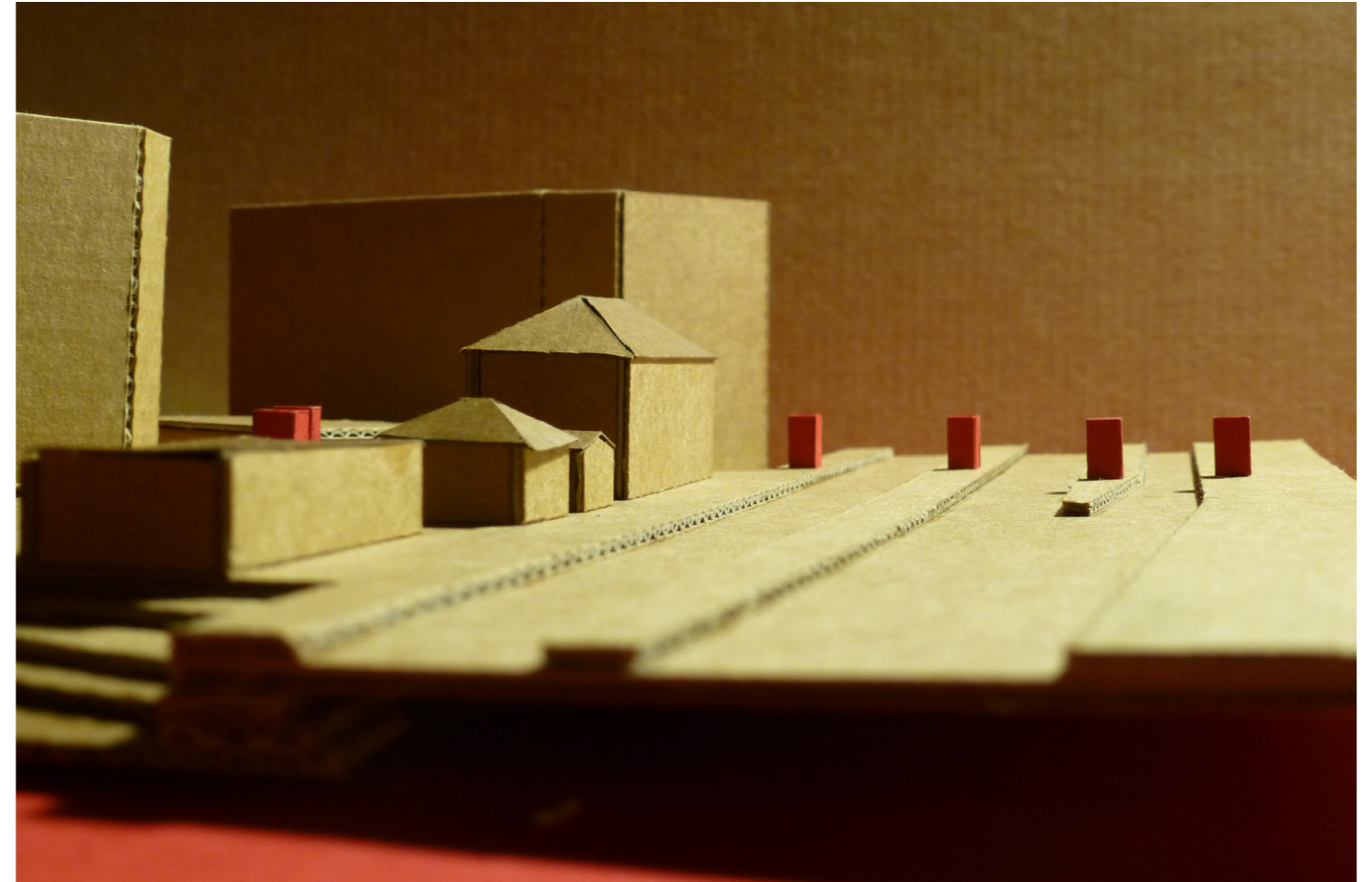


Imagen 3.1.2

Maqueta de trabajo elaborada en diciembre

3.2 Etapas y principales obstáculos

Anexo 2

Poco a poco el proceso fue agilizándose. De los inicios se preservó el emplazamiento y la voluntad de dar respuesta al tema del estacionamiento. Surge una propuesta de estación con dos bolsas de aparcamiento y un edificio de dos plantas. Se planteaba entonces un pequeño centro comercial con supermercado en el sótano, mercado en planta baja y restaurantes en la planta superior. El paso inferior quedaba al sur del conjunto, era el final de recorrido. La doble bolsa de aparcamiento contaba con la rampa de acceso a un lado y la de salida al otro. También era una forma de dar un acceso de servicio directo al supermercado.

La propuesta siguió evolucionando. Dejando el aparcamiento únicamente del lado del mercado actual, con una sola rampa de ida y vuelta. El supermercado se amplió para ocupar toda la huella. El aparcamiento que se planteaba con estacionamiento en rampa pasó a ser de dos plantas horizontales. Y finalmente el paso que quedaba al sur debido a la doble bolsa de aparcamiento pasó a su posición actual en el eje de la Calle Montesa.

El ajuste formal fue caótico, en un punto de inflexión se trabajaban los patios con curvas como en las imágenes 3.1 y 3.0. Estos patios se entendían como una transición de las zonas verdes al espacio de aparcamiento enterrado pero exterior. El encuentro formal entre la estructura del supermercado y la del mercado también dio lugar a diversas estrategias formales.

Las escaleras exteriores siempre han sido elementos exteriores para eliminar la necesidad de vestíbulos independientes. Por eso es esencial que la escalera de la estación sea exterior.

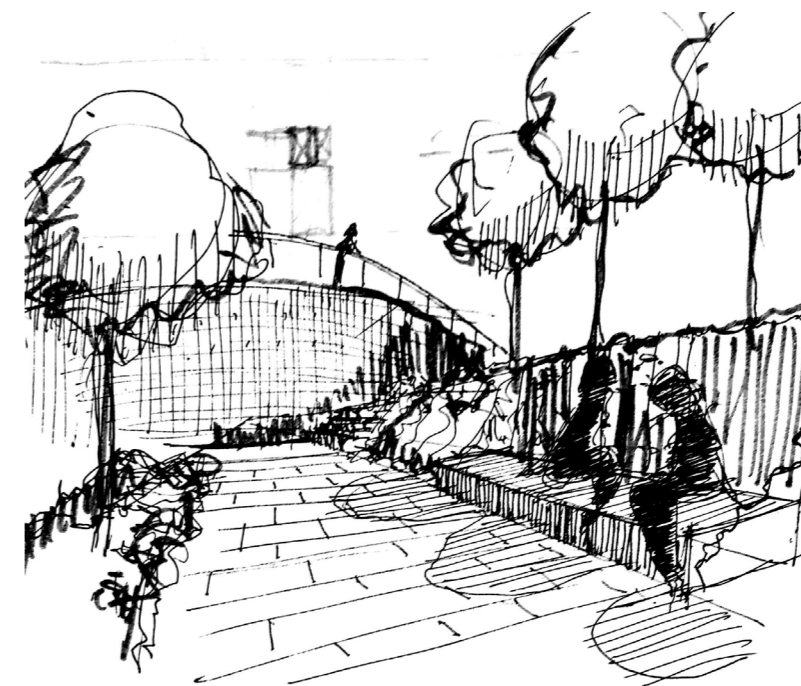


Imagen 3.2

Posible situación de escaleras con terrazas

3.3 Acerca del edificio histórico

Una vez asumido que no proporciona una buena respuesta al proyecto de nueva estación nos podemos imaginar un nuevo uso cultural para este edificio. Este nuevo programa gozaría de unos espacios públicos remodelados (que sí forman parte del proyecto), los que están sobre las cubiertas del supermercado y del aparcamiento. Colocar un uso cultural dentro del edificio de estación da lugar a muchos interrogantes. ¿Cómo ocupar el andén? ¿Cómo utilizar la marquesina principal? ¿Cómo aislarse de la contaminación acústica? ¿Cómo incorporar las piezas menores de servicio orientadas hacia el parque? ¿Que uso dar a cada planta? ¿Cómo colocar la escalera?

Uno podría imaginarse un proyecto de caja de madera dentro del propio edificio creando un pasillo alrededor de ésta que podría ser un recorrido expositivo. Podría contar con una sala de proyecciones en planta baja y una sala de talleres en la planta superior, por ejemplo.

Un ejemplo de rehabilitación de un edificio antiguo en centro cultural, fuera de nuestra escala, es el Centro Matucana 100 en Santiago de Chile. De esta referencia se podría rescatar la idea de colocar una caja de madera dentro de los muros de fábrica que formarían la primera piel. Quedaría por resolver los interrogantes, la relación de lo antiguo con lo nuevo, los accesos...Estas serían las bases para un nuevo proyecto.



Centro Matucana 100
Santiago de Chile
Martin Hurtado Arquitectos

Imagen 3.3.1 **Detalle interior**
<http://www.martinhurtado.cl>

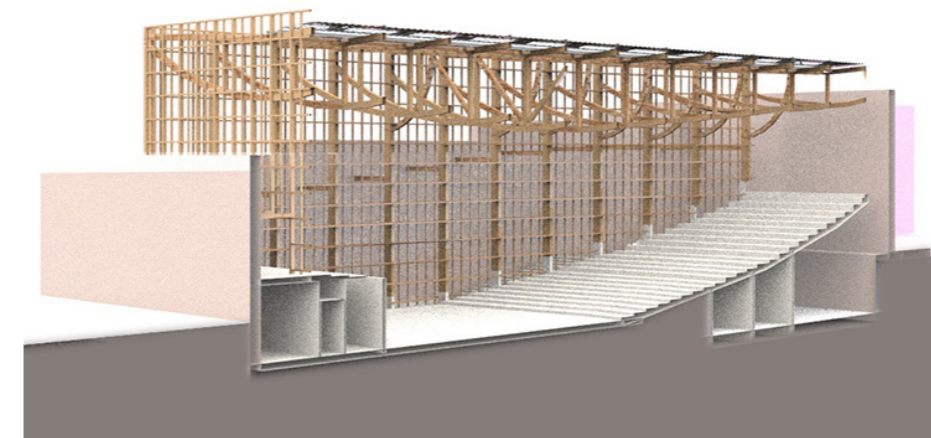


Imagen 3.3.2 **Sección conceptual**
Elaboración propia

3.4 Mercados

Este tema lleva a pensar en cubiertas singulares, macroestructuras que protegen otros elementos más pequeños e independientes. Varios ejemplos me vienen a la mente al enfrentarme a este programa.

Mercado de Colón (Valencia)

Cubierta histórica que cubre otros elementos secundarios e independientes. Existe un sótano más funcional (“lo poético arriba, lo rentable abajo” según Juan Deltell).

Mercado Tirso de Molina (Santiago de Chile)

Es un mercado de frutas y verduras de una ciudad de 5 millones de habitantes. Su escala no se corresponde con nuestro municipio. Sin embargo su esquema formal podría ser utilizado en una versión de menor escala y mejor adaptada a nuestro emplazamiento. Un elemento de cubierta repetitivo y representativo modula el conjunto.

Mercado de los lunes (Castellón)

Proyecto local, de Miguel del Rey y Juan Ignacio Fuster. Es simplemente una propuesta de cubierta para albergar el mercado ambulante y la feria de muestras. Apuesta por una macroestructura basada en un elemento singular repetido.

Mercado en Bergen (Noruega)

Este proyecto cuenta con una planta baja muy diáfana. El uso de mercado, como el pavimento, se puede extender al resto de la plaza. La planta superior más ciega de uso administrativo vuela sobre el mercado.



Imagen 3.4.1

Mercado Tirso de Molina
Plataforma Arquitectura



Imagen 3.4.2

Mercado de Colón
Foto para un trabajo de IPR

3.5 Estaciones

Del mismo modo, cito los casos que se me vienen a la cabeza al enfrentarme al programa, y la influencia que pueden llegar a tener.

Joaquín Sorolla

Proyecto reciente, local que cuenta con equipamiento comercial. Es una estación de otra tipología, fuera de nuestra escala, pero el vestíbulo con vitrinas de tiendas de grandes marcas y el pasillo de salida con comercios a ambos lado pudo ser tomado como ejemplo.

Estación de Albacete

Más pequeña que la anterior, cuenta con un espacio de doble altura con gimnasio, restaurantes y otros comercios. Podría asimilarse al tipo de proyecto adecuado para nuestro municipio.

Estación de Pessac, Francia

Una referencia clara de un paso inferior adecuado. Además Pessac es similar a Silla en tamaño, su estación no está muy transitada. Las vías separan dos partes del municipio de distintas densidades. Por una lado, desde el centro, se accede al paso inferior por unas escaleras y por el otro (Imágenes 3.5.1 - 3.5.2), se accede a través de una rampa. Si en Silla se llega a edificar en la zona de contenedores nos podemos imaginar un area menos densa y la posible creación de una rampa de este tipo volcada sobre un espacio público verde. En este caso, el edificio de estación es independiente del paso. Se accede directamente a los andenes sin necesidad de acceder a ella.



Imagen 3.5.1



Imagen 3.5.2

Estación de trenes de Pessac

Francia

Rampa principal del paso inferior

Rampa de acceso a un andén

3.6 Referencias constructivas

Antepecho estructural

En la iglesia de la Asunción de Albacete, Antonio Escario utiliza el antepecho como viga tipo Vierendeel salvando así una luz importante en una zona singular (Imagen 3.6.1). Es el recurso utilizado en los patios ya que son lugares singulares del proyecto con luces mayores y donde no interesa colocar pilares. En este caso los antepechos son macizos.

Escaleras mecánicas exteriores

Colocar unas escaleras mecánicas descubiertas es, en principio, una decisión atrevida. Sin embargo, por la configuración del edificio y del patio resulta ser lo más conveniente. Los ejemplos citados son situaciones existentes de escaleras exteriores sin ningún tipo de cubierta. Uno de los lujos que quizás nos podemos permitir en nuestro clima mediterráneo: Estación de Colón (Valencia), Parque Güell (Barcelona).

Estructura de las bóvedas

El museo Kimbell de Louis Kahn cuenta con una estructura similar de bóvedas de cañón reforzadas por tensores y por vigas de borde. Elementos planos unen las vigas de bóvedas contiguas creando así un diafragma rígido que refuerza la estructura frente a esfuerzos horizontales. (cf. Memoria técnica, apartado 8.3)

Impermeabilización de la cubierta

Los proyectos de Aires Mateus han sido una referencia por el aspecto monolítico de las cubiertas. Muchos de ellos tienen cubiertas de hormigón blanco. Recurren a morteros hidrófugos o membranas impermeabilizadas proyectadas (Imagen 3.6.2).



Imagen 3.6.1

Iglesia de la Asunción, Albacete
Antepecho - viga Vierendeel

- 1 Capa de formación de pendientes nivelada de hormigón ligero, membrana proyectada impermeabilizante de color blanco.
- 2 Forjado colaborante.

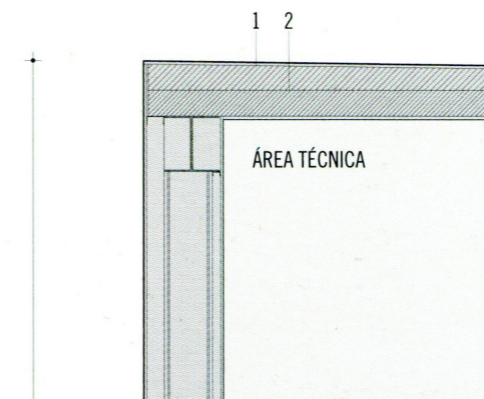


Imagen 3.6.2

Detalle cubierta Aires Mateus
El Croquis nº154, p.203

3.7 Reflexión personal

La estación se ha convertido en un lugar de paso y ha dejado de ser un lugar de estar. Combinando esta función con usos diferentes se puede dar un paso atrás y volver a dar sentido a los vestíbulos de las estaciones. A nivel de configuración ferroviaria, lo ideal es que el tren pase a una cota inferior, como el metro. Este facilita el diseño y funcionamiento de la estación ya que todas las funciones pueden estar agrupadas a cota de calle y desde ahí simplemente acceder a los andenes. De este modo no hay ninguna necesidad de duplicar elementos como ocurre en Silla.

El bloqueo del proyecto final ocurrirá a la mayoría de alumnos. Será porque queremos hacer “algo” especial, algo más que en los proyectos anteriores. Estos sueños de grandeza nos llevan a un fracaso por lo menos momentáneo. En el inicio del proyecto quería resolver tantas cosas, tenía tantas intenciones que no sabía por donde empezar, que priorizar. Olvidaba que estaba diseñando una estación. Finalmente todo puede simplificarse y esto se consigue estableciendo prioridades. En este caso la prioridad ha sido darle sentido al patio principal y a la implantación del edificio de Mercado-Estación. El resto (escaleras exteriores, las bóvedas, el mobiliario minimalista, estructura formal y resistente) puede entenderse como consecuencia de esta decisión.

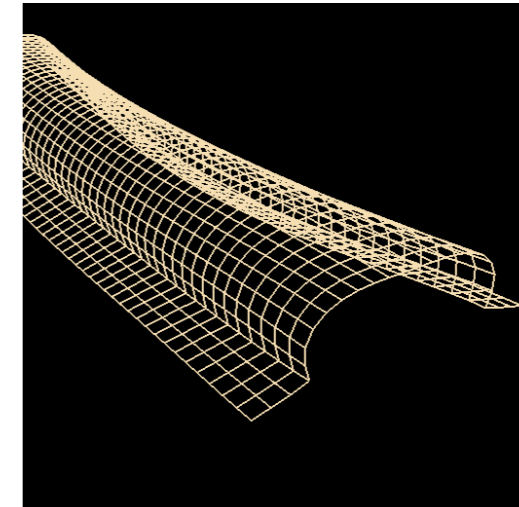


Imagen 3.7



3 PROGRAMAS Y 1/2 EN SILLA

Memoria técnica



DANIEL VEENSTRA MARTINEZ

TFM | taller 5 | ETSA | UPV

Esta Memoria define los aspectos técnicos del proyecto de nueva estación ferroviaria de cercanías de Silla, con equipamientos comerciales y aparcamiento subterráneo anejos a la misma. Se trata principalmente de la justificación del cumplimiento del CTE. Sigue el índice de este documento. Es complementaria a los planos y por ello se referencian dichos planos cuando son necesarios para la justificación. Se abordan al final algunas soluciones técnicas que no son requisitos del CTE.

1. DB-SE	6	4.5 Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria - HE4	39
		4.6 Contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica - HE5	39
2. DB-SI	10		
2.1 Propagación interior - SI1	10		
2.2 Propagación exterior - SI2	12		
2.3 Evacuación de ocupantes - SI3	13		
2.4 Instalaciones de protección contra incendios - SI4	17		
2.5 Intervención de bomberos - SI5	18		
2.6 Resistencia al fuego de la estructura - SI6	18		
3. DB-SUA	19		
3.1 Seguridad frente al riesgo de caídas - SUA1	19		
3.2 Seguridad frente al riesgo de impacto o de atrapamiento - SUA2	24		
3.3 Seguridad frente al riesgo de aprisionamiento en recintos - SUA3	25		
3.4 Seguridad frente al riesgo causado por iluminación inadecuada - SUA4	25		
3.5 Seguridad frente al riesgo causado por situaciones de alta ocupación - SUA5	27		
3.6 Seguridad frente al riesgo de ahogamiento - SUA6	28		
3.7 Seguridad frente al riesgo causado por vehículos en movimiento - SUA7	28		
3.8 Seguridad frente al riesgo causado por la acción del rayo - SUA8	29		
3.6 Accesibilidad -SUA9	29		
4. DB-HE	31		
4.1 Limitación del consumo energético - HE0	31		
4.2 Limitación de la demanda energética - HE1	31		
4.3 Rendimiento de las instalaciones térmicas - HE2	38		
4.4 Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación - HE3	38		
		5. DB-HR	40
		6. DB-HS	41
		6.1 Protección frente a la humedad -HS1	41
		6.2 Recogida y evacuación de residuos - HS2	47
		6.3 Calidad del aire interior - HS3	47
		6.4 Suministro de agua - HS4	50
		6.5 Evacuación de aguas - HS5	52
		7. OTRAS NORMATIVAS	56
		7.1 Particularidades de RENFE	56
		7.2 Instalaciones eléctricas	56
		8. MEMORIA ESTRUCTURAL	58
		8.0 Paso inferior	62
		8.1 Forjados y losas	68
		8.2 Soportes y muros de hormigón armado	88
		8.3 Cubiertas	92
		8.6 Otros elementos estructurales	100

1. DB - SE

La estructura se ha dimensionado respecto a los criterios este documento. Al final de la memoria técnica, en el apartado 8, se presenta la memoria estructural. En se explican los distintos aspectos del proyecto de estructuras y se justifica el cumplimiento de dicho documento presentando los distintos modelos de cálculo y el procedimiento para la realización de las comprobaciones necesarias para asegurar el correcto funcionamiento de la estructura.

SE 1 Resistencia y estabilidad

SE 2 Aptitud al servicio

1. Generalidades

1.1 Ámbito de aplicación y consideraciones previas

- Este DB establece los principios y los requisitos relativos a la resistencia mecánica y la estabilidad del edificio, así como la aptitud al servicio, incluyendo su durabilidad. Describe las bases y los principios para el cálculo de las mismas. La ejecución, la utilización, la inspección y el mantenimiento se tratan en la medida en la que afectan a la elaboración del proyecto.

- Los preceptos del DB-SE son aplicables a todos los tipos de edificios (...)

- Se denomina capacidad portante a la aptitud de un edificio para asegurar, con la fiabilidad requerida, la estabilidad del conjunto y la resistencia necesaria, durante un tiempo determinado, denominado periodo de servicio. La aptitud de asegurar el funcionamiento de la obra, el confort de los usuarios y de mantener el aspecto visual, se denomina aptitud al servicio.

- A falta de indicaciones específicas, como periodo de servicio se adoptará 50 años

1.2 Prescripciones aplicables conjuntamente con DB-SE

El DB-SE constituye la base para los Documentos Básicos siguientes y se utilizará conjuntamente

con ellos:

- DB-SE-AE Acciones en la edificación
- DB-SE-C Cimientos
- DB-SE-A Acero
- DB-SI Seguridad en caso de incendio

Deberán tenerse en cuenta, además, las especificaciones de la normativa siguiente:

- NCSE Norma de construcción sismorresistente: parte general y edificación
- EHE Instrucción de hormigón estructural

2. Documentación (...)

3. Análisis estructural y dimensionado

3.1 Generalidades

3.2 Estados límite

3.3 Variables básicas

3.4 Modelos para el análisis estructural

3.5 Verificaciones

4. Verificaciones basadas en coeficientes parciales

4.1 Generalidades

4.2 Capacidad portante

4.3 Aptitud al servicio

4.4 Efectos del tiempo

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

Tabla 4.2 Coeficientes de simultaneidad (ψ)

4.3.2 Combinación de acciones

4.3.3.1 Flechas (1/400 en pisos con pavimentos rígidos, 1/300 en el resto de los casos)

4.3.3.2 Desplazamientos horizontales

2.1.1 Memoria

1 En la memoria del proyecto se incluirá el programa de necesidades ((...) características del edificio (...) que condicionan las exigencias de seguridad estructural, tanto en lo relativo a la capacidad portante como a la aptitud al servicio; las bases de cálculo y la declaración de cumplimiento de los DB (...)).

2 En las bases de cálculo y en su caso, en el anejo de cálculo se incluirán los siguientes datos:

a) el periodo de servicio previsto, si difiere de 50 años;

b) las simplificaciones efectuadas sobre el edificio para transformarlo en uno o varios modelos de cálculo, que se describirán detalladamente, indicando el tipo estructural adoptado para el conjunto y sus partes, las características de las secciones, tipo de conexiones y condiciones de sustentación;

c) las características mecánicas consideradas para los materiales estructurales y para el terreno que lo sustenta, o en su caso actúa sobre el edificio;

d) la geometría global (especificando las dimensiones a ejes de referencia) y cualquier elemento que pueda afectar al comportamiento o a la durabilidad de la estructura;

e) las exigencias relativas a la capacidad portante y a la aptitud al servicio, incluida la durabilidad, si difieren de las establecidas en este documento;

f) las acciones consideradas, las combinaciones efectuadas y los coeficientes de seguridad utilizados;

g) de cada tipo de elemento estructural, la modalidad de análisis efectuado y los métodos de cálculo empleados

3 Los cálculos realizados con ordenador se completarán identificando los programas informáticos utilizados en cada una de las partes que han dado lugar a un tratamiento diferenciado, indicando el objeto y el campo de aplicación del programa y explicando con precisión, la representación de los datos introdu-

cidos y el tipo de los resultados generados por el programa.

2.1.2 Planos

1 Los planos del proyecto correspondientes a la estructura deben ser suficientemente precisos para la exacta realización de la obra, a cuyos efectos se podrán deducir también de ellos los planos auxiliares de obra o de taller, en su caso, y las mediciones que han servido de base para las valoraciones pertinentes.

2 Los planos contendrán los detalles necesarios para que el constructor, bajo las instrucciones del director de obra, pueda ejecutar la construcción, y en particular, los detalles de uniones y nudos entre elementos estructurales y entre éstos y el resto de los de la obra, las características de los materiales, la modalidad de control de calidad previsto, si procede, y los coeficientes de seguridad adoptados en el cálculo.

3 Si el proyecto se desarrolla en dos fases (proyecto básico y proyecto de ejecución), los planos del proyecto básico deben ser lo suficientemente precisos para la definición del tipo estructural previsto y el establecimiento de las reservas geométricas para la realización de la estructura.

2.1.3 Pliego de condiciones

1 En el pliego de condiciones del proyecto se incluirán las prescripciones técnicas particulares exigibles a los productos, equipos y sistemas y a la ejecución de cada unidad de obra.

2 Incluirá las condiciones en la ejecución de las obras definiendo, en su caso, la modalidad de control de calidad, el control de recepción en obra de productos, equipos y sistemas, el control de ejecución de la obra y el control de la obra terminada, estableciendo la documentación exigible, los distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de la idoneidad admitidos para su aceptación y, en su caso, los ensayos a realizar, los criterios de aceptación y rechazo, y las acciones a adoptar en cada caso. Asimismo, se establecerá el plazo de garantía de cada componente.

3 Si para una misma obra se prevén distintos tipos de un mismo producto, se detallarán separadamente cada uno de ellos, indicándose las zonas en que habrán de ser empleados.

4 En el pliego se exigirá, cuando sea oportuno o cuando esté reglamentado, la colocación en el lugar de la obra que especifique, de una placa con el valor máximo de la sobrecarga admisible para el uso de esa zona del edificio.

2. DB-SI

SI 1. Propagación interior

1. Compartimentación en sectores de incendio

Todo establecimiento debe constituir un sector de incendio diferenciado del resto del edificio excepto, en edificios cuyo uso principal sea Residencial Vivienda, los establecimientos cuya superficie construida no exceda de 500 m² y cuyo uso sea Docente, Administrativo o Residencial Público.

En el proyecto se distinguen los siguientes sectores principales de incendio (cf. I1-I2):

- Aparcamiento
- Supermercado
- Mercado
- Estación
- Local técnico 1
- Cafetería
- Local técnico 2
- Local técnico 3

El supermercado, con una superficie inferior a 2500 m² puede ser un único sector de incendios.

Aparcamiento: cualquier comunicación con otro uso del edificio debe hacerse a través de un vestíbulo de independencia. En el proyecto, dicha comunicación se produce a través de un espacio que se considera exterior por el número, tamaño y disposición de sus aberturas. El aparcamiento es un único sector de incendios.

Resistencia al fuego exigidas de los elementos que delimitan los sectores de incendio del proyecto:

Aparcamiento, bajo rasante: EI 120

Supermercado, bajo rasante: EI 120

Estación, bajo rasante: EI 120

Estación sobre rasante: EI 90

2. Locales y zonas de riesgo especial

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

Según la tabla 2.1, estos espacios del programa del proyecto son de riesgo especial:

Mercado

- Cocinas según potencia instalada: Riesgo medio $30 < P \leq 50$ kW
(Puede llegar a instalarse una potencia total mayor a 50 kW, $6 \times 15 = 90$ kW)

Estación

- Vestuario < 100m²: Riesgo bajo
- Local de contadores de electricidad: Riesgo bajo
- Sala de maquinaria de ascensores: Riesgo bajo

Local técnico 3

- Salas de maquinaria frigorífica: depende del tipo de refrigerante
(No se desarrolla este aspecto del proyecto del supermercado, podría ser de riesgo medio)

Locales técnicos 1 y 2

- Sala de grupo electrógeno: Riesgo bajo

Supermercado

- Administrativo (por desarrollar)
- Almacén (por desarrollar)
- Comercial (por desarrollar)

Tabla 2.2 Condiciones de las zonas de riesgo especial integradas en edificios

Al tener gran parte del proyecto bajo rasante, el apartado 1 es más restrictivo (no influye la cualidad de riesgo especial). Admitiendo que los elementos de hormigón cumplen EI 120, por la configuración del proyecto, ya que muchas divisiones entre sectores se resuelven mediante elementos estructurales, solamente se justifica la resistencia de la división entre la estación y el supermercado en el sótano (cf. I2).

El sistema de tabique autoportante de pladur del proyecto, 130 (70) MW 4x15, cumple EI 120 si se sigue el procedimiento de instalación recomendado por la marca (Catálogo comercial PLADUR - cf. Anexo 1.13).

3. Espacios ocultos

Paso de instalaciones a través de elementos de compartimentación de incendios

Elementos pasantes que aporten una resistencia al menos igual a la del elemento atravesado.

La estación es un único sector de incendio: no requiere de ninguna comprobación de falso techo. Los elementos que atraviesan el forjado que separa el mercado del supermercado son un punto débil en la compartimentación de incendio: el falso techo del supermercado deberá cumplir por si solo la resistencia al fuego exigida EI 120 (no se desarrolla).

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

Se emplean sistemas con buena reacción frente al fuego por los materiales utilizados (compartimentación de cartón-yeso y paneles metálicos, suelos pétreos, mobiliario metálico). No se realiza ningún tipo de comprobación en relación con esta exigencia.

SI 2. Propagación exterior

1. Medianeras y fachadas

No hay riesgo de propagación con otro edificio ya que los patios quedan alejados de los otros edificios (a más de 5 metros). El edificio de Mercado-Estación está a su vez totalmente aislado del resto.

2. Cubiertas

No existen lucernarios o tramos de forjados de resistencia menor a REI 60. Por tanto no hay riesgo de propagación entre el supermercado y el mercado o la estación a través de su fachada de vidrio.

SI 3. Evacuación de ocupantes

1. Compatibilidad de los elementos de evacuación

Patio 4 con escalera 3 (evacuación para la estación y el supermercado)

“ sus salidas de emergencia podrán comunicar con un elemento común de evacuación del edificio a través de un vestíbulo de independencia, siempre que dicho elemento de evacuación esté dimensionado teniendo en cuenta dicha circunstancia.”

Como las escaleras son exteriores, es prescindible dicho vestíbulo. Estas son un elemento común de evacuación ya que están dimensionadas teniendo en cuenta esta circunstancia.

2. Cálculo de la ocupación

Según la Tabla 2.1 Densidades de ocupación

Zonas de ocupación ocasional: (mantenimiento, salas de máquinas, locales para material de limpieza, etc)	ocupación nula
Aseos:	3 m ² /persona
Aparcamiento sujeto a horarios (comercial):	15 m ² /persona
Administrativo: Plantas o zonas de oficinas:	10 m ² /persona
Áreas de ventas en planta de sótano:	2 m ² /persona
Mercado y galería de alimentación:	2 m ² /persona
Zonas de público sentado (cafeterías)	1,5 m ² /persona
Vestíbulos generales	2 m ² /persona

(zonas de uso público en plantas de sótano, baja y entreplanta)

Zonas de público en terminales de transporte	10	m ² /persona
Zonas de servicio de cafeterías	10	m ² /persona
Almacenes	40	m ² /persona

A continuación se realiza el cálculo del proyecto, atendiendo a estos valores.

Aparcamiento _ 270 personas 2*2025 / 15	Estación (planta baja) _ 13 personas 95,9 /10 + 1 (empleado RENFE) + 2 (baño)
Supermercado _ 622 personas Zona de ventas 1221 / 2 = 610,5 Almacén 437 / 40 = 10,9	Mercado _ 159 personas Sala principal 306 / 2 = 153 personas Aseos 17,3 / 3 = 5,8
Estación (sótano) _ 23 personas Vestíbulo 95,9 / 10 = 9,6 personas Aseos 38,8 / 3 = 12,8 personas Locales técnicos Ocupación nula	Cafetería _ 55 personas Zona de servicio 33.8 / 4 = 8.4 Sala principal 69.9 /1,5 = 46.6

Vestíbulos y patios 2 y 3: Se considera zonas de ocupación nula ya que son comunicaciones exteriores.

3. Número de salidas y longitud de los recorridos de evacuación

Tanto en el aparcamiento como en el supermercado se disponen dos salidas de planta. Por ese motivo la longitud máxima de recorridos de evacuación es de 50 m. En el plano I.I2 están acotadas las

situaciones más desfavorables y estas cumplen esta restricción.

4. Dimensionado de los medios de evacuación

Puertas

$$A \geq P / 200 \quad (1) \geq 0,80 \text{ m} \quad (2)$$

Aparcamiento: no existen puertas

Supermercado: $622 / 200 = 3,11 \text{ m}$

Se disponen de 4 puertas abatibles de 1,10 m, 2 por salida de emergencia ($4*1,1 = 4,4 > 3,11$)

Mercado: $159/200 = 0,795$

Se disponen de dos puertas de 1,00 m, una por acceso.

(cf. I.I1 - I.I2)

Escaleras

Según la Tabla 4.2 (Capacidad de evacuación de las escaleras en función de su anchura), una escalera de 1,60 m tiene una capacidad de 211 personas. Si contamos las tres disponibles para el supermercado (patios 2-3-4) suman $3*211 = 633 > 622$ personas. Tienen un ancho suficiente para la ocupación del supermercado y de la estación.

5. Protección de las escaleras

Todas las escaleras del proyecto son exteriores y pueden considerarse por ese motivo especialmente protegidas sin necesidad de vestíbulo de independencia. Los patios más pequeños son los patios 2 y 4, en planta se puede inscribir unos círculos de 6,52 m y 7,92 m. La profundidad máxima es de 6,00 m y se cumple $6/4 = 1,50 < 6,52\text{m}$. Por ese motivo pueden considerarse exteriores la escaleras abiertas sobre estos patios.

6. Puertas situadas en recorridos de evacuación

Las puertas no entorpecen los recorridos de evacuación ya que se abaten hacia los espacios exteriores seguros. Se abaten siempre contra un paramento vertical.

7. Señalización de los medios de evacuación

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

No se desarrolla este aspecto del proyecto.

8. Control del humo de incendio

En el aparcamiento se debe instalar un sistema de control del humo de incendio ya que este no puede considerarse como aparcamiento abierto. (cf. I.3 - DB-HS 1.8)

En zonas de uso Aparcamiento se consideran válidos los sistemas de ventilación conforme a lo establecido en el DB HS-3, los cuales, cuando sean mecánicos, cumplirán las siguientes condiciones adicionales a las allí establecidas:

- a) El sistema debe ser capaz de extraer un caudal de aire de 150 l/plaza-s con una aportación máxima de 120 l/plaza-s y debe activarse automáticamente en caso de incendio mediante una instalación de detección, (...)
- b) Los ventiladores, incluidos los de impulsión para vencer pérdidas de carga y/o regular el flujo, deben tener una clasificación F300 60.
- c) Los conductos que transcurran por un único sector de incendio deben tener una clasificación E300 60. (...)

9. Evacuación de personas con discapacidad en caso de incendio

La altura de evacuación del uso comercial es inferior a 10 m, no requiere de ninguna medida adicional. Sin embargo el aparcamiento tiene una superficie mayor a 1500 m². El recorrido accesible a un sector de incendios alternativo exigido existe gracias a las rampas 2.1 y 2.2 que comunican las plantas de

aparcamiento con la planta de supermercado.

SI 4. Instalaciones de protección contra incendios

1. Dotación de instalaciones de protección contra incendios

General

- Extintores portátiles (uno de eficacia 21A -113B)
A 15 m de recorrido en cada planta, como máximo, desde todo origen de evacuación.
En las zonas de riesgo especial

Comercial

- Extintores portátiles
En toda agrupación de locales de riesgo especial medio y alto cuya superficie construida total excede de 1.000 m², extintores móviles de 50 kg de polvo, distribuidos a razón de un extintor por cada 1 000 m² de superficie que supere dicho límite o fracción.
- Bocas de incendio equipadas Si la superficie construida excede de 500 m²
- Sistema de alarma Si la superficie construida excede de 1.000 m².
- Instalación automática de extinción Si la superficie total construida del área pública de ventas excede de 1.500 m² (Puede ser el caso del supermercado, no se desarrolla)
- Hidrantes exteriores (uno si la superficie total construida está comprendida entre 1 000 y 10 000 m²)

Aparcamiento

- Bocas de incendio equipadas (si la superficie construida excede de 500 m²)
- Sistema de detección de incendio (superficie construida > 500 m²)
- Hidrantes exteriores (uno si la superficie construida está comprendida entre 1.000 y 10.000 m²)

(cf. I1-I2: se indican los extintores, extintores especiales e hidrantes exteriores ubicados)

2. Señalización de las instalaciones manuales de protección contra incendios

1. Los medios de protección contra incendios de utilización manual (...) se deben señalar mediante señales (...) cuyo tamaño sea:

- a) 210 x 210 mm cuando la distancia de observación de la señal no exceda de 10 m;
- b) 420 x 420 mm cuando la distancia de observación esté comprendida entre 10 y 20 m;
- c) 594 x 594 mm cuando la distancia de observación esté comprendida entre 20 y 30 m.

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

(No se desarrolla este aspecto)

SI 5. Intervención de los bomberos

Por las plazas públicas y la configuración urbana del lugar todos los espacios del proyecto son claramente accesibles, no se realizan comprobaciones en relación con este aspecto.

SI 6. Resistencia al fuego de la estructura

La estructura es de hormigón armado, a excepción de los soportes metálicos de las marquesinas (exteriores). Por ese motivo tampoco se aborda en más detalle esta última sección. Se asume que el cumplimiento del DB-SE y los recubrimientos mínimos de armaduras son suficientes para resistir al fuego.

3. DB-SUA

SUA 1. Seguridad frente al riesgo de caídas

1. Resbaladidad de los suelos

Según la tabla 1.2 (Clase exigible a los suelos en función de su localización), se diferencian los siguientes casos dentro del proyecto (cf. C1-C2):

Pavimento exterior _ Clase 3 (Hormigón peinado - Granito apomazado 3)

Plazas, andenes, rampas, escaleras (todas), patios (todos)

Pavimento interior húmedo _ Clase 2 (Granito apomazado 2 - Gres porcelánico)

Mercado, Aparcamiento, Conexión (aparcamiento - estación - supermercado), Paso inferior, Aseos

Pavimento interior seco _ Clase 1 (Granito apomazado 1 - Gres porcelánico sin definir)

Estación, Supermercado

2. Discontinuidades en el pavimento

- Se cumplen los requisitos de planeidad del suelo.
- Las barreras que se disponen en el proyecto son siempre de 90 cm como mínimo (90>80).
- No hay escalones aislados (como mínimo, tramos de escaleras de 6 escalones).

3. Desniveles

3.1 Protección de los desniveles

- En el desnivel entre el andén y la plaza existe una protección de vidrio que además de evitar el resto

3. DB-SUA

de caída impide el acceso a las vías. Solo puede acceder el público a los andenes desde el paso inferior o la estación (cf. C4)

- En la rampa que da acceso al edificio de estación-mercado, los desniveles quedan protegidos por barandillas de 90 - 65 cm y por un antepecho de vidrio. Dichos desniveles son inferiores a 55 cm ($90/2 = 45$ cm) (cf. C5)

3.2 Características de las barreras de protección

3.2.1 Altura

El mayor salto de altura ocurre en el patio 1, donde hay exactamente 6,00 m de diferencia de cota entre dicho patio y la plaza. Por tanto todos los antepechos deben tener una altura mínima de 90 cm. En el caso de las escaleras los paños de vidrio cumplen esta función. (cf. D6 - Anexo 1.2) En el caso de los patios los antepechos son unos elementos de hormigón armado de 90 cm exactamente, sobre los cuales se coloca una prolongación de vidrio de altura variable. El elemento de hormigón asegura el cumplimiento de altura mínima de la barrera de protección (cf. D1-C4).

3.2.2 Resistencia

Las barreras de protección tendrán una resistencia y una rigidez suficiente para resistir la fuerza horizontal establecida en el apartado 3.2.1 del Documento Básico SE-AE, en función de la zona en que se encuentren.

Esta resistencia la garantiza la ficha técnica del sistema constructivo escogido (EasyGlass 3KN, Anexo 1.2).

3.2.3 Características constructivas

Los antepechos, de vidrio como de hormigón son elementos lisos sin resaltes. Solamente existen unas juntas verticales entre paños del antepecho de vidrio de 1,5 cm. No son fácilmente escalables ni existen huecos por lo que los niños puedan introducir la cabeza. (cf. D6)

4. Escaleras y rampas

(cf. Numeración escaleras y rampas: P2-P3)

4.2 Escaleras de uso general

Todas las escaleras tienen huellas de 30 cm ($30 > 28$ cm exigidos) a excepción de las escalera 7 y 8 que tienen huellas de 60 cm. Ninguna cuenta con bocel (prohibido en el caso de escaleras de evacuación ascendente). Los encuentros entre las losas de granito, acabado de estos elementos, son rectos (cf. D6)

Escalera 1 (4 tramos de 9 peldaños, salva 6,00 m)

$$13 \text{ cm} < C = 600 / (4 \cdot 9) = 16,67 \text{ cm} < 17,5$$

Escalera 2 (idéntica a la 1)

Notese que 3 tramos se corresponden a la cota del supermercado y del paso inferior ($3/4 \cdot 6,00 = 4,50$ m)

Escalera 3 (4 tramos de 8 peldaños, salva 5,40 m)

$$13 \text{ cm} < C = 540 / (4 \cdot 8) = 16,875 \text{ cm} < 17,5$$

Escalera 4 (3 tramos de 9 escalones)

$$13 \text{ cm} < C = 450 / (3 \cdot 9) = 16,67 \text{ cm} < 17,5$$

Escaleras 5 y 6

$$13 \text{ cm} < C = 90 / 6 = 15 \text{ cm} < 17,5 \quad (90/5 = 18 > 17,5)$$

Escaleras 7 y 8

Como las escaleras 5 y 6, con huellas de 60 cm.

Escaleras 9, 10, 11 (4 tramos de 8 peldaños, salva 5,40 m)

Son las escaleras de acceso a los andenes, idénticas a la escalera 3

4.2.2 Tramos

El tramo más corto es de 6 peldaños (> 3). Siendo escaleras públicas la máxima altura que puede salvar un tramo es 2,25 m. En cada escalera, todos los peldaños tienen la misma huella y contrahuella. Las escaleras tienen todas un ancho igual o mayor a 1,60 m. Este es mayor a todos los mínimos establecidos en la tabla 4.1.

Cálculo de tramos mínimos en función de las alturas salvadas:

$$6,00 / 2,25 = 2,67 \text{ (3 tramos mínimo)}$$

$$4,50 / 2,25 = 2 \text{ (2 tramos mínimo)}$$

$$5,40 / 2,25 = 2,4 \text{ (3 tramos mínimo)}$$

4.2.3 Mesetas

Las mesetas del proyecto son de 1,60 m o de 1,90 m (1,60 + 0,30). Esta medida cumple con lo exigido.

(...) las mesetas dispuestas entre tramos de una escalera con la misma dirección tendrán al menos la anchura de la escalera y una longitud medida en su eje de 1 m, como mínimo.

Cuando exista un cambio de dirección entre dos tramos, la anchura de la escalera no se reducirá a lo largo de la meseta (véase figura 4.4). La zona delimitada por dicha anchura estará libre de obstáculos y sobre ella no barrerá el giro de apertura de ninguna puerta, excepto las de zonas de ocupación nula definidas en el anejo SI A del DB SI.

En las mesetas de planta de las escaleras de zonas de uso público se dispondrá una franja de pavimento visual y táctil en el arranque de los tramos, según las características especificadas en el apartado 2.2 de la Sección SUA 9.

(cf. C1-C2-P2-P3).

4.2.4 Pasamanos

En todas las escaleras se disponen de pasamanos a ambos lados (cf. P2-P3), en las escaleras 5 y 6 (ámbito A = 4,80 m) se instalan pasamanos adicionales a 1,20 m del muro, del lado de la puerta de emergencia (cf. C1-C3). Se prolongarán 30 cm en los puntos indicados en los mismos planos. Esto cumple con lo exigido en este apartado:

Las escaleras que salven una altura mayor que 55 cm dispondrán de pasamanos al menos en un lado. Cuando su anchura libre exceda de 1,20 m, así como cuando no se disponga ascensor como alternativa a la escalera, dispondrán de pasamanos en ambos lados. Se dispondrán pasamanos intermedios cuando la anchura del tramo sea mayor que 4 m.

En escaleras de zonas de uso público (...) el pasamanos se prolongará 30 cm en los extremos, al menos en un lado.

Se colocan pasamanos dobles, a 90 cm y 65 cm respecto a la línea de peldaños. Son sistemas comerciales que cumplen los requisitos ergonómicos y los requisitos de resistencia.

El pasamanos estará a una altura comprendida entre 90 y 110 cm // El pasamanos será firme y fácil de asir, estará separado del paramento al menos 4 cm y su sistema de sujeción no interferirá el paso continuo de la mano.

(cf. D6 - Anexo 1.2)

4.3 Rampas

La rampa 1, de acceso y salida del aparcamiento, salva 3 metros, en una longitud de 15 m. Su pendiente es del 20 %. No forma parte de un recorrido peatonal. La rampa 3, de acceso al mercado se desarrolla en dos tramos de 6 metros, cada uno al 7,5% (< 8%). Salva el desnivel de 90 cm entre la plaza y el edificio de mercado estación (12*0,075=0,90). Cumple con la restricción:

(...) las que pertenezcan a itinerarios accesibles, cuya pendiente será, como máximo, del 10% cuando su longitud sea menor que 3 m, del 8% cuando la longitud sea menor que 6 m y del 6% en el resto de los casos.

Las rampas 3.1, 3.2, de conexión entre el aparcamiento y la planta de supermercado y paso inferior

son de 19,20 m y salvan 1,50 m (7,8 %). Ya que son de un único tramo deberían alargarse hasta alcanzar los 25 m (6%, supondría un quiebro) para no necesitar dos descansillos intermedios.

Las dimensiones de este elemento en planta son acordes con las restricciones de este apartado:

Los tramos cumplen con el ancho mínimo de 1,20 m (cf. P2-C1)

Las mesetas cumplen con el ancho mínimo de 1,50 m (cf. P2-C1)

El pasamano doble a 90 y 65 cm sobre el suelo se coloca a ambos lados de la rampa (exigible) y sirve a su vez de protección de desnivel. (cf. C5)

SUA 2. Seguridad frente al riesgo de impacto o de atrapamiento

1. Impacto

1.1 Impacto con elementos fijos

No hay salientes, los pasos son todos suficientemente amplios.

1.2 Impacto con elementos practicables

Las puertas abatibles no impiden ningún paso (se abaten contra elementos fijos (paramentos de hormigón o de vidrio) (cf. P2-P3).

1.3 Impacto con elementos frágiles

Todos los vidrios de fachada y puertas del proyecto serán “elementos laminados o templados que resistan sin rotura un impacto de nivel 3, conforme al procedimiento descrito en la norma UNE EN 12600:2003.”

(cf. Anexo 1.4)

2. Atrapamiento

Con el fin de limitar el riesgo de atrapamiento producido por una puerta corredera de accionamien-

to manual, incluidos sus mecanismos de apertura y cierre, la distancia a hasta el objeto fijo más próximo será 20 cm, como mínimo

(cf. C1-C2-C5).

SUA 3. Seguridad frente al riesgo de aprisionamiento en recintos

Las puerta de todos los aseos tendrán un sistema de cierre accesible desde el exterior. Los aseos accesibles dispondrán de “un dispositivo en el interior fácilmente accesible, mediante el cual se transmita una llamada de asistencia perceptible desde un punto de control y que permita al usuario verificar que su llamada ha sido recibida, o perceptible desde un paso frecuente de personas.”

SUA 4. Seguridad frente al riesgo causado por iluminación inadecuada

La instalación de iluminación del proyecto descrita en el plano I.8 debería cumplir con los requisitos de esta sección. A continuación se citan los que afectan al proyecto.

(No se realizan cálculos de iluminancia)

1. Alumbrado normal en zonas de circulación

En cada zona se dispondrá una instalación de alumbrado capaz de proporcionar, una iluminancia mínima de 20 lux en zonas exteriores y de 100 lux en zonas interiores, excepto aparcamientos interiores en donde será de 50 lux, medida a nivel del suelo. El factor de uniformidad media será del 40% como mínimo.

2. Alumbrado de emergencia

2.1 Dotación

Los edificios dispondrán de un alumbrado de emergencia que, en caso de fallo del alumbrado normal, suministre la iluminación necesaria para facilitar la visibilidad a los usuarios de manera que puedan abandonar el edificio, evite las situaciones de pánico y permita la visión de las señales indicativas de las salidas y la situación de los equipos y medios de protección existentes.

Es exigible en todos los lugares del proyecto, por su características de ocupación y su carácter de edificio público, un alumbrado de emergencia.

- a) Todo recinto cuya ocupación sea mayor que 100 personas
- b) Los recorridos desde todo origen de evacuación hasta el espacio exterior seguro
- d) Los locales que alberguen equipos generales de las instalaciones de protección contra incendios y los de riesgo especial;
- e) Los aseos generales de planta en edificios de uso público;
- f) Los lugares en los que se ubican cuadros de distribución o de accionamiento de la instalación de alumbrado de las zonas antes citadas;
- g) Las señales de seguridad;
- h) Los itinerarios accesibles

2.2 Posición y características de las luminarias

Con el fin de proporcionar una iluminación adecuada las luminarias cumplirán las siguientes condiciones:

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

2.3 Características de la instalación

- La instalación será fija, estará provista de fuente propia de energía y debe entrar automáticamente en funcionamiento al producirse un fallo de alimentación en la instalación de alumbrado normal en las zonas cubiertas por el alumbrado de emergencia.
- La instalación cumplirá las condiciones de servicio que se indican a continuación durante una hora,

como mínimo, a partir del instante en que tenga lugar el fallo:

a) En las vías de evacuación cuya anchura no exceda de 2 m, la iluminancia horizontal en el suelo debe ser, como mínimo, 1 lux a lo largo del eje central y 0,5 lux en la banda central que comprende al menos la mitad de la anchura de la vía. Las vías de evacuación con anchura superior a 2 m pueden ser tratadas como varias bandas de 2 m de anchura, como máximo.

b) En los puntos en los que estén situados los equipos de seguridad, las instalaciones de protección contra incendios de utilización manual y los cuadros de distribución del alumbrado, la iluminancia horizontal será de 5 lux, como mínimo.

c) A lo largo de la línea central de una vía de evacuación, la relación entre la iluminancia máxima y la mínima no debe ser mayor que 40:1.

d) Los niveles de iluminación establecidos deben obtenerse considerando nulo el factor de reflexión sobre paredes y techos y contemplando un factor de mantenimiento que englobe la reducción del rendimiento luminoso debido a la suciedad de las luminarias y al envejecimiento de las lámparas.

e) Con el fin de identificar los colores de seguridad de las señales, el valor mínimo del índice de rendimiento cromático Ra de las lámparas será 40.

2.4 Iluminación de las señales de seguridad

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

a) La luminancia de cualquier área de color de seguridad de la señal debe ser al menos de 2 cd/m² en todas las direcciones de visión importantes;

(...)

SUA 5. Seguridad frente al riesgo causado por situaciones de alta ocupación

No es de aplicación.

SUA 6. Seguridad frente al riesgo de ahogamiento

No es de aplicación

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

De aplicación en el aparcamiento, características constructivas:

La rampa de acceso y salida del aparcamiento cuenta con una superficie horizontal previa de longitud $L = 5,00 \text{ m}$ (cf. P1)

“Las zonas de uso Aparcamiento dispondrán de un espacio de acceso y espera en su incorporación al exterior, con una profundidad (...) de 4,5 m como mínimo y una pendiente del 5% como máximo”

El aparcamiento cuenta con 130 plazas (<200) y una superficie de $2025 * 2 = 4050 < 5000 \text{ m}^2$. Por tanto no es exigible la identificación de itinerarios peatonales de zonas de uso público (“mediante pavimento diferenciado con pinturas o relieve, o bien dotando a dichas zonas de un nivel más elevado”)

Señalización

Se señalizará conforme a lo establecido en el código de la circulación:

- a) el sentido de la circulación y las salidas;
- b) la velocidad máxima de circulación de 20 km/h;
- c) las zonas de tránsito y paso de peatones, en las vías o rampas de circulación y acceso;

En la rampa de acceso se señala el gálibo máximo: 2,50 m.

En la rampa de salida, desde el interior, se alerta al conductor de la presencia de peatones en las proximidades de dichos accesos.

SUA 8. Seguridad frente al riesgo causado por la acción del rayo

Los postes de catenaria son más altos que el propio edificio. También hay torres de viviendas en las proximidades mucho más altas que el edificio de estación. Por estos dos motivos no es de aplicación esta sección.

SUA 9. Accesibilidad

1. Condiciones de accesibilidad

Todos los espacios del proyecto son accesibles mediante ascensores. Además unas rampas accesibles conectan el aparcamiento con el supermercado y el paso inferior. Finalmente una rampa accesible da acceso al edificio de mercado - estación sin necesidad de ascensor.

1.2.3 Plazas de aparcamiento accesibles

El aparcamiento cuenta con dos plantas de 65 plazas cada una, cuenta con dos plazas accesibles, las plazas número 34, 41, 99 y 106. Todas a proximidad de las rampas de comunicación con la estación y el supermercado (cf. P3-P4). Cumplen con la fracción exigida para este programa ($130 / 33 = 3,93$).

(...) En uso Comercial, Pública Concurrencia o Aparcamiento de uso público, una plaza accesible por cada 33 plazas de aparcamiento o fracción.

1.2.6 Servicios higiénicos accesibles

Los aseos accesibles (mixtos) de las plantas de estación cumplen con el requisito mínimo ya que se han instalado un total de 6. Lo mismo ocurre en el caso del mercado ya que se ha instalado 1 para un total de 3. En este caso son todos mixtos.

Un aseo accesible por cada 10 unidades o fracción de inodoros instalados, pudiendo ser de uso

compartido para ambos sexos.

1.2.8 Mecanismos

- Los interruptores, los dispositivos de intercomunicación y los pulsadores de alarma serán mecanismos accesibles. (No se desarrolla)

2. Condiciones y características de la información y señalización para la accesibilidad

2.2 Características

- Las entradas al edificio accesibles, los itinerarios accesibles, las plazas de aparcamiento accesibles y los servicios higiénicos accesibles (aseo, cabina de vestuario y ducha accesible) se señalarán mediante SIA, complementado, en su caso, con flecha direccional.

- Los servicios higiénicos de uso general se señalarán con pictogramas normalizados de sexo en alto relieve y contraste cromático, a una altura entre 0,80 y 1,20 m, junto al marco, a la derecha de la puerta y en el sentido de la entrada.

- Las bandas señalizadoras visuales y táctiles serán de color contrastado con el pavimento, con relieve de altura 3 ± 1 mm en interiores y 5 ± 1 mm en exteriores. Las exigidas en el apartado 4.2.3 de la Sección SUA 1 para señalar el arranque de escaleras, tendrán 80 cm de longitud en el sentido de la marcha, anchura la del itinerario y acanaladuras perpendiculares al eje de la escalera. Las exigidas para señalar el itinerario accesible hasta un punto de llamada accesible o hasta un punto de atención accesible, serán de acanaladura paralela a la dirección de la marcha y de anchura 40 cm.

- Las características y dimensiones del Símbolo Internacional de Accesibilidad para la movilidad (SIA) se establecen en la norma UNE 41501:2002. (No se desarrolla)

4. DB-HE

No se desarrolla nada en relación con este apartado para el supermercado. Se desarrollan únicamente aspectos constructivos del forjado que soporta la plaza (cubierta del mercado), la ventilación del aparcamiento y cuestiones relativa al edificio de estación - mercado (instalaciones y características técnicas de la envolvente).

HE 0 Limitación del consumo energético

Depende del suministro, no son requisitos aplicables al proyecto.

HE 1 Limitación de la demanda energética

1. Ámbito de aplicación

Esta Sección es de aplicación en:

a) edificios de nueva construcción;

Se excluyen del ámbito de aplicación:

e) las edificaciones o partes de las mismas que, por sus características de utilización, estén abiertas de forma permanente

2. Caracterización y cuantificación de la exigencia

2.1 Caracterización de la exigencia

- La demanda energética de los edificios se limita en función de la zona climática de la localidad en que se ubican y del uso previsto.

- Se deben limitar los riesgos debidos a procesos que produzcan una merma significativa de las prestaciones térmicas o de la vida útil de los elementos que componen la envolvente térmica, tales como

las condensaciones.

2.2 Cuantificación de la exigencia

Limitación de la demanda energética del edificio - Edificios de otros usos

El porcentaje de ahorro de la demanda energética conjunta de calefacción y refrigeración, respecto al edificio de referencia del edificio o la parte ampliada, en su caso, debe ser igual o superior al establecido en la tabla 2.2.

Según la Tabla B.1. Zonas climáticas de la Península Ibérica, Silla (Valencia, $h < 50$ m) está en la zona climática B.3. Para zona de verano 3, una carga interna baja (estación) se exige un 25 % de ahorro y para una carga interna alta (mercado) un 15 % de ahorro respecto al edificio de referencia.

Como el mercado necesita una ventilación casi permanente solo se tienen en cuenta las exigencias de este apartado a título indicativo ya que queda se fuera del ámbito de aplicación si se considera permanentemente abierto.

3. Verificación y justificación del cumplimiento de la exigencia

3.1 Procedimiento de verificación

Deben realizarse las siguientes verificaciones: (...) Verificación de las exigencias cuantificadas en el apartado 2 con los datos y solicitudes definidos en el apartado 4, utilizando un procedimiento de cálculo acorde a las especificaciones establecidas en el apartado 5

No se desarrolla el cálculo preciso para el proyecto de acondicionamiento térmico del edificio. Se realizan únicamente cálculos relevantes para realizar un planteamiento razonable de aclimatación para el edificio de mercado - estación. El sistema se representa en el plano I.9.

Memoria de cálculo

Estación, superficies en contacto con el exterior, planta baja

Muros de carga	$= 4 \cdot 3,4 \cdot 4 = 4 \cdot 13,6 =$	54,4 m ²
Carpinterías laterales	$= 12 \cdot 3,4 \cdot 2 = 40,8 \cdot 2 =$	81,6 m ²
Carpintería frontal (acceso 1)	$= 2,55^2 \pi / 2 + 3,4 \cdot 5,1 =$	27 m ²
Cubierta	$= (2,7 + 2,55 \pi) \cdot 20 =$	214 m ²

Volumen = 734,7 m³

Total

$S_{\text{cubierta}} =$	214	m ²
$S_{\text{forjado}} =$	156	m ²
$S_{\text{muros}} =$	54,4	m ²
$S_{\text{vidrio}} =$	109,2	m ²
$S_{\text{pladur}} =$	9,2	m ²

Porcentaje de huecos en fachada

$$109,2 / (54,4 + 109,2 + 9,2) = 63\%$$

Según el apartado D.2.7, se exigen los valores límites para la zona climática B3:

- en muros, $U_{\text{mlim}} = 0,82$ W/m²K
- en suelos, $U_{\text{slim}} = 0,52$ W/m²K
- en cubiertas, $U_{\text{clim}} = 0,45$ W/m²K
- Factor solar modificado 0,46 (E/O)

Para un 60 % de huecos en fachada, una transmitancia límite en huecos:

- Norte, 2,7 W/m²K

- Este-oeste, 3,6 W/m²K

El sistema de la casa comercial AGC, Thermobel: 44.2 Stratophone 2x Planibel Clearlite - 16 mm Argon 90% - 6 mm Planibel Clear, tiene una transmitancia térmica $U = 2,7 \text{ W/m}^2\text{K}$. Despreciando las carpinterías que tienen poco espesor frente a la superficie acristalada, los huecos cumplen con la transmitancia límite ($2,7 > 2,6$) (cf. Anexo 1.4).

Cálculo del factor sombra de las fachadas E/O

Según la tabla E.11, como la relación $D/H < 0,2$ (cf. C4), $1 < L/H = 1,5 < 2$, el factor sombra debido a la marquesina (oeste) como a la segunda bóveda (este) es 0,55. Según la ficha técnica del acristalamiento (cf. Anexo 1.4) el factor solar es 70. Despreciando las carpinterías se obtiene $FM = 0$, y un factor solar para los huecos de las fachadas este y oeste:

$$F = 70 \cdot 0,55 = 38,5 < 46$$

Siendo la conductividad del hormigón armado 2,50 W/m.K y la conductividad del poliestireno expandido 0,04 W/m.K, se obtienen las siguientes transmitancias en los distintos elementos del proyecto:

Muro de carga (25 cm de Hormigón, 5 cm de poliestireno expandido)

$$U_m = 1 / (0,25/2,5 + 0,05/0,04) = 0,74 \text{ W/m}^2\text{K} < 0,82 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Cubierta (10 cm de Hormigón, 10 cm de aislante, 1,5 cm de mortero hidrófugo)

$$U_c = 1 / (0,10/2,5 + 0,10/0,04 + 0,0015/1) = 0,39 \text{ W/m}^2\text{K} < 0,45 \text{ W/m}^2\text{K}$$

(Con solamente 5 cm de aislante no se cumple la exigencia: se obtiene una transmitancia de 0,77 W/m².K)

Según el RITE, las condiciones exteriores para el cálculo de calefacción de Valencia: $T^{\circ}\text{ext} = -1,6 \text{ }^{\circ}\text{C}$

No se toman en cuenta las cargas internas de ocupación, de iluminación o de otros equipos. Tam-

poco se toman en cuenta pérdidas por conductos, por ventilación, por puentes térmicos o de calor latente. Se calculan únicamente las pérdidas de calor sensible por transmisión.

Carga de invierno de la estación, planta baja

$$Q_T = 21,6 (2,6 \cdot 109,2 + 0,77 \cdot 54,4 + 0,39 \cdot 214 + 0,73 \cdot 9,2)$$

$$Q_T = 8\,985 \text{ W} = 9,0 \text{ kW}$$

En la planta inferior de la estación

$$Q_T = 7,2 \text{ kW}$$

Para el mercado (suponiendo que está cerrado y aclimatado), se hace el mismo cálculo simplificado:

$$S_{\text{murosHA}} = 2 \cdot 4 \cdot 3,4 = 27,2 \text{ m}^2$$

$$S_{\text{vidrios E/O}} = 2 \cdot 24 \cdot 3,4 = 2 \cdot 81,6 = 163,2 \text{ m}^2$$

$$S_{\text{vidrios N/S}} = 2 \cdot 5,1 \cdot 3,4 + 2,55^2 \pi / 2 = 2 \cdot 27,55 = 55,1 \text{ m}^2$$

$$S_{\text{cubierta}} = 2,7 \cdot 28 + 2,55 \cdot \pi \cdot (24 + 28) = 492,2 \text{ m}^2$$

$$Q_T = 21,6 (0,74 \cdot 27,2 + (55,1 + 163,2) \cdot 2,6 + 492,2 \cdot 0,39) = 16\,841 \text{ W} = 16,8 \text{ kW}$$

Se obtiene una necesidad de calefacción del orden de 35 kW en invierno (33 kW = 7,2 + 9 + 16,8) para todo el edificio de Mercado-Estación. Suponiendo que las necesidades en verano son similares en potencia, se escoge un sistema que sea capaz de suministrar esa potencia de climatización (calefacción como refrigeración) para satisfacer las necesidades del edificio.

Solución adoptada

(cf. I9)

Ventilación

En el vestíbulo de la estación se considera que la ocupación es tan baja que no es necesario tener en cuenta la renovación del aire. Este se renovará de forma satisfactoria por la simple apertura natural de

puertas del vestíbulo. Solo cuenta la estación con extractores en los baños, en el cuarto de cuentas y en los locales técnicos. Este aire se expulsa directamente al exterior en el sótano como en la planta baja como se indica en el plano.

En el edificio de mercado la actividad y la ocupación requiere de un sistema mecánico de renovación de aire, si este está aclimatado. Las carpinterías correderas laterales posibilitan, de todos modos, una buena ventilación natural. Se plantea un sistema mixto que aclimate aire procedente del exterior (aire de renovación, circuito primario) y a la vez aire procedente del local. Por otra parte unos extractores mecánicos renuevan el aire desde la banda central, donde están los puestos equipados (algunos con cocina) y lo expulsan de forma homóloga a la estación, por el lado opuesto.

Aire acondicionado

Se escoge el sistema VRV de la casa comercial Daikin (cf. Anexo 1.3)

El VRV de Daikin es un sistema de climatización inteligente con control de flujo de refrigerante variable. Le permite mantener un control individual de zonas en cada habitación y planta de un edificio comercial. El sistema VRV proporciona una solución total para calefacción, refrigeración, ventilación, producción de agua caliente, cortinas de aire y control centralizado.

Se instala una única unidad exterior sobre los aseos accesibles de la estación. La unidad exterior RYYQ-T tiene tres modelos de potencias nominales 28 - 33,5 - 40 kW (tanto en calefacción como en refrigeración). Estas potencias se acercan al orden de magnitud de las necesidades del edificio. Sus dimensiones (765 x 930 x 1665 mm) también se adaptan a su ubicación, en la banda central de cubierta. Al estar entre las dos bóvedas, es prácticamente invisible desde el exterior. Por el mismo patinillo por el que pasa la bajante 2, pasan los conductos de fluido caloportador que alimenta las unidades interiores (cf. E6).

Se instalan unidades interiores tipo conducto en la banda central del mercado. Introducen aire de renovación procedente del circuito primario. Por otra parte se instalan unidades interiores de falso techo en los aseos, en el cuarto de cuentas y en los locales técnicos si fuera necesario.

Los conductos del fluido caloportador pasan por los conductos de la banda central (C5), por la

tabiquería y por unos patinillos compartidos por las redes de suministro de agua y saneamiento como se indica en los planos. La unidad central (generadora del aire de renovación del circuito primario) se ubica del lado del acceso 3, y desde ese mismo lado se expulsa el aire extraído.

Acerca del acristalamiento

Para escoger un acristalamiento adecuado se han comparado soluciones de la casa comercial AGC. Cabe destacar los siguientes factores que intervienen para escoger el tipo de acristalamiento:

- Resistencia: los paños fijos, de 2,50 x 3,00 deben resistir la acción del viento, están en zona de posible impacto y están expuestos a la calle (posible vandalismo). Esto nos lleva a buscar un vidrio de cierto espesor, resistente a impactos. Estos factores llevan a escoger un vidrio laminado.

- Aislamiento térmico: en particular para el vestíbulo de la estación, los vidrios fijos ocupan gran parte del cerramiento y por ese motivo se van a generar muchas pérdidas a través de ellos. En el mercado, como se genera más calor debería estudiarse en detalle las necesidades térmicas en verano. Lo más sostenible sería apostar por una ventilación natural. En este caso la capacidad de aislamiento térmico del sistema no es relevante. Para una buena prestación térmica se miran soluciones con cámara de aire (doble o triple acristalamiento).

-Aislamiento acústico: La marca AGC cuenta con vidrios laminados especiales para el aislamiento acústico. Al aumentar el espesor de estos y al introducir una cámara de aire también mejoran las prestaciones acústicas del paño. Este requisito de aislamiento acústico se debe a la presencia del tren. En especial en el vestíbulo de espera que debería ser un lugar silencioso en cierta medida (más que el mercado).

Opciones contempladas:

De los sistemas más completos (vidrio laminado de prestaciones acústicas con cámara de aire)

THERMOBEL STRATOPHONE DOUBLE GLAZING WITH ACOUSTIC LAMINATED GLASS

6 - 15 - 66.2 st

66.2 st - 16 - 44.2 st

El problema de este sistema (además del precio) es el mayor espesor, el mayor peso lo que complica la instalación y requiere de elementos de sujeción de mayor resistencia. Si se escoge un vidrio con cámara de aire, las dos hojas deben tener un cierto espesor por las dimensiones (y por tanto distancia entre apoyos) del paño.

Si nos despreocupamos del aislamiento térmico (suponiendo que el mercado estará permanentemente abierto), escogemos el siguiente sistema, que puede extrapolarse a las puertas automáticas de la estación para que estas sean más livianas.

STRATOPHONE ACOUSTIC LAMINATED GLASS

66.2 st $R_w = 40\text{db}$

En las partes que no estén del lado a las vías y en los antepechos de escaleras se empleara el equivalente que no es de especiales prestaciones acústicas:

STRATOBEL LAMINATED GLASS

66.2 $R_w = 36\text{db}$

HE 2 Rendimiento de las instalaciones térmicas

Esta exigencia se desarrolla actualmente en el vigente Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios, RITE. (No se desarrolla)

HE 3 Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación

Como edificio de nueva construcción esta sección es de aplicación. Se excluyen los alumbrados de emergencia. Sin embargo no se desarrollan las verificaciones que consistirían en lo siguiente:

- Cálculo del valor de eficiencia energética de la instalación VEEI en cada zona, constatando que no se superan los valores límite consignados en la Tabla 2.1 del apartado 2.1
- Cálculo del valor de potencia instalada en el edificio en iluminación a nivel global, constatando que no superan los valores límite consignados en la Tabla 2.2 del apartado 2.2;
- Comprobación de la existencia de un sistema de control y, en su caso, de regulación que optimice el aprovechamiento de la luz natural, cumpliendo lo dispuesto en el apartado 2.3;
- Verificación de la existencia de un plan de mantenimiento, que cumpla con lo dispuesto en el apartado 5.

Se escogen dos tipos de luminarias exteriores y dos tipos de luminarias interiores además de las luminarias de andén (cf. I8). Estos elementos figuran en el Anexo 1.5. La luminaria exterior tipo 1 es una farola tipo que ilumina la cota de peatón y pauta el recorrido, mientras que la luminaria de tipo 2, más alta ofrece mayor intensidad lumínica a un área más amplia que tiene el carácter de plaza. La luminaria de tipo 1 del edificio de Mercado-Estación es un elemento colgado lineal (cf. C6-C5), tiene cierta relevancia ya que es el elemento que más interfiere con la bóveda. La luminaria de tipo 2, utilizada en los aseos como en el cuadro de cuentas y en la banda central del mercado, es un elemento empotrado de menor protagonismo.

HE 4 Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria

No es de aplicación por la escasa necesidad de agua del edificio de mercado-estación.
(en los que exista una demanda de agua caliente sanitaria (ACS) superior a 50 l/d)

HE 5 Contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica

No es de aplicación por el tipo de uso en relación con la superficie (más de 5000 m²)

5. DB-HR

Considerando que los tres aspectos del programa son recintos ruidosos no es de aplicación. Se instalarán vidrios especiales para limitar la contaminación acústica del tren dentro del Mercado - Estación, los locales de instalaciones ruidosas quedan encerrados entre muros de hormigón armado y el falso techo del supermercado acondiciona acústicamente dicho local. No se toman más medidas respecto al ruido en el proyecto.

6. DB-HS

HS 1 Protección frente a la humedad

1. Generalidades

Esta sección se aplica a los muros y los suelos que están en contacto con el terreno y a los cerramientos que están en contacto con el aire exterior (fachadas y cubiertas) de todos los edificios incluidos en el ámbito de aplicación general del CTE. La comprobación de la limitación de humedades de condensación superficiales e intersticiales debe realizarse según lo establecido en la Sección HE-1 Limitación de la demanda energética del DB HE Ahorro de energía.

2. Diseño

2.1 Muros

En el caso de los muros del proyecto, se diferencian 3 casos: los muros del aparcamiento, los muros de los patios y los muros del supermercado. Las condiciones de impermeabilidad dependen en cierta medida del estudio geotécnico. No se desarrollan. En el cajón empujado del paso inferior la solución se resuelve el problema de la humedad ejecuta mediante falsos techos y trasdosados de los paramentos por donde evacuar el agua. Los marcos prefabricados tienen un grado de impermeabilidad elevado y las juntas entre ellos se resuelven con materiales expansivos (aumenta su volumen al humedecer).

Los muros se ejecutan sobre pantallas hincadas en el terreno. La impermeabilización debe hacerse por el interior. Deberían respetar las especificaciones de las Tablas 2.1 (Grado de impermeabilidad mínimo exigido a los muros) y 2.2 (Condiciones de las soluciones de muro):

- Cuando el muro se construya in situ debe utilizarse hormigón hidrófugo.
- La impermeabilización debe realizarse mediante la colocación en el muro de una lámina impermeabilizante, o la aplicación directa in situ de productos líquidos, tales como polímeros acrílicos, caucho acrílico, resinas sintéticas o poliéster. En los muros pantalla contruidos con excavación la impermeabilización

se consigue mediante la utilización de lodos bentoníticos. Si se impermeabiliza interiormente con lámina ésta debe ser adherida.

Los muros del aparcamiento y de los patios podrían dejarse si ninguna impermeabilización ya que son espacios exteriores, la propia composición del muro (con hormigón hidrófugo) es un recurso suficiente contra la humedad del terreno.

Los muros del supermercado se resolverían con un trasdosado y una red de drenaje en la base. No se desarrollan aspectos constructivos de esta parte del programa.

2.2 Suelos

Los suelos en contacto con el terreno son soleras de hormigón de 15 cm de espesor. Ocurre lo mismo que con los muros. En el aparcamiento y los patios, se considera que el hormigón hidrófugo es suficiente para estos espacios exteriores. En el supermercado se considera definición constructiva fuera del proyecto propuesto. La solución también dependería del estudio geotécnico.

2.3 Fachadas

Según la figura 2.4, Silla está en la zona pluviométrica IV
Zona eólica A (Figura 2.5)
Altura de coronación < 15 m
Clase de entorno E1 (Terreno tipo IV: Zona urbana, industrial o forestal)
Grado de exposición al viento V3 (Según la tabla 2.6)

Según la Tabla 2.5, el grado de impermeabilidad mínimo exigido a las fachadas es 2. Esto es un grado de impermeabilidad bajo. Sin embargo las fachadas del edificio son muros de hormigón armado y paneles de vidrio sobre carpintería metálica. Las carpinterías cumplirían un grado de impermeabilidad mayor por ahorro de energía. Las juntas se sellarían con silicona. El vuelo de las cubiertas protege los encuentros.

2.4 Cubiertas

Para las cubiertas el grado de impermeabilidad exigido es único e independiente de factores climáticos. Cualquier solución constructiva alcanza este grado de impermeabilidad siempre que se cumplan las condiciones indicadas a continuación.

Según la tabla 2.9 la pendiente propuesta para las cubiertas planas del supermercado y del aparcamiento del 2% (cf. I.S2) cumple ya que están entre el 1 y el 5%. Las soluciones técnicas definidas para el proyecto (cf. D1-D2) respetan y cumplen los requisitos definidos en este apartado. A continuación se citan los que afectan a las cubiertas planas de los forjados de planta baja como de las marquesinas y de la banda central que cubre el edificio de Mercado-Estación. En el caso de las bóvedas, la impermeabilización mediante un mortero hidrófugo es suficiente ya que la pendiente del propio elemento es pronunciada.

Aislante térmico

- El material del aislante térmico debe tener una cohesión y una estabilidad suficiente para proporcionar al sistema la solidez necesaria frente a las sollicitaciones mecánicas.
- Cuando el aislante térmico esté en contacto con la capa de impermeabilización, ambos materiales deben ser compatibles; en caso contrario debe disponerse una capa separadora entre ellos.

Impermeabilización con materiales bituminosos y bituminosos modificados

- Las láminas pueden ser de oxiasfalto o de betún modificado.
- Si la pendiente de la cubierta esta comprendida entre 5 y 15%, deben utilizarse sistemas adheridos.
- Cuando se quiera independizar el impermeabilizante del elemento que le sirve de soporte para mejorar la absorción de movimientos estructurales, deben utilizarse sistemas no adheridos.

Se pueden usar los materiales siguientes u otro material que produzca el mismo efecto:

- Cuando la cubierta sea transitable para peatones, solado fijo, flotante o capa de rodadura;
- Cuando la cubierta sea transitable para vehículos, capa de rodadura.

2.4.3.5.2 Solado fijo

- El solado fijo puede ser de los materiales siguientes: baldosas recibidas con mortero, capa de mortero, piedra natural recibida con mortero, hormigón, adoquín sobre lecho de arena, mortero filtrante, aglomerado asfáltico u otros materiales de características análogas.
- El material que se utilice debe tener una forma y unas dimensiones compatibles con la pendiente.
- Las piezas no deben colocarse a hueso.

2.4.3.5.4 Capa de rodadura

- La capa de rodadura puede ser aglomerado asfáltico, capa de hormigón, adoquinado u otros materiales de características análogas.
- Cuando el aglomerado asfáltico se vierta en caliente directamente sobre la impermeabilización, el espesor mínimo de la capa de aglomerado debe ser 8 cm.

2.4.4 Condiciones de los puntos singulares

2.4.4.1 Cubiertas planas

- Deben respetarse las condiciones de disposición de bandas de refuerzo y de terminación, las de continuidad o discontinuidad, así como cualquier otra que afecte al diseño, relativas al sistema de impermeabilización que se emplee.

2.4.4.1.1 Juntas de dilatación

- Deben disponerse juntas de dilatación de la cubierta y la distancia entre juntas de dilatación contiguas debe ser como máximo 15 m. Siempre que exista un encuentro con un paramento vertical o una junta estructural debe disponerse una junta de dilatación coincidiendo con ellos. Las juntas deben afectar a las distintas capas de la cubierta a partir del elemento que sirve de soporte resistente. Los bordes de las juntas de dilatación deben ser romos, con un ángulo de 45° aproximadamente, y la anchura de la junta debe ser mayor que 3 cm.
- Cuando la capa de protección sea de solado fijo, deben disponerse juntas de dilatación en la misma. Estas juntas deben afectar a las piezas, al mortero de agarre y a la capa de asiento del solado y deben disponerse de la siguiente forma:

- Coincidiendo con las juntas de la cubierta;

- En el perímetro exterior e interior de la cubierta y en los encuentros con paramentos verticales y elementos pasantes;

- En cuadrícula, situadas a 5 m como máximo en cubiertas no ventiladas, de forma que las dimensiones de los paños entre las juntas guarden como máximo la relación 1:1,5.

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

2.4.4.1.2 Encuentro de la cubierta con un paramento vertical

- La impermeabilización debe prolongarse por el paramento vertical hasta una altura de 20 cm como mínimo por encima de la protección de la cubierta.
- El encuentro con el paramento debe realizarse redondeándose con un radio de curvatura de 5 cm aproximadamente o achaflanándose una medida análoga según el sistema de impermeabilización.

Para que el agua de las precipitaciones o la que se deslice por el paramento no se filtre por el remate superior de la impermeabilización, dicho remate debe realizarse de alguna de las formas siguientes o de cualquier otra que produzca el mismo efecto:

(...)

- c) mediante un perfil metálico inoxidable provisto de una pestaña al menos en su parte superior, que sirva de base a un cordón de sellado entre el perfil y el muro. Si en la parte inferior no lleva pestaña, la arista debe ser redondeada para evitar que pueda dañarse la lámina.

2.4.4.1.4 Encuentro de la cubierta con un sumidero o un canalón

- El sumidero o el canalón debe ser una pieza prefabricada, de un material compatible con el tipo de impermeabilización que se utilice y debe disponer de un ala de 10 cm de anchura en el borde superior.
- El sumidero o el canalón debe estar provisto de un elemento de protección para retener los sólidos que puedan obturar la bajante. En cubiertas transitables este elemento debe estar enrasado con la capa de protección.

2.4.4.1.8 Rincones y esquinas

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

2.4.4.2 Cubiertas inclinadas

- Deben respetarse las condiciones de disposición de bandas de refuerzo y de terminación, las de continuidad o discontinuidad, así como cualquier otra que afecte al diseño, relativas al sistema de impermeabilización que se emplee.

HS 2 Recogida y evacuación de residuos

No es de aplicación. El supermercado deberá gestionar sus residuos por su cuenta. El mercado cuenta con contenedores a su disposición cuya ubicación figura en la planta general, al sur del edificio. (cf. P2)

HS 3 Calidad del aire interior

1. Generalidades

Se aplica esta sección únicamente al aparcamiento. No se desarrolla el proyecto de instalaciones del supermercado, si fuera el caso las instalaciones de climatización tendrían la función de renovación del aire. En el caso del mercado es lo que ocurre: al cumplirse el RITE se cumplen las exigencias básicas.

1. Esta sección se aplica, en los edificios de viviendas, al interior de las mismas, los almacenes de residuos, los trasteros, los aparcamientos y garajes; y, en los edificios de cualquier otro uso, a los aparcamientos y los garajes. Se considera que forman parte de los aparcamientos y garajes las zonas de circulación de los vehículos.
2. Para locales de cualquier otro tipo se considera que se cumplen las exigencias básicas si se observan las condiciones establecidas en el RITE.

2. Caracterización y cuantificación de la exigencia

5. Para los locales no habitables incluidos en el ámbito de aplicación debe aportarse al menos el caudal de aire exterior suficiente para eliminar los contaminantes propios del uso de cada local. (...) En el caso de los aparcamientos y garajes son el monóxido de carbono y los óxidos de nitrógeno.
6. Esta condición se considera satisfecha si el sistema de ventilación es capaz de establecer al menos los caudales de ventilación de la tabla 2.2. Caudales de ventilación mínimos en locales no habitables.

Según esta tabla, el sistema de ventilación en el aparcamiento debe ser capaz de aportar 120 l/s por plaza. Esto equivale a 7800 l/s en cada planta (120*65) y 15600 l/s en total. El espacio de conexión entre el aparcamiento y la estación por su uso debe satisfacer las exigencias de esta sección pero por su configuración espacial se admite que queda ventilado de forma natural ya que cuenta con patios en sus dos extremos.

3. Diseño

3.1 Condiciones generales de los sistemas de ventilación

3.1.4 Aparcamientos y garajes de cualquier tipo de edificio

3.1.4.2 Medios de ventilación mecánica

- La ventilación debe ser para uso exclusivo del aparcamiento.
- La ventilación debe realizarse por depresión y puede utilizarse una de las siguientes opciones:
 - a) con extracción mecánica;
 - b) con admisión y extracción mecánica.
- Debe evitarse que se produzcan estancamientos de los gases contaminantes y para ello, las aberturas de ventilación deben disponerse de la forma indicada a continuación o de cualquier otra que produzca el mismo efecto:
 - a) haya una abertura de admisión y otra de extracción por cada 100 m² de superficie útil;
 - b) la separación entre aberturas de extracción más próximas sea menor que 10 m.

En el proyecto se ubican la totalidad a esa distancia del techo.

6. En aparcamientos con 15 o más plazas se dispondrán en cada planta al menos dos redes de conductos de extracción dotadas del correspondiente aspirador mecánico.

Se ubican en el proyecto dos redes por planta

7. En los aparcamientos que excedan de cinco plazas o de 100 m² útiles debe disponerse un sistema

de detección de monóxido de carbono en cada planta que active automáticamente el o los aspiradores mecánicos cuando se alcance una concentración de 100 ppm. (sin empleados).

Esta instalación se tiene en el planteamiento general de instalaciones eléctricas (I.8)

Además según el DB-SI.3.8, es exigible una potencia de extracción de 150l/plaza, categoría de conductos E₃₀₀ 60, y de ventiladores F₃₀₀ 60 (cf. Anexo 1.7).

Descripción de la propuesta:

En los patios 1 y 2 se instalan las salidas de ventilación verticales. Son un total de 2 conductos 2,00 * 1,20 m por patio (8 para el aparcamiento completo, 1 por patio por planta). Cada conducto vertical cuenta con un extractor mecánico capaz de extraer $150 \times 3 \times 12 = 5400$ l/s ($>130 \times 150 / 4 = 4875$). Directamente hacia los conductos desemboca un conducto horizontal de sección 55 x 40 cm. Cada uno de estos conductos se corresponde a 3 plazas de aparcamiento. Se detalla a continuación como ha sido dimensionado.

4. Dimensionado

Tabla 4.1 Área efectiva de las aberturas de ventilación de un local en $\text{cm}^2: 4 \cdot q_{ve}$

Colocando una extracción cada tres plazas de aparcamiento, tomando el valor del DB-SI (más restrictivo) de 150 l/s por plaza. Se calcula un área efectiva de : $4 \times 3 \times 150 = 1800$ cm²

Para una altura de 40 cm, el ancho sería $b = 2160 / 40 = 45$ cm

Planteamos conductos rectangulares individuales que se van juntando de 50 x 40 cm cada tres plazas de aparcamiento. Los trazados están representados en el plano I.3.

Los conductos verticales tienen una sección que se corresponde a la suma de los 12 conductos horizontales que vuelcan en ellos: $2,00 \times 1,20 = 12 \times 0,50 \times 0,40 = 2,40$ m² ($>12 \times 150 \times 3 \times 4 = 21600$ cm² = 2,16 m²)

HS 4 Suministro de agua

El suministro de agua potable es un requisito básico del CTE. A continuación se describe la red de suministro proyectada para el edificio de mercado-estación. Este planteamiento es acorde a HS 4. La descripción debe ser acompañado por los planos correspondientes (cf. I.7):

La acometida llega de la Calle de Montesa. Por esta conducto se suministra el agua de la estación, del mercado y del supermercado. Queda colgado al forjado que cubre el espacio entre el paso inferior y el patio 3 (cf. C4). En el encuentro con la estación, donde se produce el salto de nivel entre plaza y andén, se ubican los contadores. Uno para cada entidad. A partir de ahí, se separan las tres redes y quedan colgadas del forjado del edificio de Mercado-Estación. En los núcleos húmedos, de la estación como del mercado, las derivaciones de cada aparato pasan por los tabiques. Para los fregaderos del mercado como para cada aseo, los conductos atraviesan el forjado en los puntos definidos para la red de saneamiento (cf.E4). En el vestuario de la estación, en la planta de sótano, se ubica un termo eléctrico (Anexo 1.1) para suministrar ACS a la ducha del mismo vestuario. El circuito del termo a la ducha es el único conducto de ACS del edificio de Mercado-Estación (si no tenemos en cuenta las instalaciones del supermercado). Este aparato queda oculto en el falso techo, fijado al muro de carga de hormigón armado. No es necesario ningún grupo de presión ya que el edificio no se desarrolla en altura.

Los circuitos de los planos deberían calcularse siguiente las indicaciones de este apartado para que se cumplan todos los requisitos de salubridad y de confort de uso de la red de agua. A continuación se destacan algunos aspectos relevantes de estas instrucciones.

2. Caracterización y cuantificación de las exigencias

Se respetarán los caudales mínimos por aparato de la Tabla 2.1 Caudal instantáneo mínimo para cada tipo de aparato.

En los puntos de consumo la presión mínima debe ser:

a) 100 kPa para grifos comunes;

b) 150 kPa para fluxores y calentadores.

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

Las redes de tuberías, incluso en las instalaciones interiores particulares si fuera posible, deben diseñarse de tal forma que sean accesibles para su mantenimiento y reparación, para lo cual deben estar a la vista, alojadas en huecos o patinillos registrables o disponer de arquetas o registros.

En el proyecto son accesibles ya que pasan por los falsos techos registrables de los locales técnicos.

3. Diseño

La instalación de suministro de agua desarrollada en el proyecto del edificio debe estar compuesta de una acometida, una instalación general y, en función de si la contabilización es única o múltiple, de derivaciones colectivas o instalaciones particulares. (cf. Figura 3.2 Esquema de red con contadores aislados)

3.4 Separaciones respecto de otras instalaciones

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

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

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

4. Dimensionado

La Tabla 4.2 Diámetros mínimos de derivaciones a los aparatos aporta directamente diámetros mínimos de tubos de cobre de las derivaciones individuales de los aparatos, que indicamos en el plano:

- Inodoro con fluxor 25-40 mm
- Fregadero industrial 12 mm
- Lavamanos 12 mm
- Ducha 12 mm

HS 5 Evacuación de aguas

Como el suministro de agua potable, la evacuación de aguas es un requisito básico del CTE. A continuación se describe las redes de saneamiento para el edificio de mercado-estación y para los espacios exteriores públicos. Este planteamiento es acorde a HS 5. La descripción debe ser acompañado por los planos correspondientes (cf. I.4-I5-I6)

Las cubiertas del edificio de Mercado-Estación reciben las aguas mediante canalones que quedan definidos en las secciones transversales a 1:50 (C3-C4-C5). Las áreas de cada ámbito de canalón quedan representadas en la planta de cubiertas (I.5). Como procede, el área del canalón rectangular es un 10 % mayor a la del canalón de sección semicircular correspondiente. Tres sumideros conectan los canalones a sus respectivas bajantes, conectadas a un único colector que transcurre, junto con las aguas residuales de la estación, por el andén (cf. I.5).

Cálculo del canalón

Diámetro de canalón circular correspondiente : 25 cm

$$A = 12,5^2 \cdot \pi / 2 = 245,4 \text{ cm}^2$$

(Área de canalón semicircular)

Para un canalón rectangular de proporción 2x1 (b = 2h)

$$2h^2 > 245,4 \cdot 1,1 = 270$$

$$h > 11,62$$

Se escoge un canalón de 12 x 24 cm²

La recogida de aguas del forjado del aparcamiento se produce mediante dos canalones principales que siguen la pendiente natural del 1,50 % del emplazamiento (1,75 m de desnivel en 67,5 m). Estos acometen cada uno en tres puntos de tres colectores que se juntan en un único tubo que desemboca en la red pública en la calle Francisco Bohigues, al final de la plaza del Mercado Nuevo. La red de colectores tiene pendientes del 2 %. Algún colector queda sobredimensionado para homogeneizar los diámetros y facilitar el proceso constructivo. Los faldones de la plaza tienen pendientes del 2 % y están proyectados de tal modo que se respeta la restricción máxima de cambio de altura de 150 mm entre dos puntos de la cubierta ($0,15 / 0,02 = 7,50 \text{ m}$ / Longitud máxima de un tramo de faldón).

(cf. I5)

En la cubierta del espacio de conexión entre el aparcamiento y el supermercado se vierte directamente en agua hacia el exterior (para que se junte con los canalones de las aceras en el perímetro del proyecto). Es posible ya que los tramos tienen un ancho inferior o igual a los 7,50 m. Se aprovecha el desnivel de la calle evitando así perforaciones adicionales en el forjado.

(cf. I5)

La solución de cubierta del forjado del supermercado es similar a la solución del aparcamiento. Los canalones no cuentan con una pendiente natural a diferencia del aparcamiento, por ese motivo son mas cortos. Desembocan en un único colector que llega a la calle Gandía, junto con las aguas pluviales procedentes de la cubierta del edificio.

Factor de modificación del área

Por la ubicación geográfica de Silla, según la tabla B.1 (Apéndice B), $f = 135/100 = 1,35$

En los planos figuran las áreas modificadas en paréntesis y las reales sin paréntesis.

En los andenes una pendiente del 1,5 % (procedimiento habitual de RENFE) vierte las aguas pluviales directamente hacia las vías. Los canalones de las marquesinas (cf. C3-C4) recogen el agua hasta unas bajantes que, por el hueco del ascensor desembocan en el falso techo del paso inferior hacia la red pública.

Nota acerca del proyecto: La excavación del aparcamiento y del supermercado supondría desplazar redes públicas de instalaciones hacia los laterales (entre las viviendas y la excavación). Se ha respetado una distancia de 2,0 m al linde de propiedad privada para tener el espacio público suficiente para albergar dichas redes desviadas.

3. Diseño

3.1 Condiciones generales de la evacuación

Los colectores del edificio deben desaguar, preferentemente por gravedad, en el pozo o arqueta general que constituye el punto de conexión entre la instalación de evacuación y la red de alcantarillado público, a través de la correspondiente acometida.

Por este motivo se realiza la recogida de aguas pluviales de las cubiertas (forjados de planta baja de las plazas, cubierta del edificio estación-mercado) y de las aguas residuales del edificio en planta baja mediante un sistema por gravedad. Las aguas recogidas en las plantas de sótano deben ser recogidas mediante un sistema con bombeo. Las bombas figuran en el plano pero no han sido calculadas.

3.2 Configuraciones de los sistemas de evacuación

Se recogerán en dos redes diferenciadas aguas pluviales y aguas residuales, suponiendo que existe una separación pública.

Cuando existan dos redes de alcantarillado público, una de aguas pluviales y otra de aguas residuales debe disponerse un sistema separativo y cada red de canalizaciones debe conectarse de forma independiente con la exterior correspondiente.

3.3.3 Subsistemas de ventilación de las instalaciones

No deben diseñarse subsistemas de ventilación secundaria o terciaria.

Subsistema de ventilación primaria: Se considera suficiente como único sistema de ventilación en edificios con menos de 7 plantas (...) y los ramales de desagües tienen menos de 5 m.

4. Dimensionado

4.1 Dimensionado de la red de evacuación de aguas residuales

En el plano I.4 figuran las dos plantas del proyecto de estación y mercado y su red de saneamiento con los diámetros calculados. El edificio de mercado cuenta con una red independiente de colectores con pendientes del 2% que pasa por el falso techo del supermercado. Esta red vierte por gravedad a la red pública de aguas residuales de la calle Gandía. Esta conexión se produce en una arqueta señalada en el plano donde se conecta la red de saneamiento de la estación.

La recogida de aguas residuales de la estación sale directamente al andén. Los aparatos de la planta baja vierten sus aguas por gravedad mientras que las aguas de los aparatos de la planta inferior se conectan en un arqueta desde la cual una bomba permite la elevación de dichas aguas hacia la tubería que pasa por el andén. En ese punto se conectan todas en un conducto único.

4.2 Dimensionado de la red de evacuación de aguas pluviales

Dimensión bajantes

El caso más desfavorable es la bajante 3, que recoge un área modificada de 743 m², según la tabla cumple un diámetro de 125 mm. Se extrapola este resultado a todas las bajantes de las cubiertas de la estación como las de las marquesinas.

En cada colector dibujado en el plano, junto con su diámetro, figura entre paréntesis el área modificada que se corresponde a las aguas pluviales que discurren por él.

7. OTRAS NORMATIVAS

7.1 Particularidades de RENFE

Los andenes de las vías 2, 3, 4 y 5 son demasiado estrechos para poder colocar una escalera de 1,60 m de ancho y dejar a cada lado 2,00 m. Tampoco se puede colocar la escalera a un lado ya que en los dos casos son ambas vías son de igual de importancia. Simplemente se coloca la escalera de 1,60 m en el eje del andén y se reduce su longitud cubriendo los dos primeros tramos con un forjado (cf. C8). Los antepechos de vidrio, idénticos al resto del proyecto, a los de la escalera principal, restan el mínimo espacio al andén. Puntualmente los pilares reducen el paso pero ya que son obstáculos de menos de 1,00 m, el espacio hasta la vía es suficiente.

Los gálibos de obstáculos de los trenes quedan representados en las secciones y han sido tomados en cuenta para dimensionar las marquesinas. La cara inferior de las marquesinas está a 3,40 m respecto al suelo por exigencia de los ascensores. Las cabinas de los ascensores tienen las dimensiones accesibles de 1,40 x 1,40 m. Podrían ser de 1,40 x 1,10 (ya que el acceso se produce del mismo lado). Sin embargo ya que el ancho de la escalera era 1,60 el ahorro de ese espacio no parecía justificado para reducir el tamaño de este elemento.

El ancho del andén principal es consecuencia directa de la alineación con la estación actual, esta medida, algo superior a 6 metros no responde al ideal de los 10 metros de RENFE, sin embargo parece responder adecuadamente al carácter de esta estación en concreto. Además en este andén no hay ningún hueco de escalera o ascensor ya que estos están dentro del edificio.

7.2 Instalaciones eléctricas

El plano I9 representa una aproximación al proyecto de instalaciones eléctricas. Se colocan los contadores en el mismo lugar que los del agua. A partir de ahí se separan los circuitos de estación, mercado, supermercado y aparcamiento - espacios comunes. El mismo grupo electrógeno podría servir a la

estación, al mercado y al aparcamiento. El supermercado debería contar con su propio equipo (cf. P3). Dentro de la estación los circuitos pasan por el techo de los locales técnicos, los tabiques y de nuevo por los falsos techos del cuarto de cuentas y de los aseos. También transcurren junto con el resto de instalaciones por la banda central del mercado. Se han identificado en el plano I.9 los diferentes aparatos que deben ser alimentados y los recorridos de los cables en planta. En sección pasarían de una planta a otra por los patinillos planeados para el saneamiento. Esta propuesta es una aproximación a un proyecto técnico que respondería a las exigencias del RITE.

8. MEMORIA ESTRUCTURAL

Se utiliza el programa Architrave para el cálculo de la estructura. Además de justificar el cumplimiento de la estructura a resistencia y deformaciones, se describe el proceso de diseño de esta para justificar las soluciones técnicas adoptadas. Se tratan los temas indicados a continuación. El proyecto cuenta con un aparcamiento, una estación, un mercado, un supermercado y unas plazas públicas a cota de calle, sobre el aparcamiento y el supermercado.

El aparcamiento cuenta con dos plantas rectangulares (planta -1 y planta -2). La base de la planta inferior no es estructural, se materializa con una solera de 15 cm de espesor que apoya directamente sobre el terreno. La planta -1 se materializa sobre un forjado reticular con casetones recuperables, su capa de rodadura es un pavimento continuo de hormigón. La cubierta de la planta -1 es el forjado de planta baja, cuyo uso es el de plaza pública. Este forjado, idéntico al anterior, soporta una formación de cubierta plana con capa de rodadura de hormigón (cf. D1). Los dos forjados del aparcamiento apoyan en casi todo el perímetro sobre unos muros de sótano (muros pantalla) y sobre pilares de hormigón armado colocados según un retícula ortogonal. La cimentación de estos pilares son zapatas cuadradas centradas (y aisladas). Además de los pavimentos y de la formación de cubierta soportan cargas debidas a las escaleras y las rampas de vehículos. Las cargas de conductos de ventilación e instalación eléctrica son ligeras. El encuentro del forjado intermedio con el muro pantalla se hace sobre angulares atornillados a este (unión articulada) en los muros 4 y 2 y mediante cajetines puntuales en los muros 1 y 3 (cf. E8). El encuentro del forjado superior (soporte de la plaza) con el muro pantalla se ejecuta sobre una viga de coronación (cf. E8).

El supermercado se desarrolla en una única planta, es su diferencia principal respecto al aparcamiento. Los pilares son más altos que en las plantas del aparcamiento. Su forjado de cubierta es el soporte de la plaza pública. El suelo del supermercado es una solera en apoyo directo sobre el terreno como en la planta inferior del aparcamiento. El forjado reticular que lo cubre apoya sobre estos pilares y sobre muros pantalla en parte del perímetro. Es de casetones recuperables y soporta, como el superior del aparcamiento, una formación de cubierta plana (cf. D1). También deberá soportar un falso techo con paso de instalaciones del supermercado, más numerosas que las del aparcamiento.

Los denominados forjados irregulares no responden a una trama ortogonal como el aparcamiento, el supermercado o el edificio de Mercado-Estación. Resuelven los encuentros entre estas tres piezas rectangulares. Se materializan con losas macizas sobre muros y vigas de hormigón armado de 30 x 45 y 30 x 150 (antepechos). Deben soportar las mismas cargas de cubierta y pavimento que los anteriores.

La estación cuenta con un forjado de planta baja y una cubierta singular. El forjado de planta baja queda 90 cm más alto que los forjados de cubierta anteriores. Este no ofrece una solución de cubierta pero si un sistema de recogida de agua en el espacio de mercado para facilitar el proceso de limpieza (cf. C5). Se materializa con una losa maciza de hormigón armado sobre vigas de gran canto en la parte del vestíbulo y sobre pilares y vigas de 30 x 45 en la parte del mercado. La cubierta se materializa con bóvedas de hormigón armado apoyadas sobre unos muros de carga de hormigón. Estas bóvedas trabajan como vigas y cuentan con bordes horizontales que las refuerzan frente a los esfuerzos horizontales. Las marquesinas son losas planas de hormigón armado apoyadas sobre pórticos metálicos. Estos pórticos metálicos están formados por perfiles UPN 300 (vigas y pilares) y perfiles huecos 200·100·4 (zunchos).

Cargas permanentes

Elementos estructurales	Evaluado por el propio programa
Cubierta pesada (pendientes + pavimento)	$1,5 + 1,5 = 3,0 \text{ kN/m}^2$
Maceteros (60 cm de tierra)	$0,6 * 20 = 12,0 \text{ kN/m}^2$
Pavimento estación y baños	$1,2 \text{ kN/m}^2$
Pavimento mercado	$1,8 \text{ kN/m}^2$
Falso techo + instalaciones (supermercado)	$0,3 \text{ kN/m}^2$
Sobrecarga de mobiliario y tabiquería ligera	$1,0 \text{ kN/m}^2$
Cubierta marquesina y mercado	$0,22 \text{ kN/m}^2$

Cargas variables

Sobrecarga de uso	
Aparcamiento, plaza, mercado, estación	$5,0 \text{ kN/m}^2$
Marquesina y cubierta mercado	$1,0 \text{ kN/m}^2$
Nieve	$0,2 \text{ kN/m}^2$
Viento	$0,44 \text{ kN/m}^2$
Sismo	No se calcula

Valencia, Zona IV (Zona urbana - industrial)

La esbeltez en el plano paralelo al viento es 0,50 (Se estudia unicamente aplicando el viento transversalmente al edificio) En Valencia, a una altitud $h < 1000 \text{ m.s.n.m.}$ $q_b = 0,42 \text{ kN / m}^2$; Para $z = 6$ (punto más alto de la cubierta) $c_e = 1,4$ (1,3 para $z = 3 \text{ m}$); $c_p = 0,7$; $q_e = q_b * c_e * c_p$ $q_e = 0,42 * 1,4 * 0,7 = 0,44 \text{ kN/m}^2$

Para los elementos enterrados no se tendría en cuenta los esfuerzos horizontales. No les afecta el viento y los muros perimetrales (muros de sótano) son suficientes para absorber los esfuerzos debidos al sismo.

8.0 Paso inferior

El paso inferior se ejecutaría con un cajón empujado a partir de una losa hormigonada del lado del supermercado (cf. E9). El cálculo de este elemento estructural no forma parte de las competencias del arquitecto pero se presentan a continuación datos juzgados relevantes.

Se citan extractos de la tesis de Felicidad Minguez Santiago (dirigida por Claudio Oraña Marañón), “Métodos de excavación sin zanjas”. Las imágenes provienen de la misma fuente. Dicha información forma parte del punto 3.3.1 Método de cajones empujados.

La técnica del cajón empujado inició su implantación en España en el año 1987 (...) supone un ahorro de costes y tiempos siendo la mejor solución tecnológica en pasos bajo viales, de forma que se minimice la afección a dichas vías.

La técnica se basa en construir la estructura y los elementos necesarios para el empuje de la misma fuera de la zona de las vías, carreteras, canales etc. de forma que su construcción no afecte en nada al normal tráfico en la infraestructura y una vez la estructura y todos los elementos accesorios han alcanzado la resistencia característica definida en el proyecto, se procede a empujar la estructura hasta situarla en su posición definitiva.

Pasos Inferiores bajo Ferrocarril: bajo las vías que previamente han sido reforzadas mediante alguno de los sistemas patentados y la circulación permanece activa durante todas las fases de traslación con la única limitación de la velocidad máxima permitida según apeo.

El desplazamiento de la estructura se realiza mediante unos gatos hidráulicos que se sitúan en la parte posterior de la solera de la misma y que empujan contra un muro de hormigón armado, el cual a su vez transmitirá el empuje al terreno situado detrás del mismo. (...) es de máxima importancia que, tanto el muro de reacción como la parte posterior de la solera, sean perfectamente perpendiculares al eje de la traslación y que el trasdós del muro de reacción esté hormigonado directamente contra el terreno.

Solera de deslizamiento

Hormigonada con anterioridad, crea el plano de apoyo de la mencionada estructura. La solera tiene la doble función de crear un plano de deslizamiento de la estructura, y por otra parte, servir de encofrado para



Imagen 8.0.1 Situación de los gatos hidráulicos al inicio del empuje (Tesis de Felicidad Minguez)

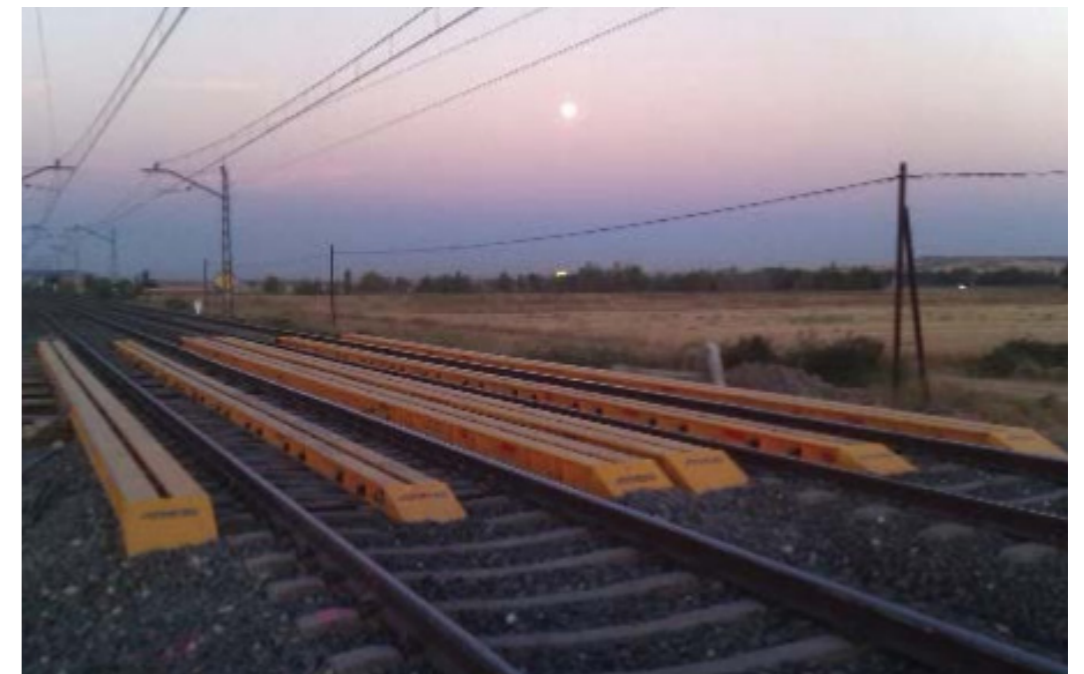


Imagen 8.0.2 Apeo a 60 km/h en doble vía recta (Tesis de Felicidad Minguez)

la construcción de la misma.

El diseño de la sección estructural del cajón debe resultar compatible con los esfuerzos originados en el proceso de traslación y con las solicitaciones derivadas de la ausencia de cimentación en la estructura una vez completado el deslizamiento.

Ventajas de este sistema constructivo:

- Eliminación de trabajos que precisen corte de vía / trabajos nocturnos / maquinaria sobre la vía y de los cortes de catenaria
- Disminución consecuente de interferencias con el tráfico ferroviario
- Seguridad en el paso de circulaciones, evitando situaciones en precario
- Eliminación de problemas de cimentación
- Facilidad de construcción de la estructura en espacio abierto
- Control total de la calidad de los materiales y de la ejecución
- Impermeabilidad de la estructura

Apeo de vía de ferrocarril

En cualquier caso la longitud del apeo deberá ser además de la estricta de la zona donde se está realizando la actuación, la suficiente para garantizar que el apeo se apoya sobre una superficie del terreno suficiente para garantizar la estabilidad del apoyo.

8.0.1 Marcos Prefabricados

GeyserMarkt es un productor de marcos prefabricados para cajones empujados. En su catálogo comercial figura un listado de cajones cuyo ancho máximo es 4,00 m. Como alternativa viable al proyecto propuesto (cajón de 6,6 x 3,0) aparece este producto:

Marcos Dormidos

Se fabrican mediante el sistema de vibrado en moldes fijos, con anchos interiores de hasta 7 metros y de altura hasta 5 metros. Partiendo de estas medidas interiores máximas, podemos fabricar cualquier otra sección de marco, modificando solamente el ancho, el alto o ambas medidas a la vez; disminuyendo

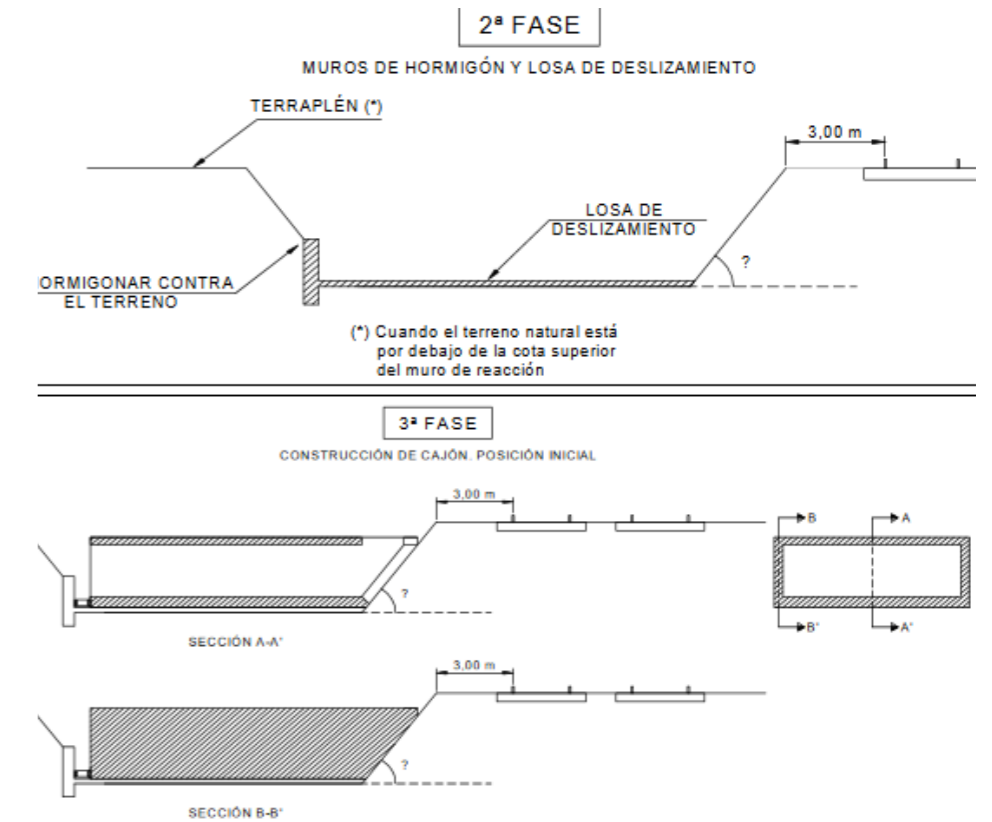


Imagen 8.0.3 Construcción marco por procedimiento cajón empujado (LiCon Ingeniería)



Imagen 8.0.4 Marco prefabricado machihembrado (catálogo GeyserMarkt)

indistintamente en función del cálculo el espesor del dintel, solera o hastiales. Con objeto de facilitar el transporte por carretera hasta la obra, a partir de una determinada altura del marco se fabrica en dos “U”.

Diferencias entre cajón modular y obra “in situ” (Según Catálogo GeyserMarkt)

- Factores económicos
- Factores medioambientales
- Factores de calidad
- Factores de seguridad

(...) en los centros de producción de prefabricados de hormigón (...) índices de siniestralidad sensiblemente inferiores.

Factores de tiempo.-

Con una cuidadosa programación de obra, de forma que se planifiquen con antelación los trabajos en fábrica, se puede conseguir que las obras se ejecuten en un plazo muy inferior al que se consiguen realizando las distintas partidas “In situ”, además de no estar expuestos a las inclemencias del tiempo.

Factores de comportamiento.-

Con el cuidadoso proceso de fabricación, se consigue un recubrimiento correcto de las armaduras del cajón (...). A pesar de que en el hormigonado “In situ” se puedan realizar cuantas juntas de dilatación se estimen convenientes, la gran ventaja de la utilización del marco en elementos modulares totalmente independientes, se traduce en la capacidad de absorber asentamientos del terreno a lo largo de su conducción.

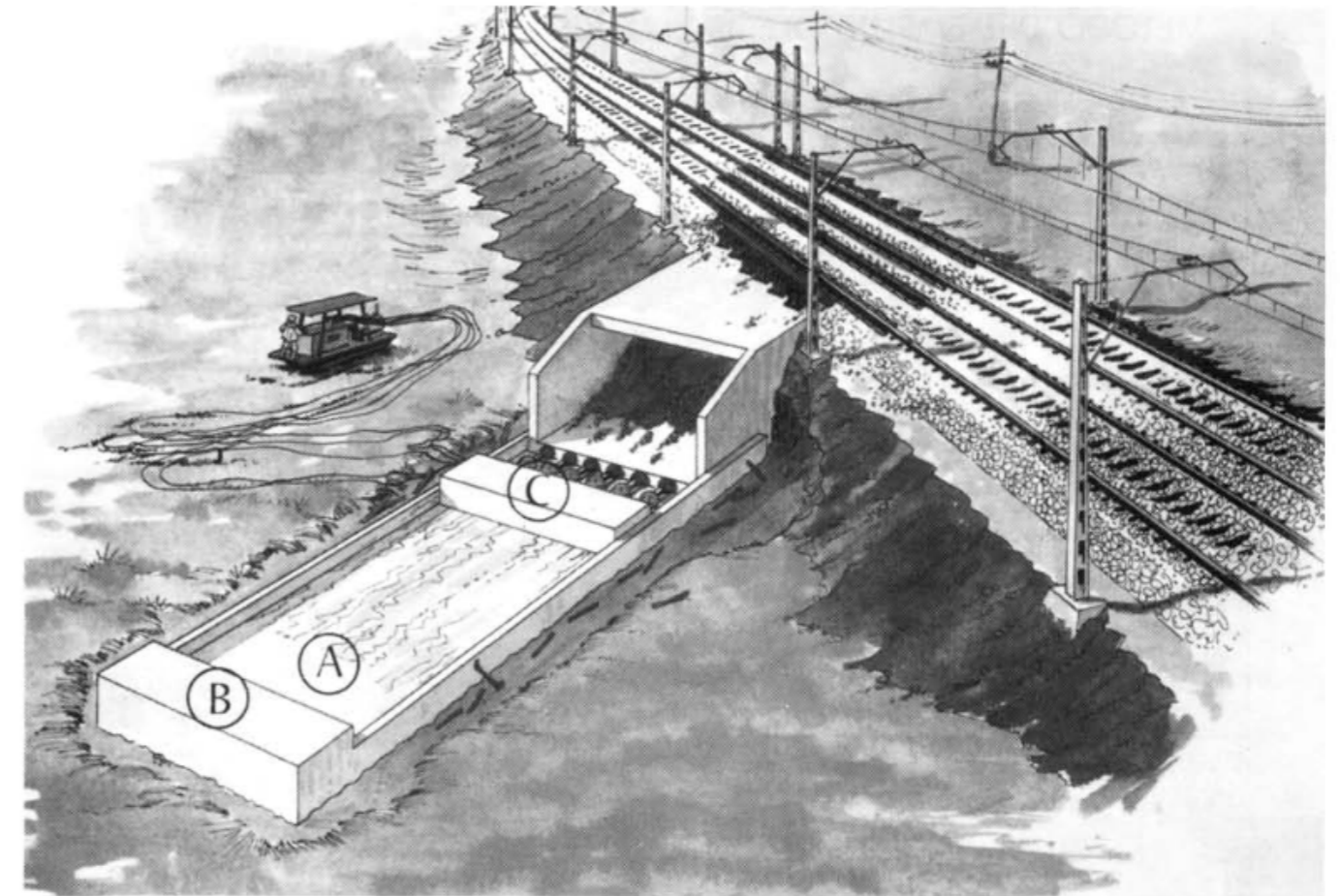


Imagen 8.0.5 Procedimiento del hincado del cajón (LiCon Ingeniería)

- A Losa de empuje
- B Primer muro de empuje
- C Segundo muro de empuje y gatos hidráulicos

8.1. Forjados y losas

8.1.0 Forjados reticulares

Se diseñan los ejes estructurales (de pilares como de nervios) como múltiplos de 80 cm, intereje común a la mayoría de los sistemas comerciales. Se modelan los forjados reticulares con losas macizas de elementos finitos. El espesor de esta losa maciza está definido por el propio Architrave, introduciendo los siguientes datos (cf. Imagen 8.2):

- Canto total del forjado reticular
- Intereje
- Ancho del nervio
- Capa de compresión

El programa calcula la losa maciza de inercia equivalente. Se modela una losa con el correspondiente espesor equivalente y con un material personalizado (creado con las propiedades del hormigón y la densidad más ligera calculada por el programa). De este modo, el elemento macizo se comporta de forma homóloga al forjado reticular que se quiere dimensionar. Los esfuerzos que reciben los pilares son equivalentes a los que recibirían con el forjado reticular. Se hacen pruebas con varios modelos de cubetas de la casa comercial Ulma (Tablas sacadas del catálogo “Encofrado horizontal Recub”), con una capa de compresión de 7,50 cm.

Aviso ×

i Para que la losa maciza tenga la misma inercia debería tener un canto de 20.5 cm
Para tener el mismo peso por m², el peso específico del material debería ser de 15.905 kg/m³

CUBETA 200

Canto total	27,5	cm	
Capa de compresión	7,5	cm	
Ancho nervio	12	cm	
Intereje	80	cm	

Aviso ×

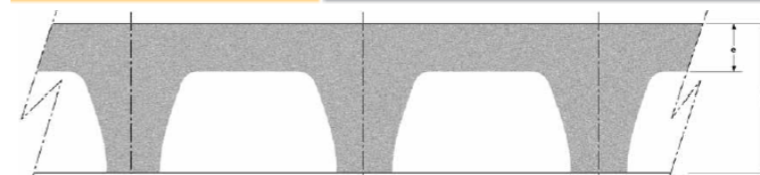
i Para que la losa maciza tenga la misma inercia debería tener un canto de 24.2 cm
Para tener el mismo peso por m², el peso específico del material debería ser de 14.893 kg/m³

CUBETA 250

Canto total	32,5	cm	
Capa de compresión	7,5	cm	
Ancho nervio	12	cm	
Intereje	80	cm	

Imagen 8.2 Losas macizas equivalentes (Architrave)

CUBETAS RECUPERABLES					
Altura (mm)	200	250	300	350	400
Peso (Kg)	11,2	11,4	12,5	13	13,3
Dimensiones (mm)	749 x 799				



CUADRO DE DESALOJOS					
CUBETA	DESALOJO POR CUBETA (m ³)	ESPESOR DE CAPA DE COMPRESION E (mm)	ESPESOR TOTAL DE FORJADO H (mm)	PESO PROPIO DE FORJADO ALIGERADO (kg/m ²)	VOLUMEN TOTAL DE HORMIGON POR m ² DE FORJADO (m ³ /m ²)
200	0,0865	50	250	287,5	0,115
		75	275	350	0,14
		100	300	412,5	0,165
		150	350	537,5	0,215
250	0,106	50	300	335	0,134
		75	325	398	0,159
		100	350	460	0,184
		150	400	585	0,234
300	0,119	50	350	410	0,164
		75	375	473	0,189
		100	400	535	0,214
		150	450	660	0,264

Imagen 8.1.1 Casetones recuperables (Catálogo Ulma)

8.1.1 Forjados reticulares del aparcamiento

Se modela el forjado reticular del aparcamiento con una losa maciza de elementos finitos como se ha explicado anteriormente. El primer modelo escogido, con la cubeta de 200 mm, un canto total de 27,5 cm se corresponde a una losa de 20,5 cm.

Cargas

Se asignan las cargas correspondientes a cada forjado, por capas en función de la hipótesis (permanente-uso-nieve-viento). Los forjados reticulares del aparcamiento reciben las siguientes cargas:

Forjado de planta baja

Carga permanente:	G_k	=	3,0 kN/m ²	(formación de cubierta con capa de rodadura)
Sobrecarga de uso:	Q_{1k}	=	5,0 kN/m ²	
Sobrecarga de nieve:	Q_{2k}	=	0.2 kN/m ²	

Forjado de planta -1

Carga permanente:	G_k	=	1,5 kN/m ²	(capa de rodadura sin formación de pendiente)
Sobrecarga de uso:	Q_{1k}	=	5,0 kN/m ²	

Control de deformaciones

Se escogen como puntos de control el centro de vano de la viga sobre la que descarga la rampa de vehículos (Imagen 8.1.1.2) y el centro del recuadro más desfavorable del forjado (Imagen 8.1.1.3). En la combinación más desfavorable de ELS se verifica que estos cumplen con la limitación de flecha $L / 400$. Para la viga de 9,60 m, 2,40 cm ($960 / 400$) y para el centro del recuadro 4,245 cm ($1698/400$)

En el primer modelo, con una losa de maciza de 205 mm (correspondiente al forjado reticular de 27,5 cm) se cumple la deformación del centro del recuadro del forjado más desfavorable pero la viga de borde que soporta las rampas no cumple, esta se había modelado como una viga plana de 60x30. Se opta por aumentar el canto del forjado reticular a 32,5 (casetones de 250 mm, losa equivalente de 24,2 cm). Se

Aviso

i Para que la losa maciza tenga la misma inercia debería tener un canto de 27.9 cm
 Para tener el mismo peso por m², el peso específico del material debería ser de 14.163 kg/m³

CUBETA 300

Canto total	37,5	cm
Capa de compresión	7,5	cm
Ancho nervio	12	cm
Intereje	80	cm

Imagen 8.2 Losas macizas equivalentes (Architrave)

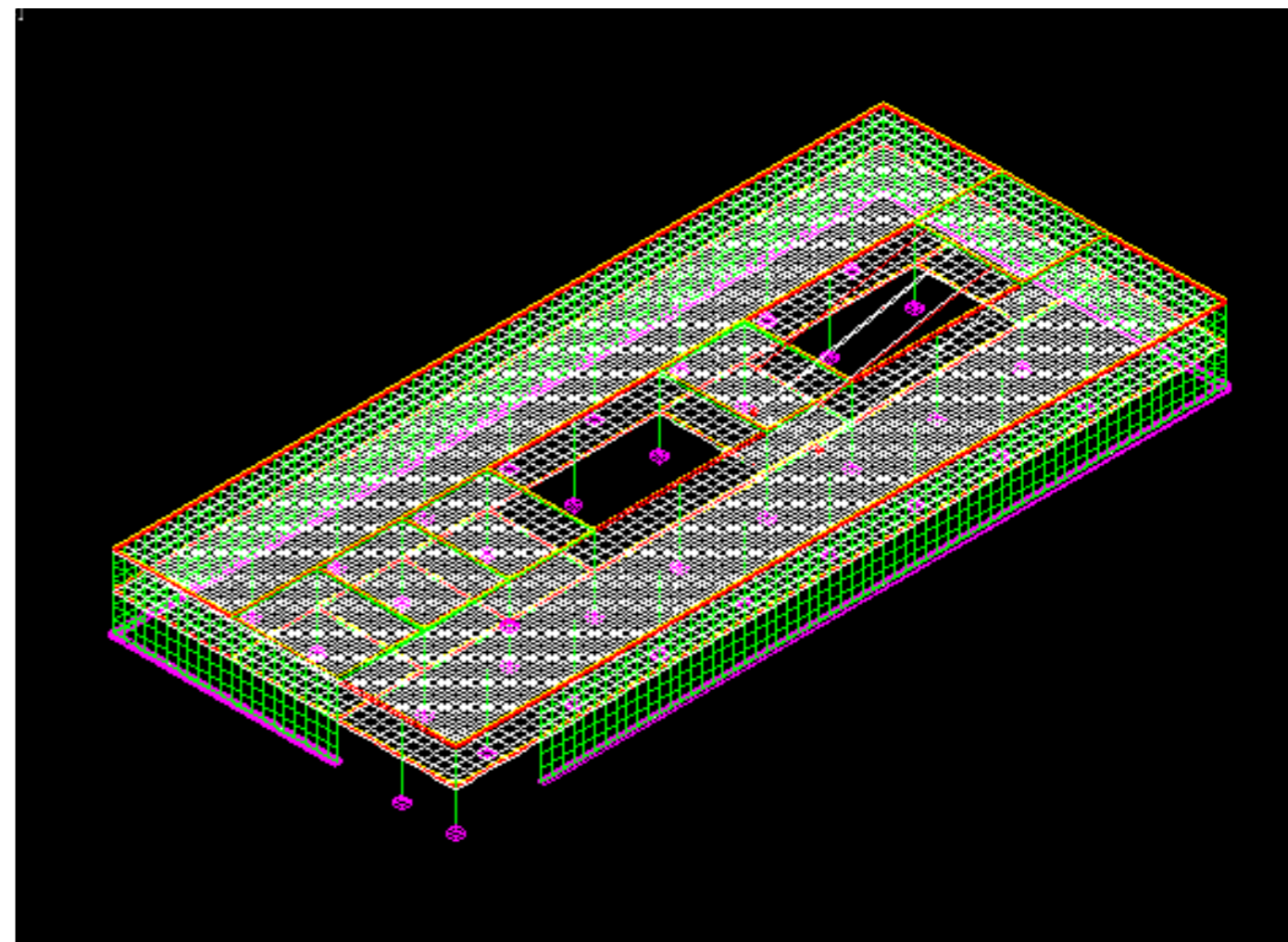


Imagen 8.1.1.1

modelan las vigas de borde como vigas de 80 x 32,5, lo que sería el macizado de un casetón. En este caso sí que se cumplen las limitaciones de flecha en la viga como en el forjado, para la combinación ELS, con el uso como variable principal:

1,953 > 2,40 cm (viga, Imagen 8.1.1.4)

1,492 > 4,245 cm (recuadro desfavorable. Imagen 8.1.1.5)

Armado

Una vez asignado el canto definitivo al modelo y calculado este, se sacan los diagramas de los momentos que deben soportar los nervios. El armado de estos se resuelve según las tablas de dimensionado: “Anexo E de Architrave: Tablas para el dimensionado de losas y muros”. La comprobación de resistencia a punzonamiento del área macizado sobre los pilares se efectuaría a partir de los esfuerzos axiales de los pilares y la ayuda de otras tablas del mismo documento. Esta comprobación no se realiza, simplemente se plantean unos ábacos con cuatro casetones macizados como queda indicado en el plano de estructuras del aparcamiento.

(cf. E2)

Como se puede ver en los diagramas (8.1.1.6 - 8.1.1.7), con HA-25 y B500S dos diámetros de 20 mm son suficientes para casi todos los momentos positivos. En los centros de vano más desfavorables, se añade una tercera barra del mismo diámetro. Fuera de los ábacos, con dos barras de 20 mm en la cara superior se absorben la totalidad de los momentos negativos.

Armadura principal: 4 barras de 20 mm (dos por cara)

Armadura secundaria: 1 barra de 20 mm (cara inferior - en los momentos máximos positivos)

(cf. E7)

La armadura de los nervios es suficiente para el cumplimiento del forjado a resistencia. El armado de la capa de compresión debe cumplir el requisito constructivo de la cuantía mínima. Se calcula a continuación según el criterio de la norma EHE:

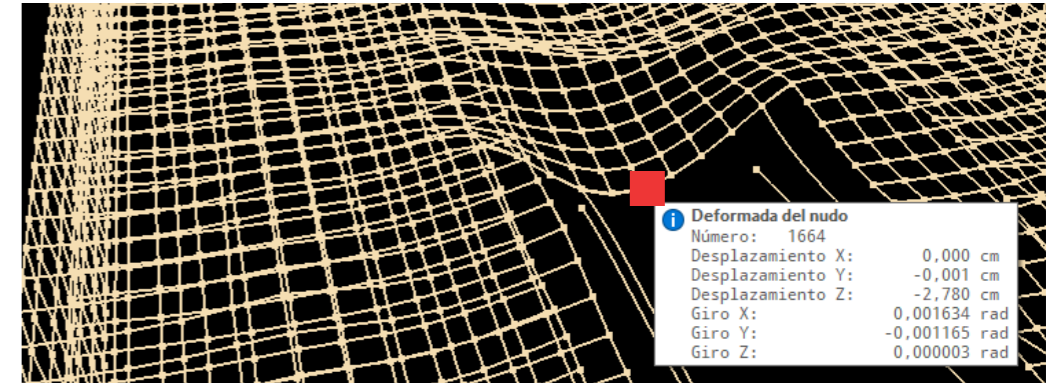


Imagen 8.1.1.2



Imagen 8.1.1.3

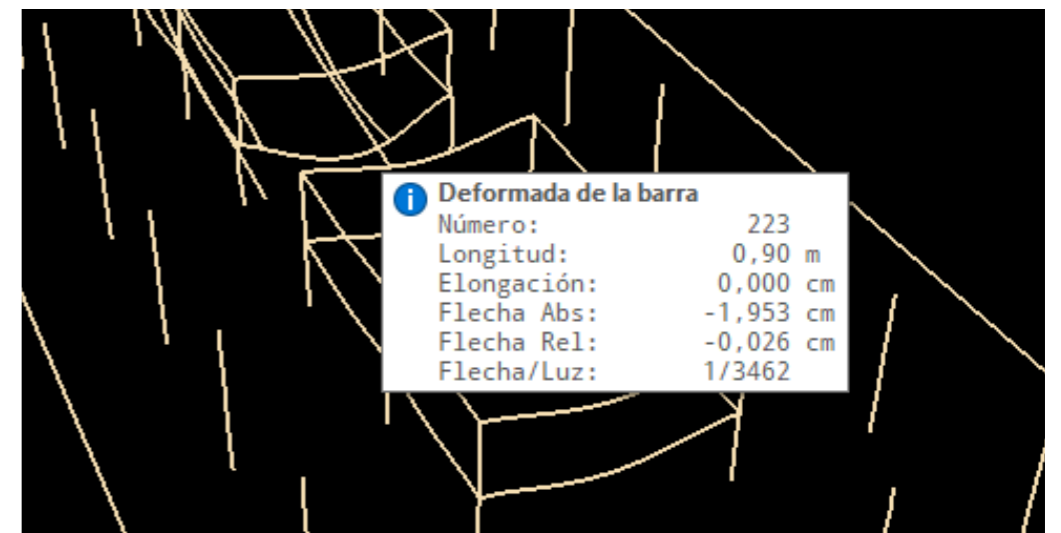


Imagen 8.1.1.4

Armadura mínima (B500-S: $75 \cdot 1000 \cdot 1,8 / 1000 = 135 \text{ mm}^2/\text{m}$)

Una barra de 6 mm de diámetro tiene un área de $28,27 \text{ mm}^2$

$100 / (135/28,27) = 20,94 \text{ cm}$

Se arma la capa de compresión con una malla con barras de 6mm cada 20 cm en ambas direcciones

(cf. E7)

Imagen 8.1.1.5

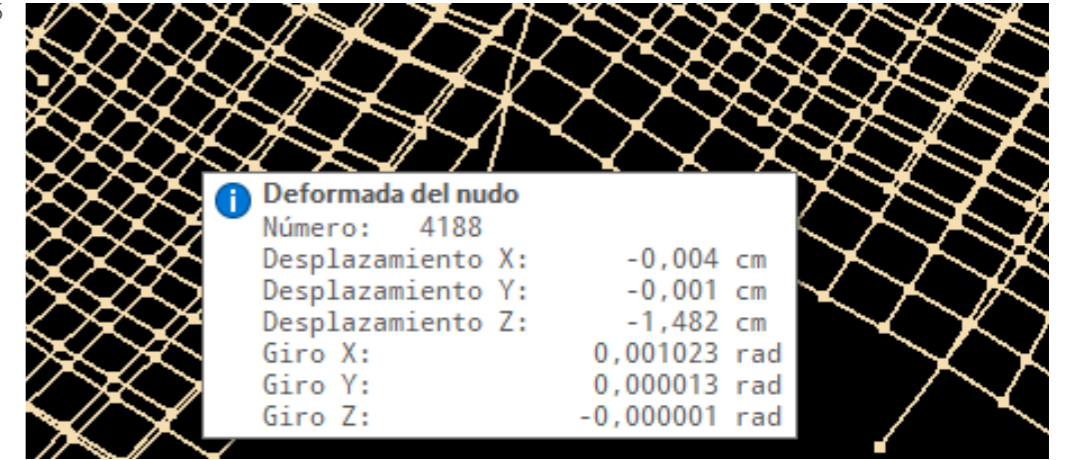
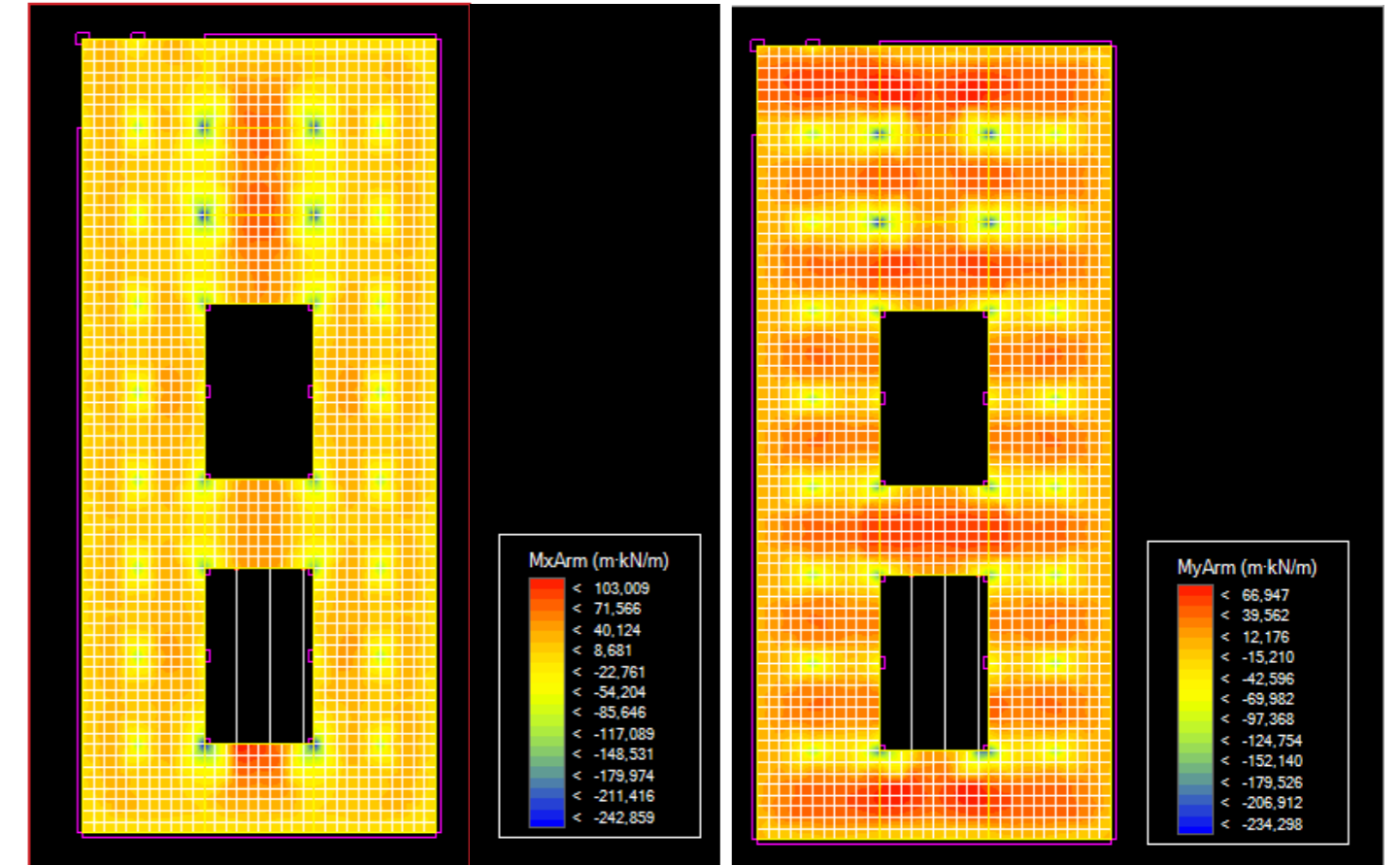


Imagen 8.1.1.6

Imagen 8.1.1.7



ARMADO DE LOS NERVIOS DEL FORJADO <small>(se considera canto equivalente al de una losa maciza de menor canto que el nervio)</small>					CANTO 30 cm CANTO EQUIVALENTE 20 cm					
HORMIGON HA-25					HORMIGON HA-25					
B-400s		Armadura	B-500s		B-400s		Vcu (kN)	Armadura	B-500s	
Mom. Ultimo nervio	Mom. Ultimo por metro		Mom. Ultimo nervio	Mom. Ultimo por metro	Mom. Ultimo nervio	Mom. Ultimo por metro			Mom. Ultimo nervio	Mom. Ultimo por metro
7,20 kN-m	9,00 kN-m	1 Ø10	8,90 kN-m	11,13 kN-m	7,10 kN-m	8,88 kN-m	16,15 kN	1 Ø10	8,70 kN-m	10,88 kN-m
14,30 kN-m	17,88 kN-m	2 Ø10	17,60 kN-m	22,00 kN-m	13,50 kN-m	16,88 kN-m	17,25 kN	2 Ø10	16,60 kN-m	20,75 kN-m
10,30 kN-m	12,88 kN-m	1 Ø12	12,80 kN-m	16,00 kN-m	9,90 kN-m	12,38 kN-m	16,63 kN	1 Ø12	12,20 kN-m	15,25 kN-m
20,40 kN-m	25,50 kN-m	2 Ø12	25,30 kN-m	31,63 kN-m	19,00 kN-m	23,75 kN-m	18,20 kN	2 Ø12	23,30 kN-m	29,13 kN-m
18,20 kN-m	22,75 kN-m	1 Ø16	22,50 kN-m	28,13 kN-m	17,00 kN-m	21,25 kN-m	17,85 kN	1 Ø16	20,90 kN-m	26,13 kN-m
35,90 kN-m	44,88 kN-m	2 Ø16	44,40 kN-m	55,50 kN-m	32,60 kN-m	40,75 kN-m	20,65 kN	2 Ø16	39,80 kN-m	49,75 kN-m
53,30 kN-m	66,63 kN-m	3 Ø16	65,80 kN-m	82,25 kN-m	46,00 kN-m	57,50 kN-m	23,45 kN	3 Ø16	54,90 kN-m	68,63 kN-m
28,20 kN-m	35,25 kN-m	1 Ø20	34,90 kN-m	43,63 kN-m	25,90 kN-m	32,38 kN-m	19,43 kN	1 Ø20	31,70 kN-m	39,63 kN-m
55,40 kN-m	69,25 kN-m	2 Ø20	68,40 kN-m	85,50 kN-m	47,50 kN-m	59,38 kN-m	23,80 kN	2 Ø20	56,50 kN-m	70,63 kN-m
81,80 kN-m	102,25 kN-m	3 Ø20	100,40 kN-m	125,50 kN-m	58,30 kN-m	72,88 kN-m	28,18 kN	3 Ø20	61,00 kN-m	76,25 kN-m
43,60 kN-m	54,50 kN-m	1 Ø25	53,90 kN-m	67,38 kN-m	39,00 kN-m	48,75 kN-m	21,89 kN	1 Ø25	47,20 kN-m	59,00 kN-m
85,00 kN-m	106,25 kN-m	2 Ø25	104,30 kN-m	130,38 kN-m	58,50 kN-m	73,13 kN-m	28,74 kN	2 Ø25	61,30 kN-m	76,63 kN-m

Tabla del Anexo E de Architrave

8.1.2 Forjado reticular del supermercado

El procedimiento es el mismo que el en el caso de los forjados del aparcamiento. Se le aplica al modelo una carga lineal en su borde libre que se corresponde a la transmisión de carga en la junta de dilatación con pasadores. Esta carga lineal se corresponde al forjado irregular apoyado en ese punto (entre el edificio de mercado y el supermercado). Se extrapola la situación más desfavorable, es decir la del ámbito mayor, para no modelar una carga trapezoidal. Esta dimensión mayor es de 6,40 m, por tanto el borde del forjado reticular recibe un ámbito de 3,20 m (6,40/2).

Cargas

Superficiales

Carga permanente:	G_k	=	3,0 kN/m ²
Sobrecarga de uso:	Q_{1k}	=	5,0 kN/m ²
Sobrecarga de nieve:	Q_{2k}	=	0,2 kN/m ²

Lineal (sobre borde libre)

Carga permanente:	G_k	=	25,6 kN/m	((3,0 + 25 x 0,2) x 3,20 m)
Sobrecarga de uso:	Q_{1k}	=	17 kN/m	(5,0 x 3,20)
Sobrecarga de nieve:	Q_{2k}	=	0,7 kN/m	(0,2 x 3,20)

Control de deformaciones

Se escogen dos puntos de control y en la combinación más desfavorable de ELS se verifica se cumpla la limitación de flecha $L / 400$. Estos puntos son el centro del recuadro de luces mayores y el punto medio del borde del forjado sobre el que se aplica la carga lineal adicional.

$$1020 / 400 = 2,55 \text{ cm}$$

$$640 / 400 = 1,60 \text{ cm}$$

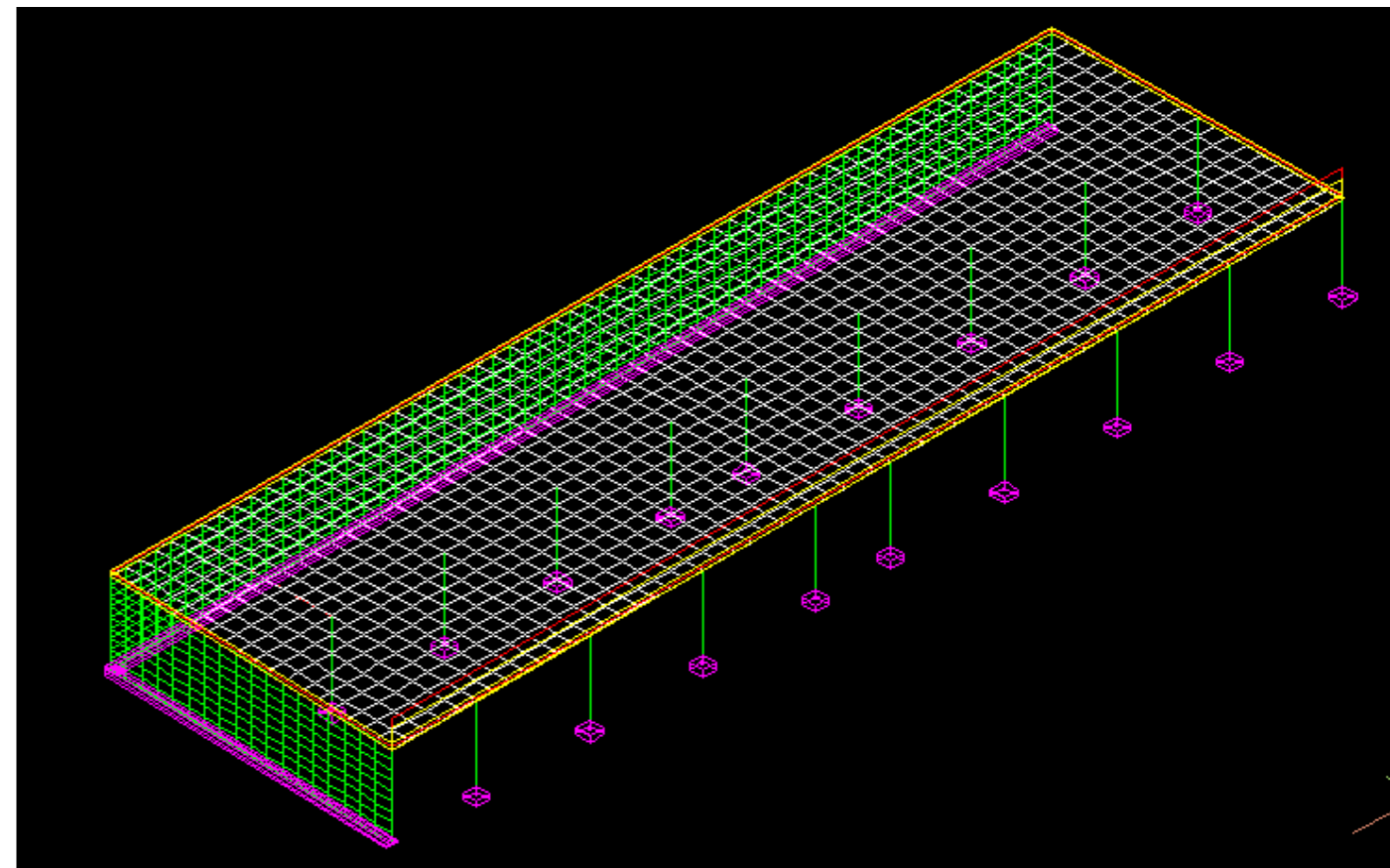


Imagen 8.1.2.1

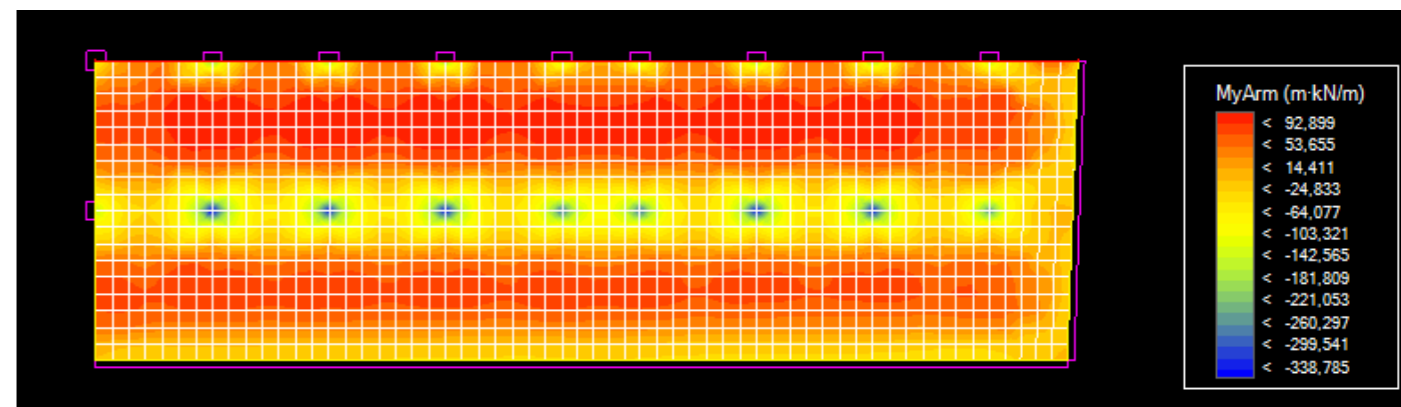


Imagen 8.1.2.2

Como en el caso anterior se realizan distintas pruebas con las opciones de forjados establecidas en el inicio para al final optar por el mismo forjado que en el aparcamiento:

Forjado reticular a 32,5 (casetones de 250 mm, losa equivalente de 24,2 cm)

Borde: viga de 30 x 32,5 cm.

A partir de los diagramas de momentos (Imágenes 8.1.2.2 - 8.1.2.3) deberían escogerse los armados de los nervios y de los ábacos como explicado en el forjado del aparcamiento.

8.1.3 Forjado irregulares

Estos elementos se modelan como losas de elementos finitos de hormigón armado de 200 mm. Este el espesor de las losas macizas en todo el proyecto, a excepción de los recuadros rectangulares ya calculados de aparcamiento y supermercado (forjados reticulares - planos E2 - E3). Se modelan diferentes tramos de forma independiente para no tener que introducir las relajaciones (rótulas) debidas a las juntas de dilatación. Más adelantes se calculan conjuntamente para sacar los esfuerzos en los soportes. Estos forjados cuentan con vigas de gran canto (los antepechos) en puntos singulares y otras vigas de menor canto (30 x 45). Esta disposición geométrica queda definida en el plano de estructuras de forjados irregulares (E4). En la imagen 8.1.3.1 se numeran los distintos recuadros modelados independientemente. Para los recuadros del 1 al 6 se realiza un control de deformaciones. Finalmente se muestran las sollicitaciones del caso más desfavorable: el tramo 2. Como en los casos anteriores estos datos son a título indicativo ya que no se calcula el armado de las losas.

Cargas

Superficiales

Carga permanente: $G_k = 3,0 \text{ kN/m}^2$

Sobrecarga de uso: $Q_{1k} = 5,0 \text{ kN/m}^2$

Sobrecarga de nieve: $Q_{2k} = 0,2 \text{ kN/m}^2$

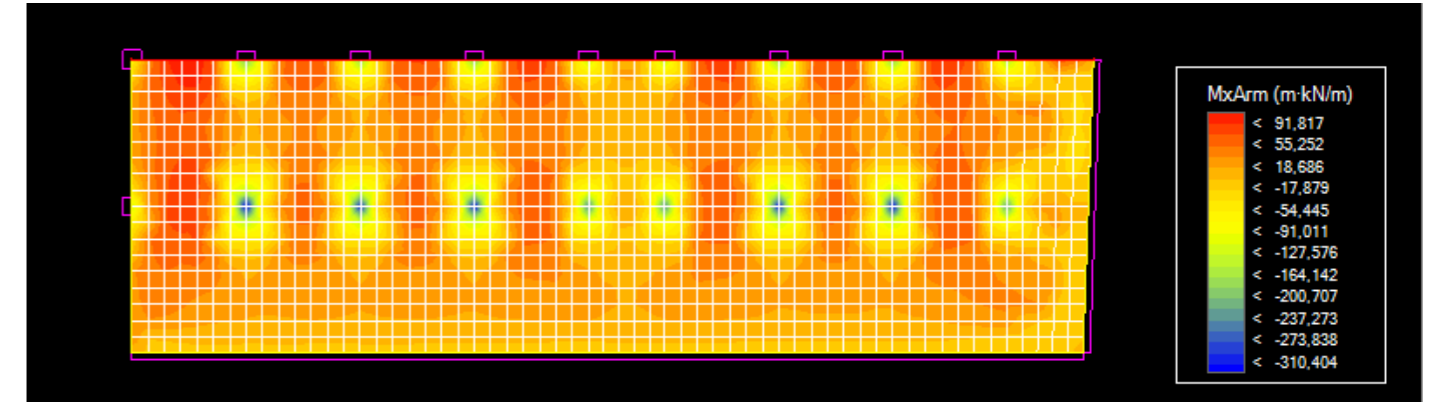


Imagen 8.1.2.2

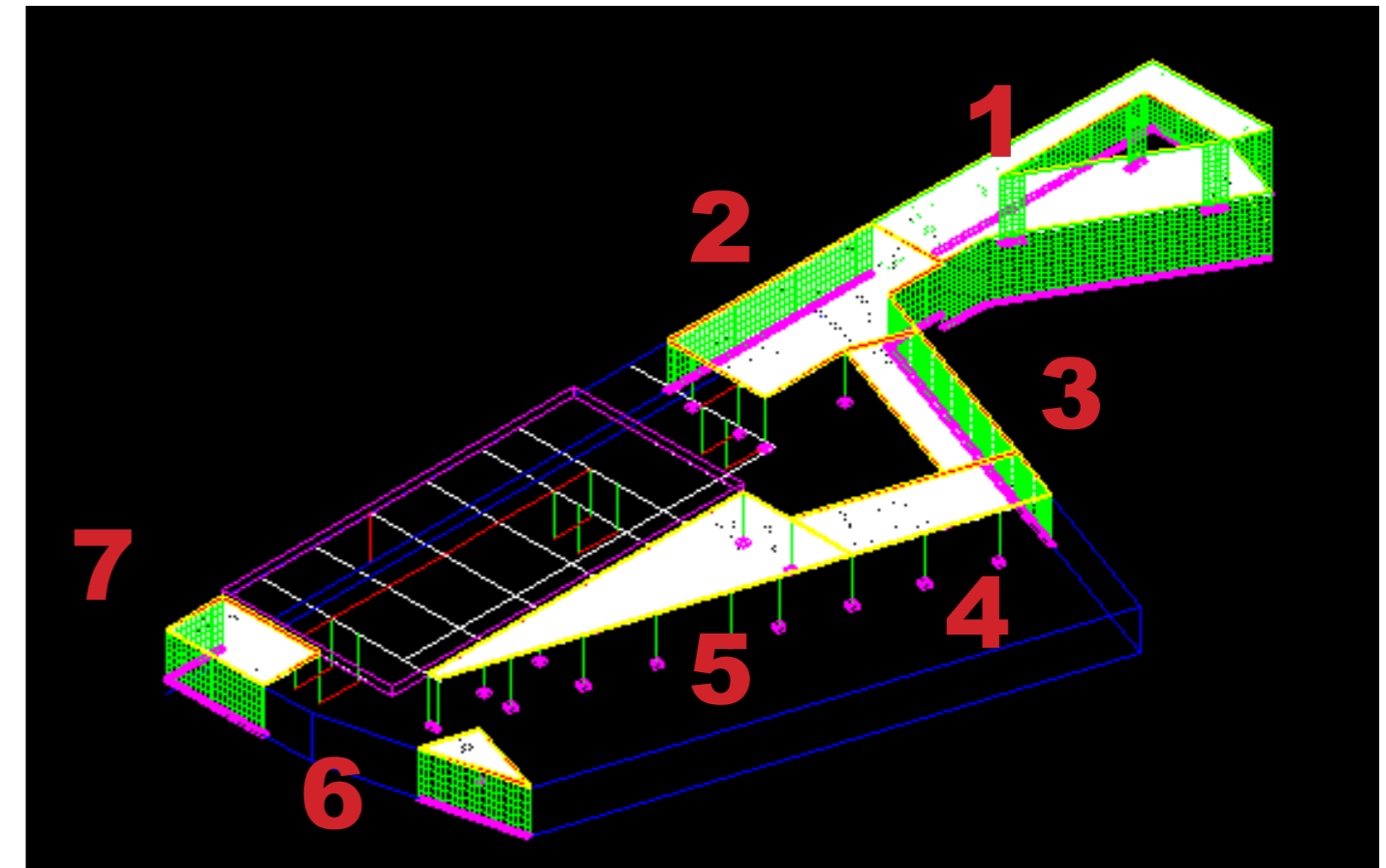


Imagen 8.1.3.1

Control de deformaciones

Forjado irregular 1

Viga	$1550/400 = 3,75$ cm
Centro recuadro	$760 / 400 = 1,9$ cm

Forjado irregular 2

Viga	$869 / 400 = 2,17$ cm
Centro recuadro	$1050/400 = 2,625$ cm

Forjado irregular 3

Viga	$1800/400 = 4,5$ cm
Centro recuadro	$611 \times 2 / 400 = 3,055$

Forjado irregular 4

Viga	$1324 / 400 = 3,31$ cm
Centro recuadro	$659 / 400 = 1,64$ cm

Forjado irregular 5

Viga	$1324 / 400 = 3,31$ cm
Centro recuadro	$920 / 400 = 2,3$ cm

Como se puede comprobar con las imágenes 1.3.2 a 1.3.5, se cumplen las limitaciones de deformación con margen de seguridad. A continuación con los diagramas debería calcularse las cuantías necesarias de armaduras. Se solucionaría todo con mallazos idénticos base y puntualmente si fuera necesario reforzando con barras adicionales los puntos de momentos máximos.

La cuantía mínima geométrica sería de:

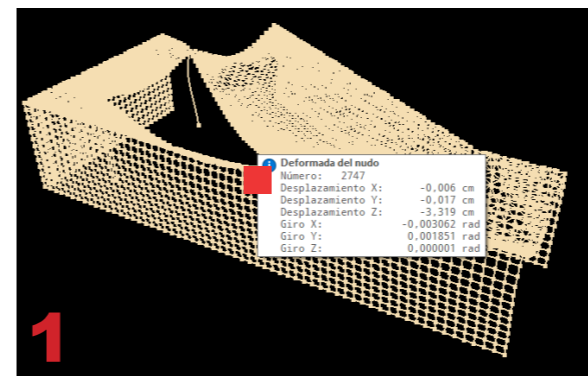


Imagen 8.1.3.2

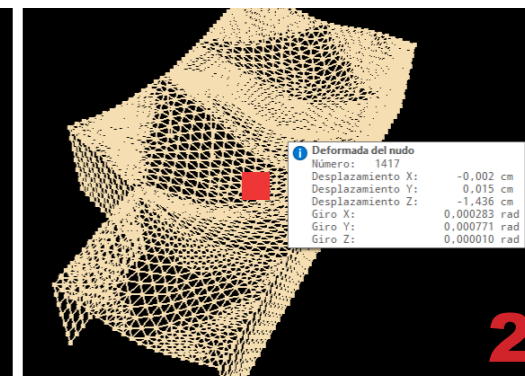


Imagen 8.1.3.3

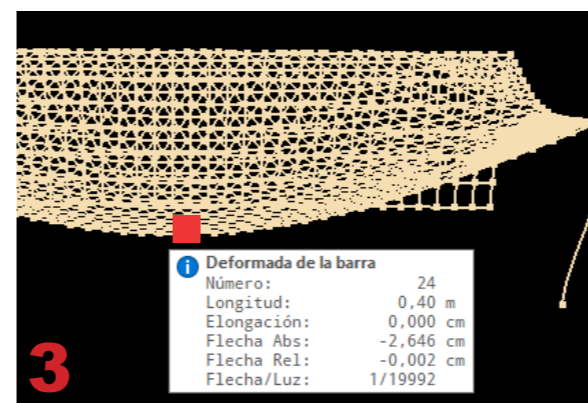


Imagen 8.1.3.4

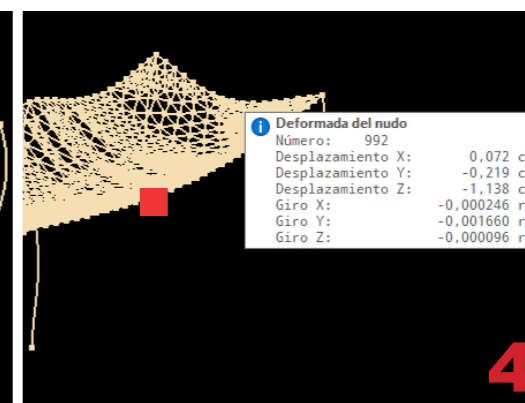


Imagen 8.1.3.5

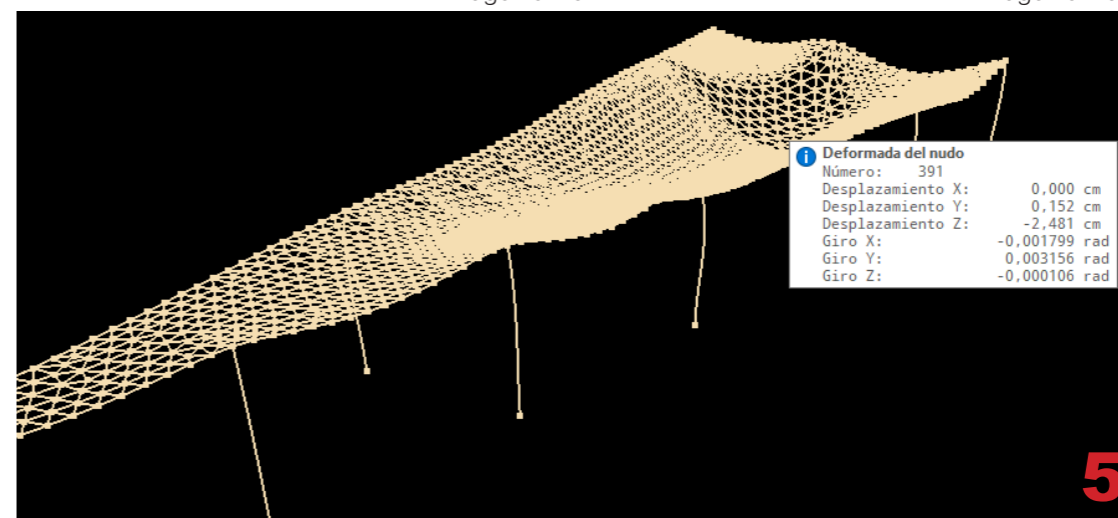


Imagen 8.1.3.6

$$1000 \cdot 200 \cdot 1,8 / 1000 = 360 \text{ mm}^2 / \text{m}$$

Esta condición se cumple con barras de 10 mm cada 15 cm. Es lo que se dibuja en los detalles.

(cf. E7)

8.1.4 Forjado del edificio

Estos elementos son idénticos a los tramos irregulares de la plaza del apartado 1.3. Se diferencian por su geometría regular y, en menor medida, por las cargas que reciben. Los recuadros más desfavorables tienen luces de 6,00 x 7,80 m. En el proyecto son tramos intermedios pero optamos por modelarlos como tramos independientes en una primera fase (Imagen 1.4.2). Se plantean vigas de borde de 0,30 x 0,45 para rigidizar el conjunto. Estas también refuerzan el encuentro con el pilar donde puede producirse una rotura por punzonamiento.

Cargas

$$\begin{aligned} \text{Carga permanente: } G_k &= 2,1 \text{ kN/m}^2 && (\text{pavimento mercado y falso techo}) \\ \text{Sobrecarga de uso: } Q_{1k} &= 5,0 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

Control de deformaciones

Se toma el punto en el recuadro más desfavorable del forjado (Imagen 8.1.4.2). En la combinación más desfavorable de ELS se controla que este cumpla con la limitación de flecha $L / 400$.

$$984 / 400 = 2,46 \text{ cm}$$

Como se puede ver, en el recuadro aislado, el punto de control sobrepasa (por poco) el punto de deformación permitido ($2,674 > 2,46$). Esto no ocurre al modelar o bien las vigas, o bien la continuidad de

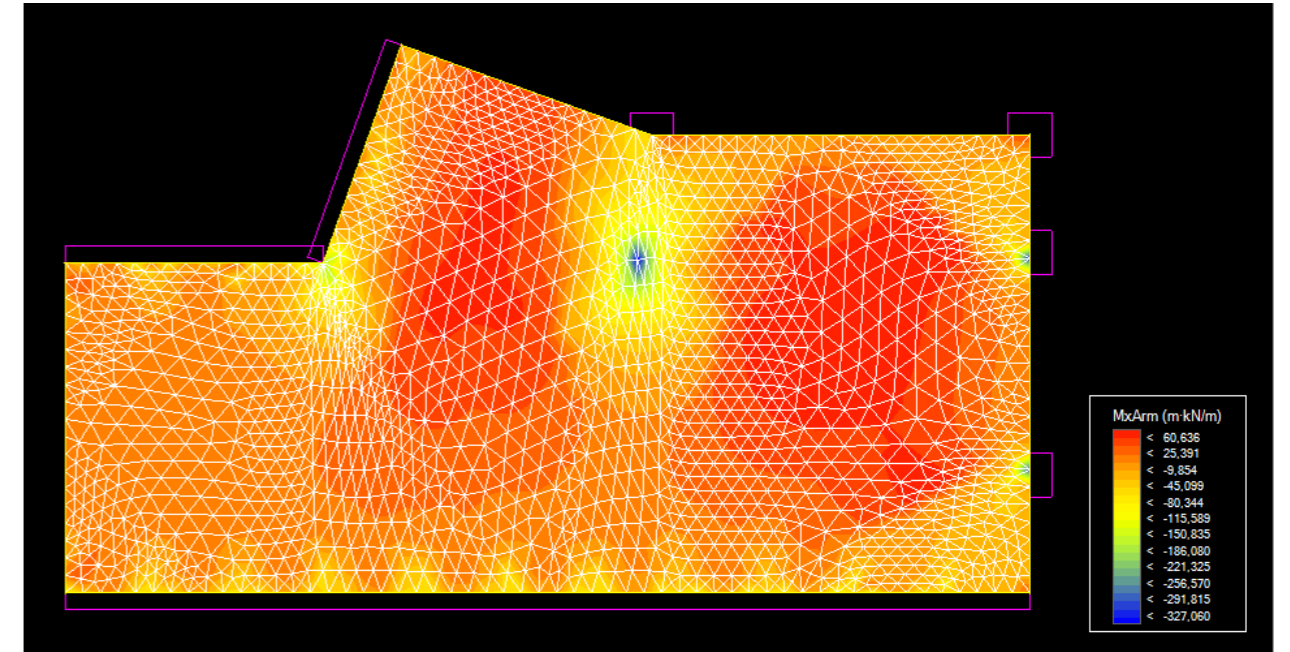


Imagen 8.1.3.7

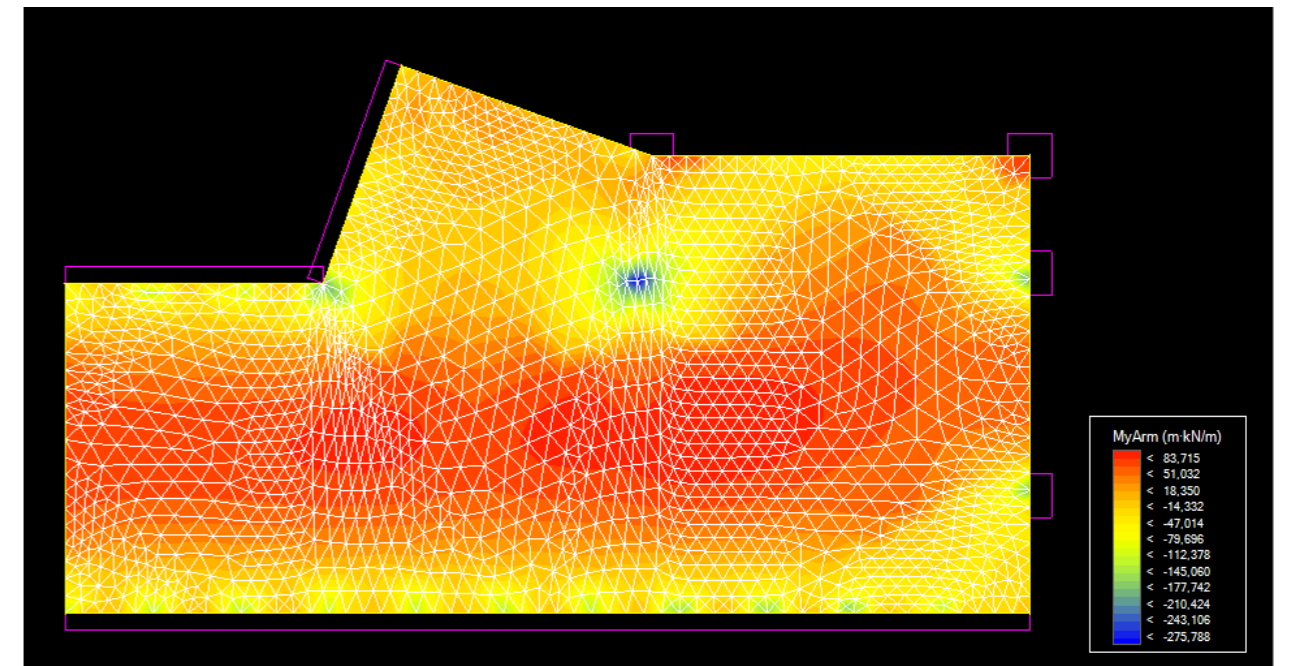


Imagen 8.1.3.8

proyecto de los otros forjado. Se admite por tanto que el espesor de 20 cm cumple a deformaciones. Se visualizan las solicitaciones máximas que debe soportar la estructura: momentos en las dos direcciones. En este caso las solicitaciones son más desfavorables que en la situación de proyecto. Sin embargo nos permite establecer los momentos límites (ficticios) que no se sobrepasarán en situación de proyecto. Estos momentos máximos son 107,0 kN.m y 76,13 kN.m. A continuación se calcula a partir del diagrama de momento relativo la cuantía de armadura de tracción de acero B500 S para soportar dichos momentos.

Se propone resolver el armado con barras de 10 mm (cf. E7). Colocadas cada 15 cm resuelven la cuantía mínima (en las dos caras), cada 10 cm resuelven el momento positivo máximo en el lado corto y cada 5 cm el momento positivo máximo en el lado largo.

$$b \times h = 1000 \times 200$$

$$d = 150 \text{ mm}$$

$$b \cdot d \cdot f_{cd} = 1000 \times 150 \times 25/1,50 \cdot 10^{-3} = 2500 \text{ kN}$$

$$b \cdot d^2 \cdot f_{cd} = 2500 \times 0,15 = 375 \text{ kN.m}$$

$$M_{yd} / b \cdot d^2 \cdot f_{cd} = 107/375 = 0,285$$

$$U_{sy} = 0,245 \times 2500 = 612,5 \text{ kN/m}$$

$$S_y = 612 \cdot 500 / (500/1,15) = 1415 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$M_{xd} / b \cdot d^2 \cdot f_{cd} = 761/375 = 0,203$$

$$U_{sx} = 0,18 \times 2500 = 450,0 \text{ kN/m}$$

$$S_x = 450 \cdot 000 / (500/1,15) = 1035 \text{ mm}^2/\text{m}$$

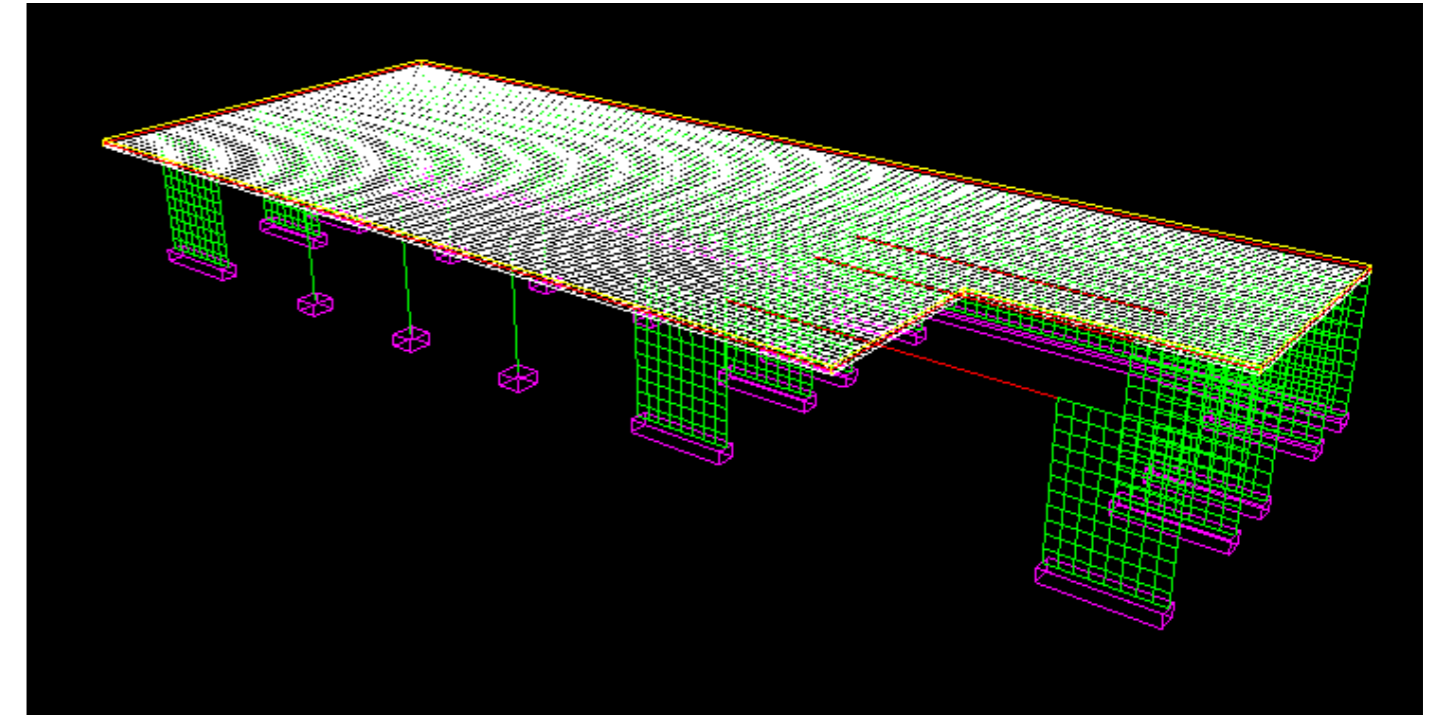
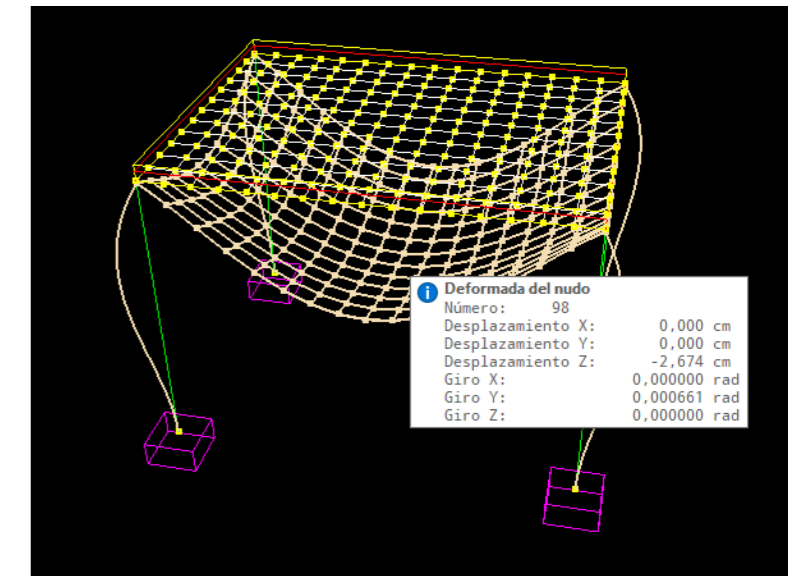


Imagen 8.1.4.1



8.1.4.2

8.1.5 Losas de rampas y escaleras

Rampas

En todo el proyecto, las rampas no son estructurales ya que apoyan directamente sobre el terreno o rellenos artificiales, a excepción de la rampa de vehículos 1.1 (que conecta la planta baja con la primera planta del aparcamiento). Esta rampa es una losa maciza unidireccional ya que apoya en sus bordes sobre dos vigas de canto. El espesor de esta losa es de 20 cm y su distancia entre es de 6,30 m. El espesor se corresponde al de los forjados irregulares y los de la estación y la luz es menor a las luces máximas de los casos anteriores. Por ese motivo se asume que este elemento está correctamente predimensionado y no se hace un análisis más detallado.

Escaleras

Todas las escaleras son de ida y vuelta, a excepción de las escaleras de acceso a los andenes que apoyan directamente sobre el terreno (cf. C8). Las losas inclinadas de las escalares trabajan longitudinalmente y apoyan sobre descansillo o mesetas que suelen trabajar en la dirección perpendicular. En los planos a 1:50 y en los detalles se han dibujado los tramos horizontales de 20 cm de espesor y los inclinados de 17,35 cm (cf. Imagen 8.1.5). Estos tramos de menor espesor tienen una distancia entre apoyos, proyectada en planta de 2,40 m. Su relación h / L ($17,35 / 240 > 1/15$) es satisfactoria y tampoco se realiza un análisis más detallado.

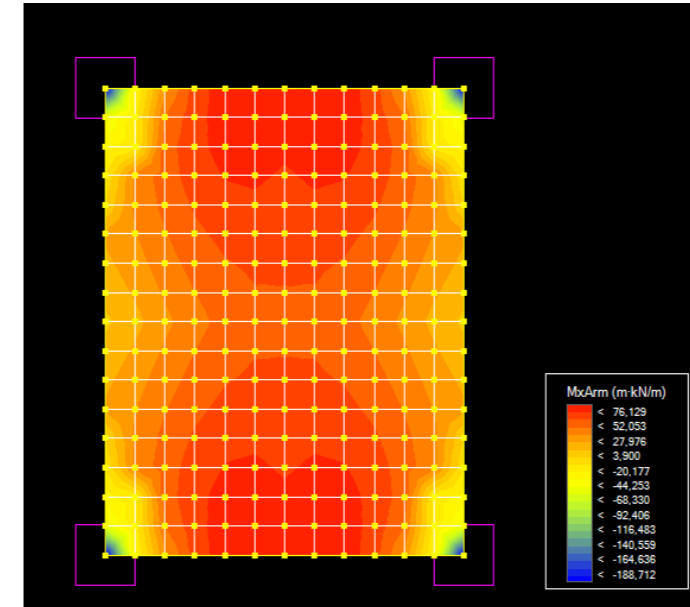


Imagen 8.1.4.3

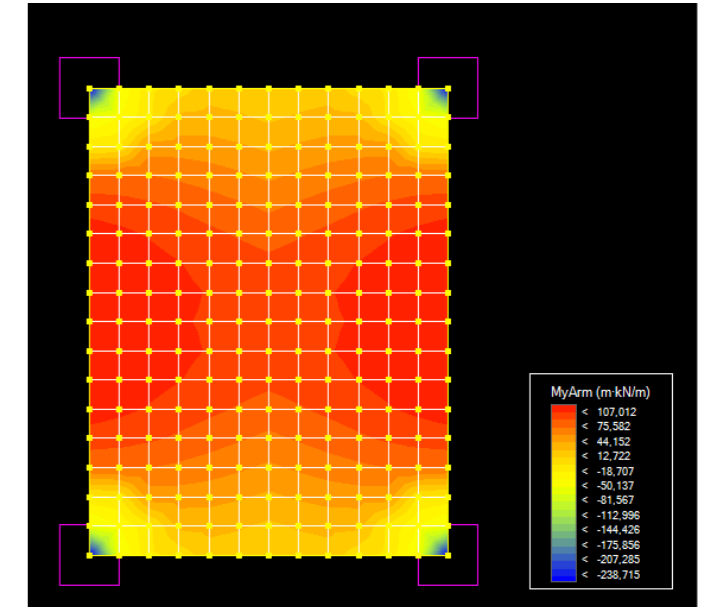


Imagen 8.1.4.4

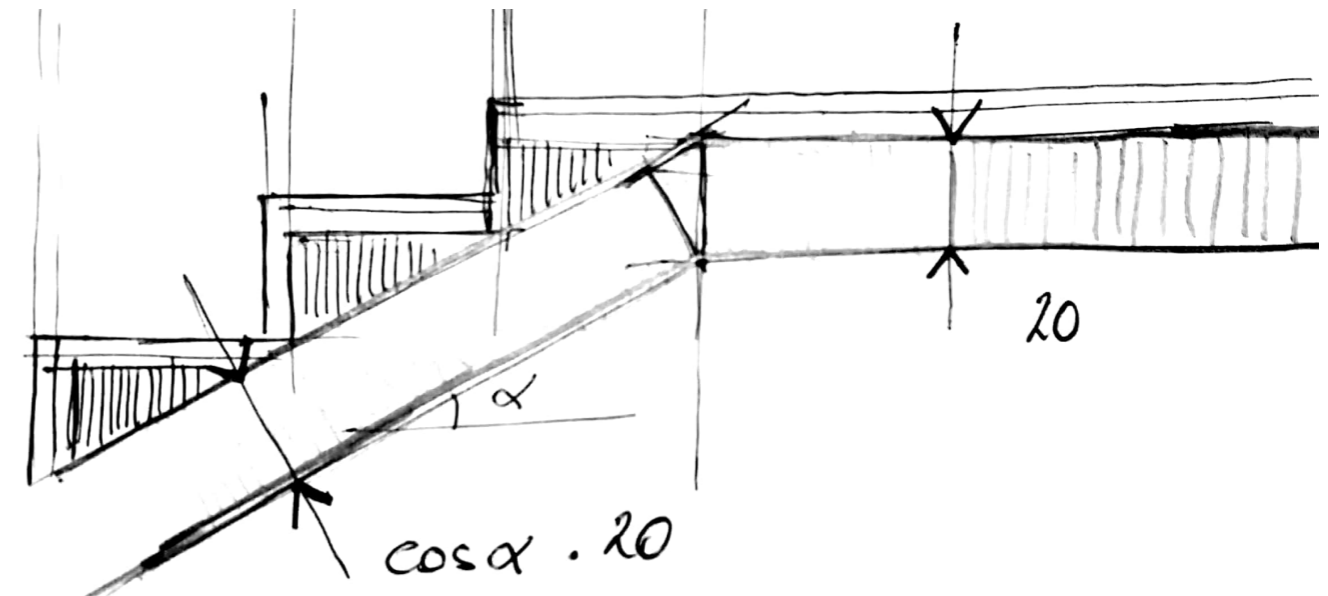


Imagen 8.1.5

8.2 Soportes y muros de hormigón armado

Los modelos ya realizados y comentados en el apartado anterior son utilizados para el dimensionado de soportes. Las cargas ya han sido justificadas y aplicadas para estos modelos de forjados

8.2.1 Pilares del aparcamiento

En el caso del aparcamiento el primer modelo de pilar propuesto (30 x 30 cm de HA) es el adoptado. En toda la estructura del aparcamiento se puede aplicar un armado uniforme de 4 barras de 20 mm y estribos de 8 mm cada 15 cm para que los pilares cumplan a resistencia y deformaciones. En los pilares 2 - 3 -10 -11 (que definen el recuadro del hueco de las rampas de vehículos) deben armarse con cuatro barras adicionales de 20 mm. Estos resultados obtenidos por Architrave aparecen en las imágenes (8.2.1.1- 8.2.1.2). Estas armaduras son idénticas en pilares de planta -1 como de planta -2. La numeración de pilares está establecida en el plano E2 y el detalle a escala de la armadura en el plano E7.

8.2.2 Pilares del supermercado

En el caso del supermercado, después de un primer cálculo con pilares de 30 x 30, se opta por un pilar tipo definitivo de 35 x 35. Este requiere de menor armadura. Este cambio se debe principalmente al aumento de la altura de planta en relación con la planta tipo de aparcamiento. La armadura para todos los pilares es la indicada en la Imagen 8.2.2.1: 4 barras principales de 16 mm y estribos de 8 mm cada 20 cm.

8.2.3 Pilares de la estación y pilares aislados

Los pilares de la estación como los pilares de los tramos de forjado irregulares son de hormigón armado de sección idéntica a los pilares del supermercado, es decir de 35 x 35 cm. Los pilares de la estación son más esbeltos ya que son 90 cm más altos. Para el cálculo de esfuerzos en estos elementos se utilizaría el modelo de estructura completo (Imagen 8.2.3) y podría plantearse un armado propio a cada pilar ya que tienen existencias varias posiciones singulares. No se realiza este cálculo.

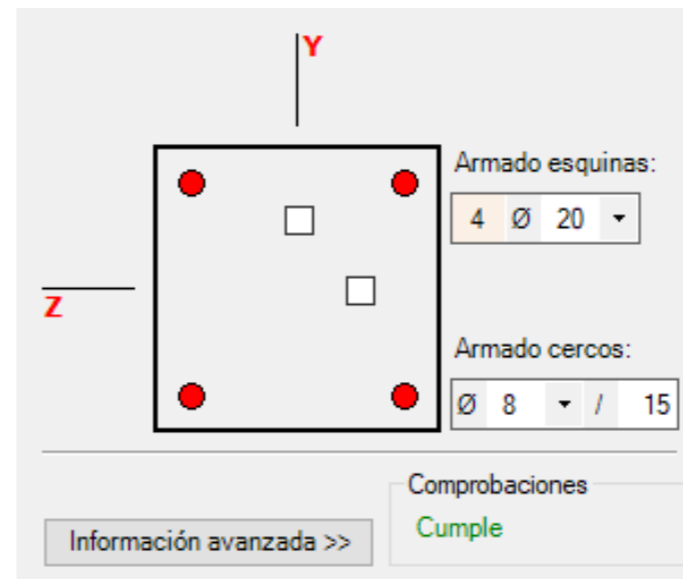


Imagen 8.2.1.1

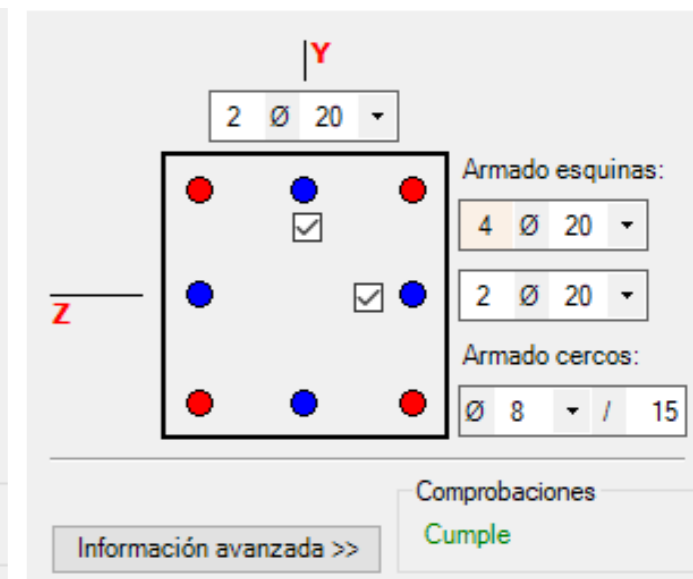


Imagen 8.2.1.2

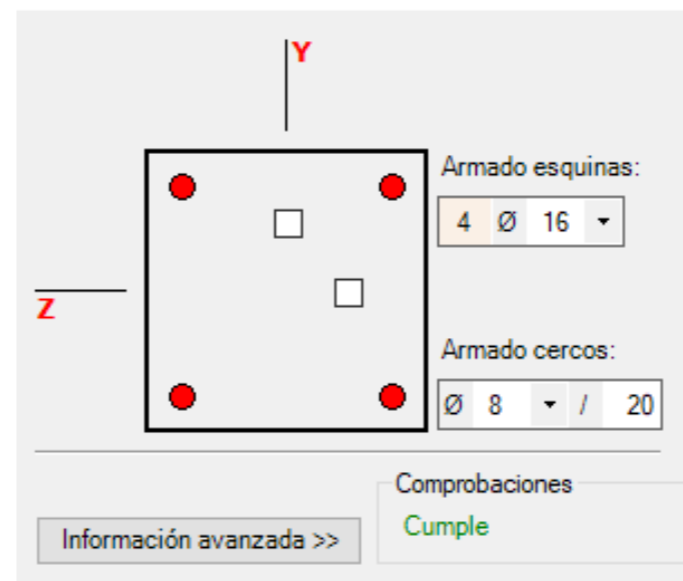


Imagen 8.2.2.1

8.2.4 Muros sótano y muros de contención

Los muros de sótano son elementos que trabajan a flexo-compresión. Se dibujan como elementos macizos de 30 cm y su armadura principal está en el eje vertical del elemento. La armadura horizontal queda hacia el interior, más cerca de la fibra neutra. Soportan cargas de forjados, momentos ya que estos están empotrados en la uniones sobre vigas de coronación y los empujes del terreno. En fase de ejecución trabajan como muro de contención y no como muro de sótano lo cual es la situación más desfavorable y depende de las características del terreno. No se realiza ningún cálculo para estos elementos. Se asume que tendrían una profundidad total de unos 12 metros.

8.2.5 Muros de carga de las bóvedas

Los muros que soportan las bóvedas se modelan como pilares como esquematizado en la imagen 8.2.5. Aplicando la fuerza horizontal debida al viento, un armado de pilares con cuatro barras de 12 mm en cada pilar es suficiente según el cálculo de Architrave. Por ese motivo se arman los extremos de muros con 4 barras de 12 y estribos de 8 mm cada 15 cm y en el resto se dispone de una malla que cumpla con la cuantía mínima: barras de 10 mm cada 150 mm en las dos direcciones.

Armadura mínima vertical $A_{sv} = 300 \times 1000 \times 0,0015 = 450 \text{ mm}^2/\text{m}$

Armadura mínima horizontal $A_{sh} = 300 \times 1000 \times 0,0025 = 750 \text{ mm}^2/\text{m}$

Se coloca por defecto la armadura mínima, a partes iguales en cada cara. ($450/2=225$; $750/2=375$)

10mm cada 150mm 524 mm²/m

8 mm cada 150 mm 335 mm²/m

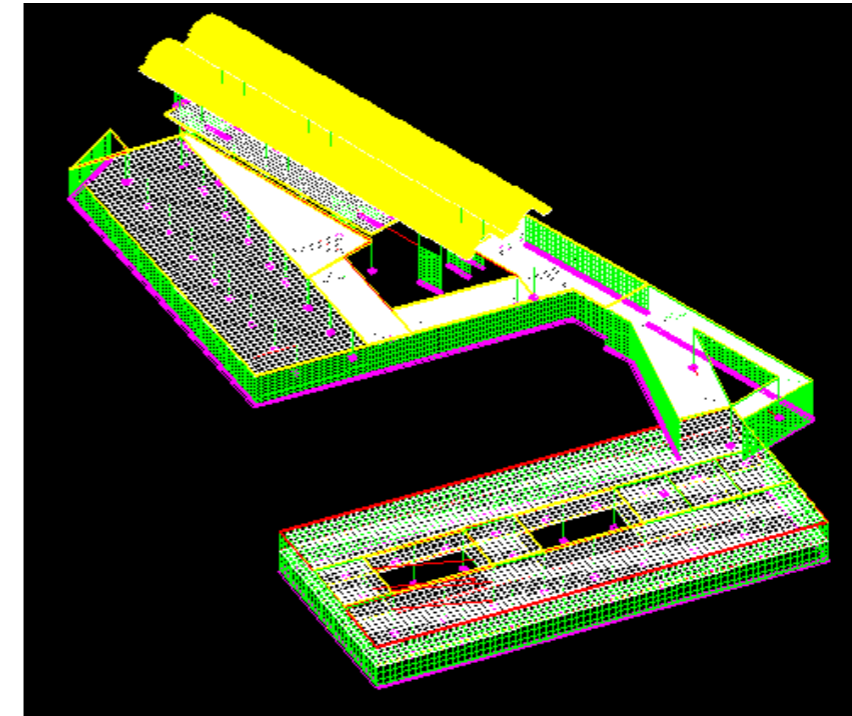


Imagen 8.2.3

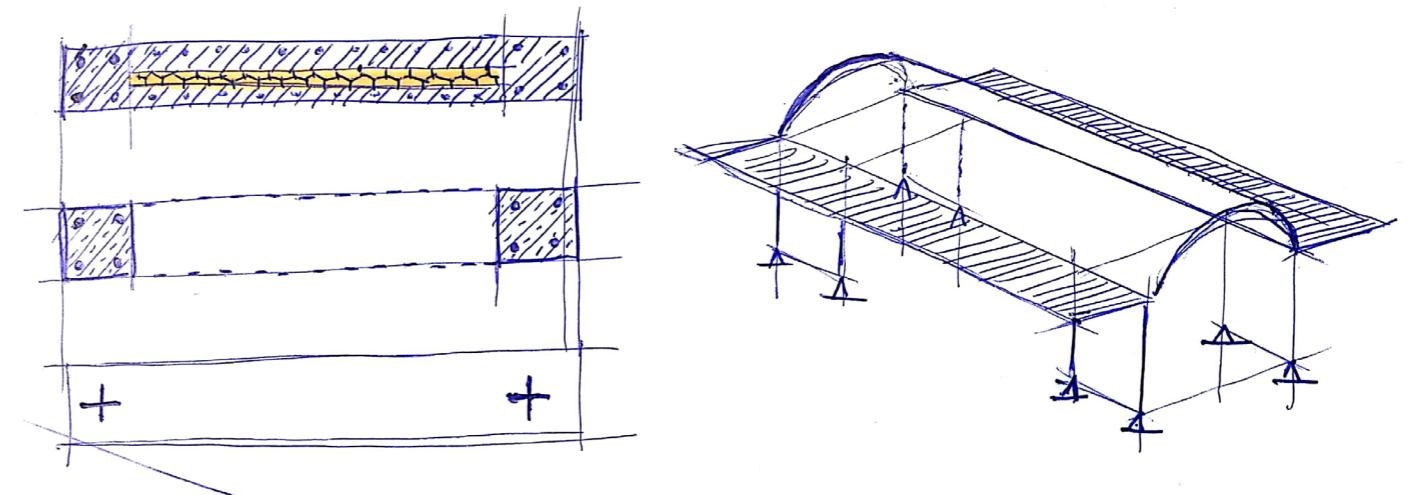


Imagen 8.2.5

8.3 Cubiertas singulares

8.3.1 Marquesinas

Las marquesinas son losas planas de hormigón armado sobre pórticos metálicos contruidos a partir de perfiles UPN 300 y perfiles huecos 200·100·4. Estos elementos metálicos reparten las cargas en el hormigón reduciendo así el riesgo de rotura por punzonamiento. La viga del pórtico queda embebida mediante unas esperas en la losa de hormigón. (cf. D6 - C4). La losa trabaja como elemento bidireccional. En el sentido paralelo a las vías es un elemento apoyado entre pórticos. Transversalmente cuenta con un vuelo de 1,15 m desde el eje del soporte. La unión entre perfiles metálicos se ejecuta mediante soldadura.

Los pilares son perfiles huecos (UPN 300 doble). Esta dimensión es suficiente para resistir esfuerzos sísmicos pero no ha sido debidamente calculado. Simplemente se ha comprobado el cumplimiento frente a las acciones transitorias. El axil más desfavorable en ELU de cada pilar es 105 kN. Las zapatas dimensionadas son de 80 x 80 x 40 cm.

Se hace un control de deformaciones para la losa según la imagen 8.3.2. La punta de voladizo es la situación más desfavorable de la losa de 15 cm. Cumple la restricción de flecha máxima.

$$600 / 300 = 2,00 \text{ cm} > 1,666$$

El armado mínimo de una losa de HA de 15 de espesor sería cada metro de:

$$2 / 1000 \times 150 \times 1000 = 300 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Si se divide en dos caras se queda en 150 mm²/m.

Con diámetros de 6 mm cada 175 mm se obtiene 162 mm²/m.

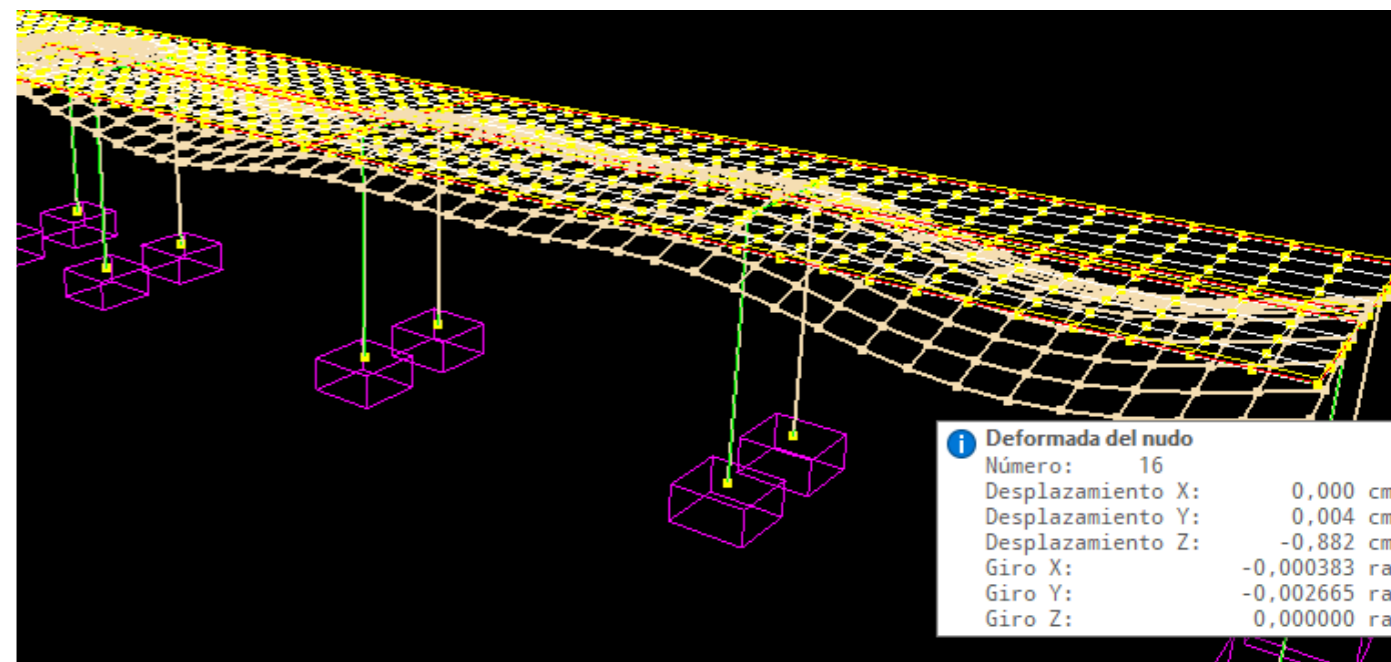


Imagen 8.3.1

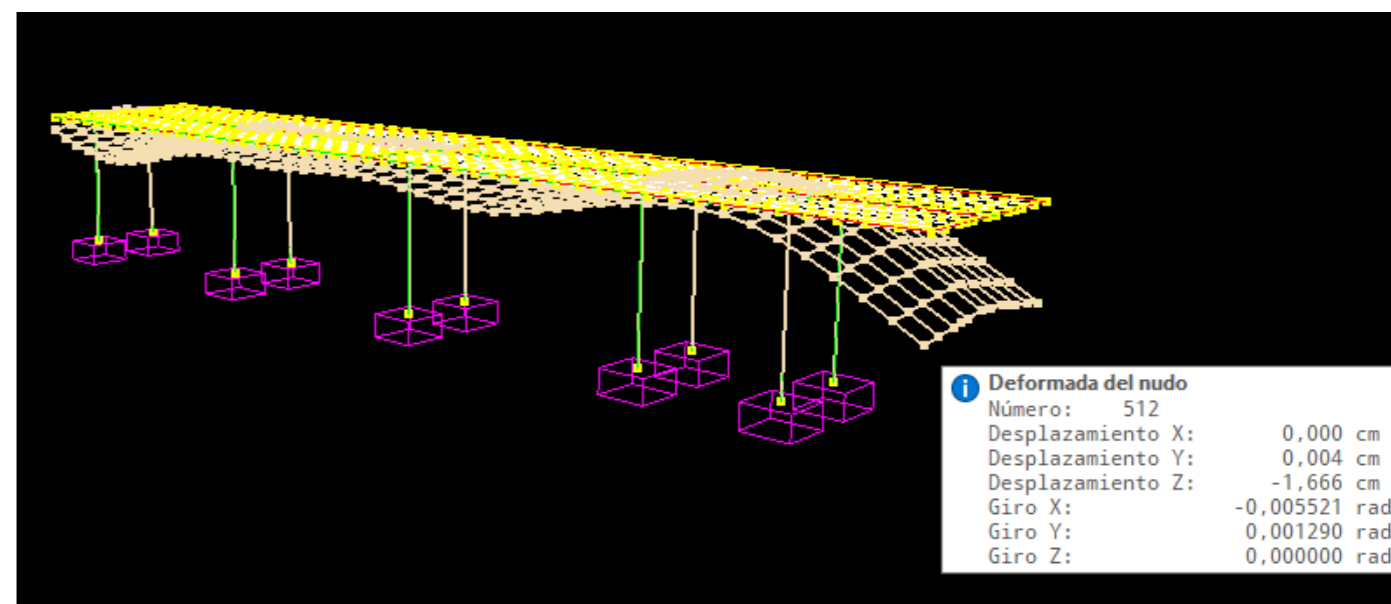


Imagen 8.3.2

3.2 Bóvedas

Las bóvedas son elementos que trabajan a modo de viga. El tramo del mercado es el punto en el que se produce el vuelo mayor. Como primera evaluación del funcionamiento de este elemento estructural se modela una lámina con elementos finitos de HA-25 de 150 mm de espesor. A los cuales se añade una carga superficial de 2,0 kN/m². (Esta carga se corresponde a la sobrecarga de mantenimiento, 1,0 kN/m² y a elementos constructivos adicionales como el aislante, mortero hidrófugo). El primer modelo realizado es un sistema biapoyado (sin continuidad, al contrario de la realidad) sobre cuatro apoyos.

En este modelo se han definido tres puntos de control para evaluar las deformaciones de la estructura (Imagen 8.3.2.1). Transversalmente, los dos puntos más desfavorables son el extremo del voladizo y el punto más alto de la bóveda. Longitudinalmente los puntos en centro de vano son los que deben ser analizado.

Como se trata de una cubierta sin elementos rígidos sobre ella, la limitación de flecha es 1/300. En los 3 puntos de control se corresponden a los valores siguientes:

Vuelos: $2 \times 1,35 / 300 =$	0,675 cm	>	0,391 cm
Bóveda: $510 / 300 =$	1,70 cm	>	0,422 cm
Punto central: $2400 / 300 =$	8 cm	>	1,454 cm

Los valores de deformaciones se corresponden a la combinación más desfavorable de ELS, mientras que los valores de tensiones a la combinación más desfavorable de ELU. Se constata que este primer modelo cumple con gran margen de seguridad las deformaciones máximas exigidas.

Por otra parte interesa tener en cuenta las tensiones en los elementos finitos. Estos valores también son satisfactorios (Imágenes 8.3.2.2 - 8.3.2.3) ya que quedan por debajo de los 35 kN. Según el eje x, transversal (Imagen 8.3.2.2 = S_{xprin}) la bóveda está menos solicitada a compresión, las tracciones principales se producen en el encuentro con el borde plano. Según el eje y, longitudinal (Imagen 8.3.2.3) se observa

i Deformada del nudo

Número:	1225
Desplazamiento X:	-0,001 cm
Desplazamiento Y:	-0,082 cm
Desplazamiento Z:	-0,422 cm
Giro X:	-0,000184 rad
Giro Y:	0,000534 rad
Giro Z:	-0,000002 rad

i Deformada del nudo

Número:	49
Desplazamiento X:	-0,026 cm
Desplazamiento Y:	-0,008 cm
Desplazamiento Z:	-0,391 cm
Giro X:	0,000769 rad
Giro Y:	-0,002809 rad
Giro Z:	0,000284 rad

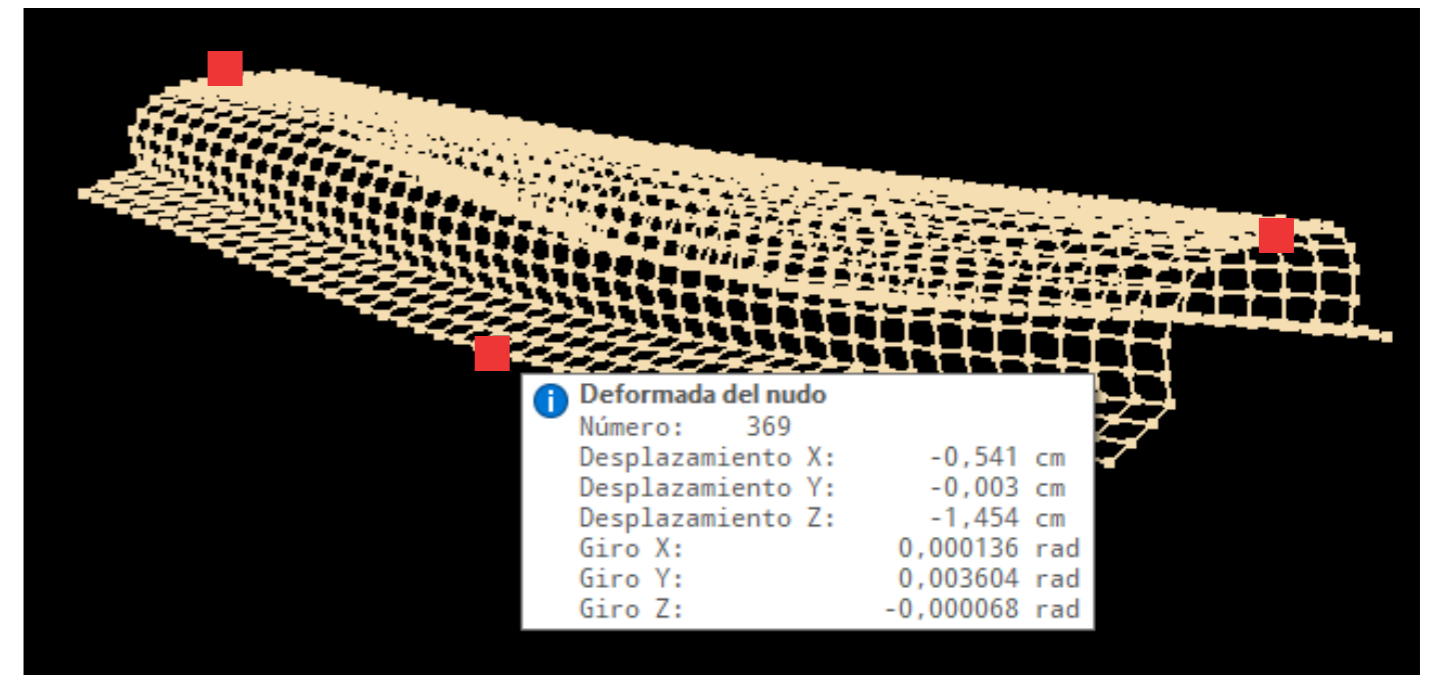


Imagen 8.3.2.1

como la parte superior central colabora a compresión a modo de viga de gran canto. Estas compresiones son del orden de 5 - 7 N/mm² (el hormigón soporta hasta 25 por si solo).

Estas tensiones nos pueden llevar a pensar que se ha sobredimensionado el espesor de la bóveda. Sin embargo por la grandes dimensiones de este elemento y las condiciones de construcción "in situ" parece adecuado mantener este margen de seguridad y asegurando así un buen recubrimiento de armaduras.

En un siguiente fase se modela la totalidad de la estructura sobre pilares (extremos de muros) y se aplica la fuerza debida al viento. En este caso, además de verificar de nuevo las deformaciones y las tensiones como en el primer modelo, se presta especial atención a los vuelos extremos de 6 metros de las bóvedas (Imagen 8.3.2.4). Este nuevo modelo permite dimensionar los "pilares" (en realidad muros). Estos elementos cumplen con cuatro barras de 12 mm cada uno. Esto significa que los muros con un armado mínimo cumplirán a resistencia frente a las acciones gravitatorias y frente al viento. Quedaría por definir la resistencia al sismo.

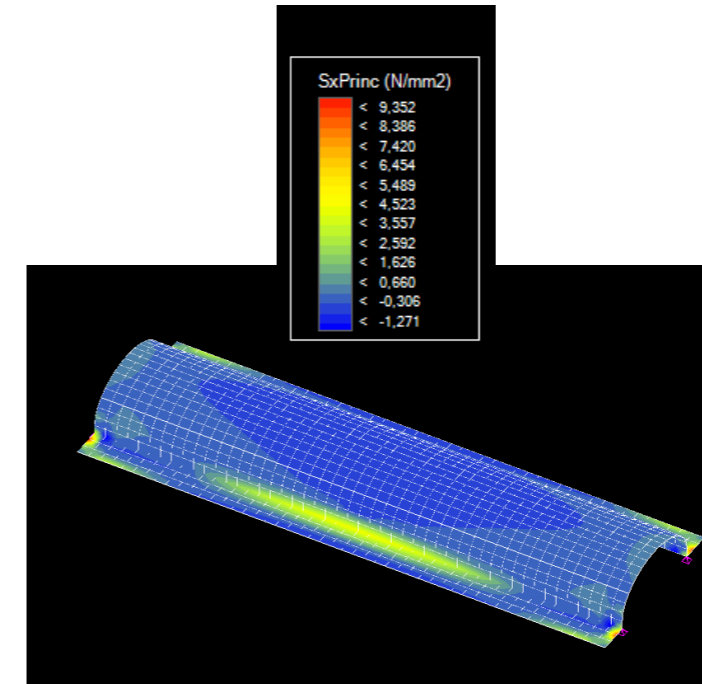


Imagen 8.3.2.2

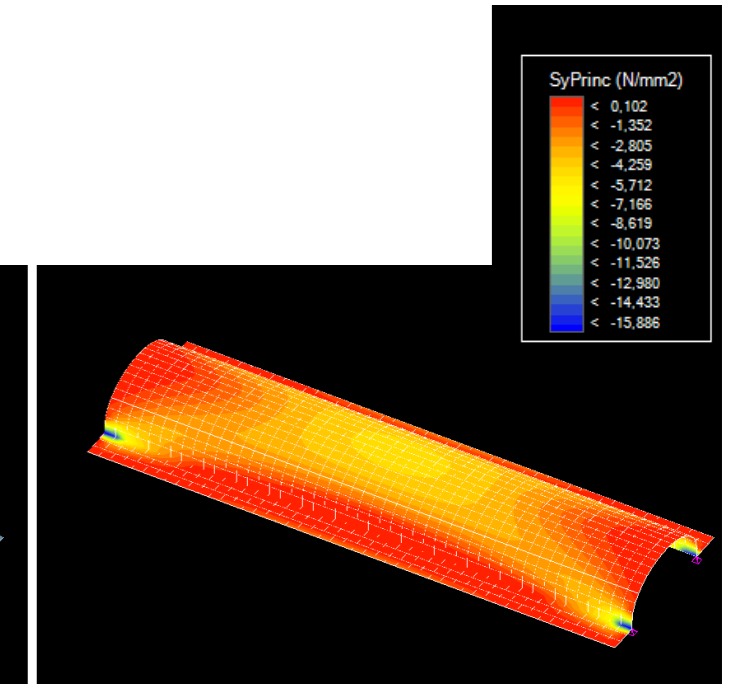


Imagen 8.3.2.3

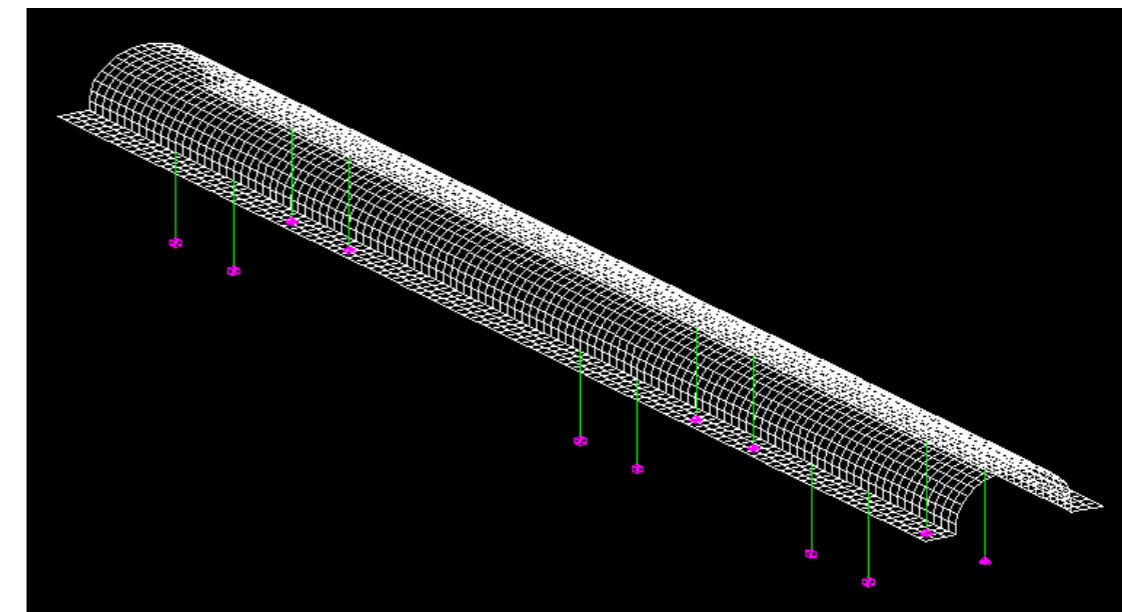


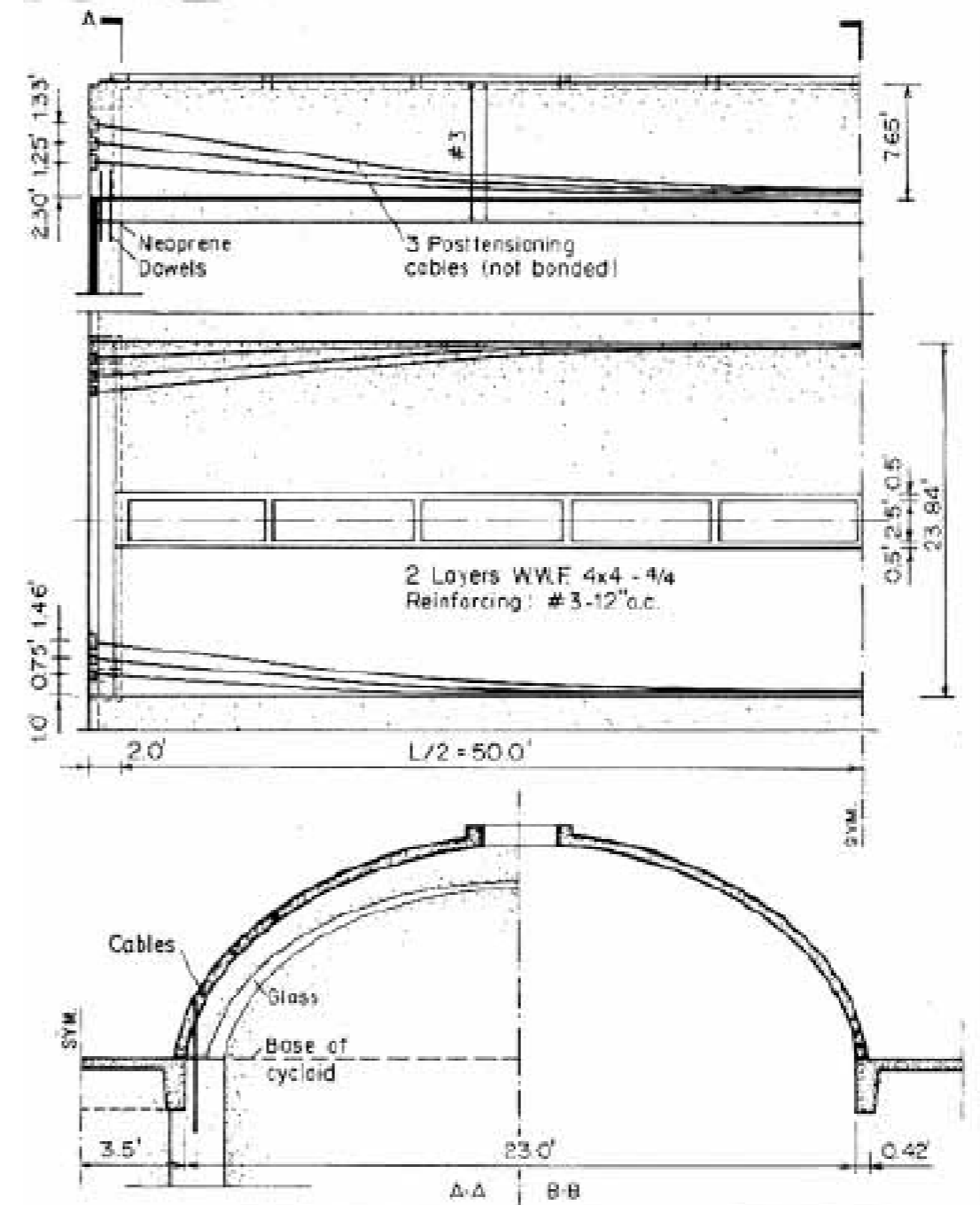
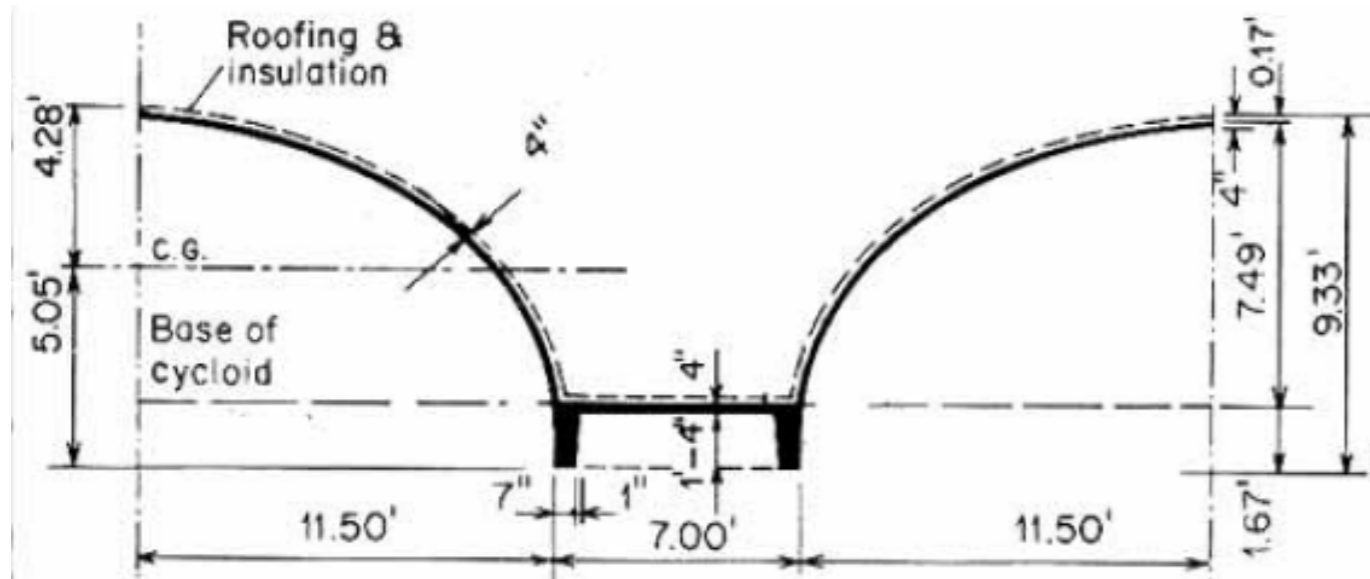
Imagen 8.3.2.4

3.2.1 Kimbell Art Museum

Proyecto del arquitecto Louis Kahn (Fort Worth, Texas)

Este es una referencia estructural del proyecto planteado. A continuación se describe brevemente el funcionamiento de la estructura de este edificio famoso. La información está sacada de un documento anónimo de Internet, cuyo título es el nombre y la ubicación del proyecto. Los planos parecen ser documentos originales.

Las bóvedas son elementos longitudinales (con lucernarios en la parte central) que apoyan sobre 4 pilares independientes. Unas vigas de hormigón armado refuerzan los bordes de las bóvedas frente a esfuerzos horizontales. Entre dos bóvedas se ubican las instalaciones. Las láminas tienen un espesor de 4 pulgadas (10,2 cm). Las vigas son de 7 pulgadas de ancho (17,8 cm) por 1,67 pies de canto (50,9 cm). La sección de la bóveda es un cicloide. Por la propia lámina de hormigón pasan unos tensores de postesado para reforzar la estructura. El canto total del elemento (desde la base de la viga al punto más alto de la bóveda) es de 9,33 pies (2,84 m). La distancia entre pilares es de 23 pies en el lado corto (7,01 m) y 100 pies en el lado largo (30,48 m).



4. Otros elementos estructurales

4.1 Paños acristalados de grandes dimensiones

Los vidrios del edificio principal tienen unas dimensiones no despreciables. Deberán ser capaces de resistir a los esfuerzos debidos a la acción del viento. Estos elementos deben calcularse como elemento biarticulados en base y coronación. Esta distancia es de 2,50 metros y la carga máxima de viento es 0,44 kN/m². Cada metro lineal de vidrio de esta carpintería deberá soportar un momento máximo:

$$q.L^2/8 = 1,50 \times 0,44 \times 2,50^2 / 8 = 0,52 \text{ kN.m /m}$$

La unión con la carpintería deberá soportar a succión como a tracción la reacción lineal:

$$q.L/2 = 1,50 \times 0,44 \times 2,50 / 2 = 0,825 \text{ kN /m}$$

4.2 Vigas de canto - antepechos

Los antepechos que trabajan como vigas de canto han sido modelados como vigas de sección 0,30 x 1,50 en el modelo de Architrave para el cálculo de forjados. Como se indica en los correspondientes apartados se cumplen las limitaciones de flecha. Sin embargo no se realiza el cálculo de armadura de estos elementos. Contarían con una armadura principal en los extremos verticales y de barras más finas (piel) que controlen la fisuración en sus caras laterales.

4.3. Cimentaciones

La cimentación superficial se calcula con Architrave, introduciendo un valor de tensión máxima de 200 kN/m². Este dato es un dato aproximado que se tiene acerca del terreno. Se plantea una zapata tipo para los pilares del aparcamiento (Imagen 8.4.3.1) y otra zapata tipo para los pilares del supermercado (Imagen 8.4.3.2). Estas tienen unas dimensiones respectivas de 2,15 x 2,15 x 0,50 y de 2,30 x 2,30 x 0,50.

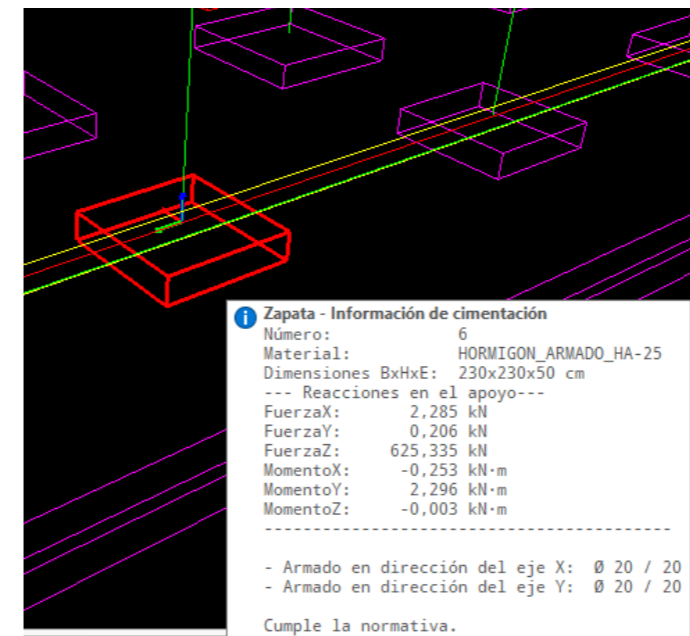


Imagen 8.4.3.1

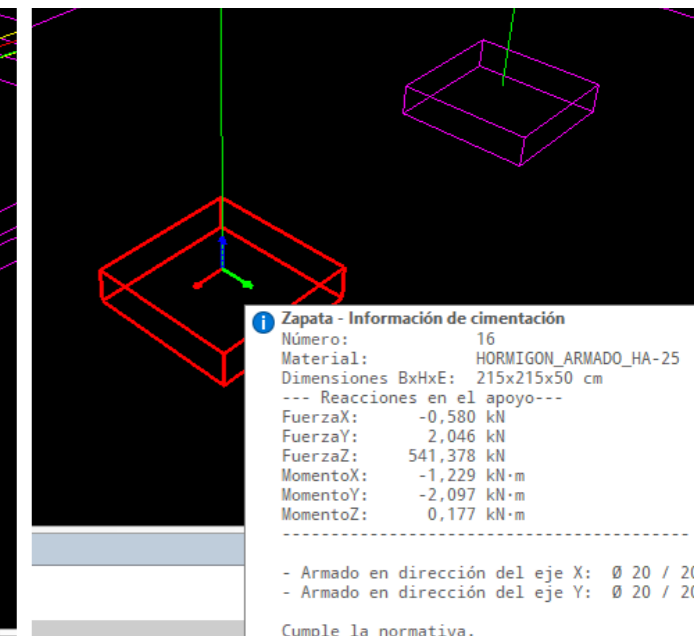


Imagen 8.4.3.2

Ambas cuentan con barras de 20 mm cada 20 cm en las dos direcciones. Estas medidas nos permiten elaborar la planta de cimentaciones (cf. E1) con un aspecto similar a lo que sería una planta definitiva de cimentaciones para la cual serían necesarios estudios geotécnicos.

Como queda representado en el plano, se ejecuta un atado de las zapatas mediante vigas riostra de 40 x 40 cm. En algunos puntos se recurre al uso de zapatas combinadas.

