

MEMORIA I. DESCRIPTIVA

MEMORIA I. DESCRIPTIVA

1. Reflexiones iniciales
2. El lugar
3. El programa
4. Ideas generadoras
5. Descripción de la solución adoptada

PLANOS DESCRIPTIVOS

- D.01. Plantas generales. Plano de urbanización
- D.02. Plantas generales. Sótano
- D.03. Plantas generales. Planta acceso
- D.04. Plantas generales. Planta primera
- D.05. Plantas generales. Planta segunda
- D.06. Plantas generales. Planta de cubierta
- D.07. Alzados generales. Longitudinal
- D.08. Alzados generales. Transversal 1 y 2.
- D.09. Alzados generales. Transversal 3 y 4.
- D.10. Alzados generales. Transversal 5 y 6.
- D.11. Alzados generales. Transversal 7 y 8.
- D.12. Detalle estación vieja.
- D.13. Detalle modulo de oficina.

ESTACIÓN INTERMODAL EN BÉTERA

La memoria

El proyecto queda definido en este documento que se estructura en una memoria descriptiva, una memoria constructiva y una memoria de cumplimiento de CTE más los complementos de memoria de cálculo de estructuras y memoria de cálculo de instalaciones.

La normativa aplicable a este proyecto queda reflejada en la memoria de cumplimiento del CTE donde se explica, desde la perspectiva de cada DB, cada punto que debe cumplir este proyecto. Para una mayor concreción de la documentación entregada, se han omitido aquellos puntos donde el CTE no se aplica o no tiene relevancia en el proyecto.

El tema

El tema del proyecto consiste en una estación intermodal que de servicio a la línea 1 de metro Valencia y las líneas de autobuses interurbanos que circulan por Bétera así como un programa de oficinas. A todos estos servicios, además, se deberá de añadir diferentes servicios anexos como cafetería, quiosco o aparcamiento.

Esta gran variedad de espacios y funciones hace que el proyecto adquiera una cierta complejidad donde se deberá de estudiar y analizar las diferentes cualidades y características de cada elemento para que todo el proyecto funciones como un conjunto.

El lugar

Bétera es un municipio de mediano tamaño y cercano a Valencia donde su topografía, morfología así como su historia y costumbres son bastante relevantes y significativos a la hora de decidir que caminos seguir a la hora de diseñar el proyecto. Las peculiaridades y problemas que causan el proyecto, han de ser convertidas en oportunidades que adquiera mi proyecto logrando con un ello un conjunto completo, integrado en el entorno, que se comunique con él y que de solución a los numerosos problemas y retos que nos encontramos en el.

El proyecto

La complejidad de este proyecto la he querido abordar lo más seria y rigurosamente posible. En las próximas páginas se podrá ver un análisis detallado del lugar y del proyecto, sus necesidades, los problemas a resolver, los retos a alcanzar para llegar por fin a la solución. Posteriormente explicaré que es mi proyecto, como es y cómo funciona así como se construye y lo más importante, por qué es construible desde un punto de vista normativo, estructural y constructivo.

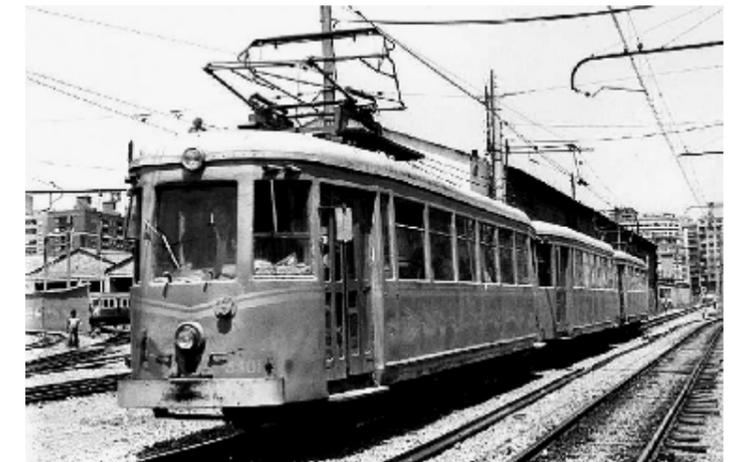
1. REFLEXIONES INICIALES

- Transporte. Ferrocarril

El tema del proyecto es estación intermodal que no deja de ser un lugar donde una persona va, viene y se vuelve a ir en otro modo de transporte distinto Parece por tanto que el transporte es el punto principal donde se centra nuestra atención.

El principal medio de transporte es el ferrocarril en forma de metro, heredero del Trenet de València (fundado en 1888), pero también hay que tener en cuenta el bus y taxi y los medios de transporte particulares (coche, motocicleta y bicicleta). El ferrocarril es un medio de transporte fijo, de lugar a lugar y punto de encuentro de los demás. Imagen de industria y hierro, el carácter de la estación queda bastante definido e intentaré que mi estación parezca una estación y no un Mercadona.

El hecho de tantos cruces de comunicaciones, de recorridos y de programas hace de este proyecto un auténtico reto.



- Movilidad sostenible

La diversidad de medios de transporte así como la dificultad de que todos ellos funcionen en conjunto hace que se deba basar la implantación en las reglas sencillas y pensadas en que deban perdurar para mucho tiempo.

El mundo avanza no solo tecnológicamente, y aunque a veces se nos olvide, la conciencia del mundo también progresa. Cada vez más encontramos términos como medioambiente, eficiencia y sobre todo sostenibilidad. La sostenibilidad no es otra cosa que pensar que nuestro paso por el mundo no debe dejar una huella imborrable y que deje un mundo a las generaciones futuras peor que el que encontramos. Por ello, pensaré en mi proyecto como una oportunidad para que la movilidad de los habitantes de Bétera sea lo más sostenible posible, es decir, promoveré con mi proyecto que se use más el transporte público así como la bicicleta o ir andando dejando de lado los vehículos a motor.

- Accesibilidad

Una de las cuestiones más importantes pero que a la vez más se olvidan es todo lo relacionado con la accesibilidad a nuestros proyectos. Muchas veces nos olvidamos si todo el mundo puede acceder a cualquier lugar, tengan las condiciones físicas que tengan. Si pretendo por un lado potenciar el transporte público este deberá ser entre otras cosas accesible para todo el mundo y por ello, para que la gente mayor, la gente con dificultades motrices o con movilidad reducida pueda acceder a todos los medios de transporte así como todos los espacios disponibles, debo romper cualquier barrera arquitectónica y adecuar los recorridos de forma racional para todos los usuarios.



- Revitalización tejido socio-económico

Bajo esta afirmación tan poco modesta se encuentra la idea de cómo he visto que serían mis oficinas antes e incluso de comprar un bloc de bocetos en blanco. Cuando supe de que quería un edificio de oficinas, vivero se puntualizo después, se me vino a la cabeza y dado mi optimismo en las fases iniciales del proyecto, donde trabajaría yo si quisiera ser arquitecto.

Mi cuento de la lechera es el siguiente. Todo comenzará con un lugar donde poder aparcar mi bicicleta, una maquina de café y numerosos compañeros de fatigas en un situación poco mejor que la mía. Con el tiempo mi "exitosa" carrera profesional malvendiendo certificados de eficiencia energética pasaran a una oficina pequeña, de alquiler bajo, junto a otras personas en situación semejante a la mía. Será una oficina pequeña, pero resultona.

¿Y en que se traduce la anterior anecdota? En que mis oficinas sean como sean, tendrán una parte modular con oficinas de igual tamaño y servicios mínimos, y un espacio de *coworking*, que sea de la entidad que sea, será un espacio que cuente con un lugar común de trabajo, otro de relajación, otros más privativos y otro de un carácter más divulgativo y docente. Mi objetivo y mi idea es que además todos estos espacios se comuniquen, comulguen entre ellos y que puedan tener usuarios en común, tal y como me imagino que sería mi lugar de trabajo.

- Zona inclusiva

Otro aspecto a tener en cuenta en referencia al diseño de la estación es el dotarla de un carácter y un aspecto que de deseabilidad y seguridad. De esta manera, se crea un espacio urbano seguro y disuasorio para el delincuente.

Para ello me gustaría seguir una serie de estrategias que vayan encaminadas hacia buscar ese espacio urbano seguro como por ejemplo evitar largos periodos de tiempo sin uso de los espacios incrementando las actividades a lo largo de todo el día, accesos amplios que eviten aglomeraciones o una correcta iluminación especialmente en desniveles y lugares poco transitados.



2. EL LUGAR

El proyecto radica en la ciudad de Bétera (Camp de Túria, València), municipio de mediano tamaño cercano a la capital. El proyecto tiene como usos principal el de estación de metro, es decir, el de un uso donde su relación con el entorno lejano, la escala territorial, adquiere gran relevancia. No solo el estudio del entorno inmediato es importante, también lo será todo lo que es afectado por este proyecto. Así, de mayor a menor escala, el estudio del lugar lo divido en tres niveles:

- 1) Escala territorial

Bétera en la comarca, sus vías de comunicación, clima, vegetación.

- 2) Escala urbana

La ciudad de Bétera, necesidades del municipio, carencias, oportunidades.

- 3) Escala local

La parcela, lugar concreto donde se encuentra el proyecto.

Escala territorial

La ciudad

Bétera es un municipio del área metropolitana de València, situado al este de la comarca del Camp del Túria, siendo su segundo municipio más poblado con 20.740 habitantes.

Está situada en la vertiente sur de la Sierra Calderona, a 15 Km de Valencia y a 23 Km del mar Mediterráneo, en la zona limítrofe con la huerta valenciana. Tiene una superficie de 75.67 Km², con ligeras ondulaciones, destacando el barranco de Carraixet que lo atraviesa de noroeste a sureste. El municipio se encuentra a una altitud de 120 metros sobre el nivel del mar.

Su situación geográfica de transición entre el llano de l'Horta cercano al mar y la sierra le proporciona un microclima, que es el más suave de la comarca, siendo los vientos dominantes el de Levante y el de Poniente. Las lluvias aparecen principalmente en otoño y primavera. Su clima típicamente mediterráneo, hace que sus inviernos sean suaves, y sus veranos calurosos.

Bétera se asienta en las últimas estribaciones de la vertiente sur de la Sierra Calderona, limitando con la comarca de L'Horta de Valencia. Sus límites son: al norte, las poblaciones de Náquera y Serra; al este, la de Moncada; al oeste, las de la Pobla de Vallbona, Santo Antonio de Benagéber y L' Eliana; al sur, las de Paterna, Godella y Valencia. Debido a su pertenencia al área metropolitana de la ciudad de Valencia, existen diversas comunicaciones por carretera, entre las que se encuentran la carretera de Burjassot-Torres Torres; la carretera de Bétera-Olocau; la de San Antonio de Benagéber que enlaza con la Autovía del Turia Valencia-Ademuz (CV-35), y la Autovía del Mediterráneo (A-7), que pasa por el término, entre otras hacia las diversas pedanías y urbanizaciones del municipio y pueblos vecinos. En cuanto al transporte público, se puede acceder a través de la línea 1 de Metro de Valencia, de la cual es final de línea de uno de sus dos ramales norte. Esta línea de ferrocarril está gestionada bajo la denominación de metro, pero ofrece realmente un servicio más similar al de un tren de cercanías debido a ser heredera del antiguo Trenet de Valencia, que iba desde Bétera hasta la estación de Pont de Fusta en Valencia. Además de la estación de Bétera, también el apeadero de S. Psiquiàtric corresponde al término municipal beterense.

La conexión vía metro con la capital confiere a Bétera la posibilidad de ser colector y director de itinerarios basados en la combinación de medios de transporte públicos y privados. A parte de dar servicio al propio núcleo urbano, también lo puede hacer con las pedanías circundantes e incluso con los municipios cercanos.

Escala urbana

Podemos leer parte de la historia de este municipio a través de su arquitectura. A lo largo del término municipal se disponen diferentes edificios militares, religiosos y domésticos, que dan una idea de la importancia de Bétera en su entorno.

La ciudad antigua se genera a partir del castillo de origen árabe, y formó un núcleo amurallado que ha sido derribado en diferentes ocasiones. Con el paso del tiempo la población fue creciendo con una arquitectura tradicional de viviendas. Del siglo XVIII data el calvario, que supone en la actualidad una de las grandes zonas verdes que posee el municipio. El crecimiento se realizará hacia el este, ya que hacia el oeste se encuentra el barranco de Carraixet.

Una característica propia de municipios como Bétera es su relación con la huerta, la cual fue el principal motor económico de sus habitantes hasta el s. XIX. Fueron los árabes quienes introdujeron entre otras muchas cosas las acequias, que permitieron la explotación agrícola. Las plantaciones han evolucionado a lo largo de la historia, siendo los cereales, los olivos y las viñas el principal cultivo en el pasado, y los cítricos en la actualidad.

Con la llegada del Tneat a finales del s.XIX, mejoró mucho la comunicación entre Bétera y Valencia. Como consecuencia, aparecen en Bétera las masías señoriales que a la vez que apoyaban la explotación agrícola servían de residencia de verano. Aún hoy quedan restos de arquitectura modernista en el municipio, entre los que podemos destacar el chalet del arquitecto José María Manuel Cortina.

Tras las riadas que sufrió Bétera durante el s. XX, y tras su crecimiento descontrolado, el municipio sufrió un cambio significativo en su paisaje urbano. Comenzaron entonces a sustituir las viviendas tradicionales por edificios de vivienda de más de tres alturas. Simultáneamente, se produce un abandono paulatino del trabajo en la huerta, y aparecen los primeros núcleos industriales que colonizan parcelas agrícolas. Otro fenómeno que surge a finales del s.XX es la proliferación de urbanizaciones que también se asientan sobre terrenos agrícolas. Actualmente, el terreno agrícola que existe está protegido por su valor paisajístico.



Estructura vial

Bétera se encuentra con una red de carreteras autonómicas que llegan al núcleo de la población y la comunican con las urbanizaciones y poblaciones vecinas.

La cercana existencia de la autovía A-7 permite una comunicación mucho más rápida, pero cabe destacar la ventaja de la situación de esta autovía, ya que favorece las comunicaciones de la población, pero se encuentra a una distancia suficientemente grande que permite la existencia de una zona rural que actúa como filtro entre la autovía y la población, evitando así ruidos generados por la misma.

El barrio, situado al este del municipio, se encuentra dominado principalmente por dos elementos de gran influencia. Por un lado, la presencia de la actual estación término de metro de la Línea 1, y por otro el paso de la carretera CV 310.

Observamos como una carretera interurbana CV- 311 invade, por la zona noreste, el ámbito urbano de Bétera, con tráfico de origen o destino extra-local. La otra entrada CV-336, tiene el carácter de acceso, y no de vía de paso.

La CV 310 es una carretera con una gran densidad de tráfico durante todo el día. Es una de las vías más comunes para desplazarse hasta Valencia. Uno de sus mayores problemas es su anchura, ya que sólo cuenta con dos carriles, uno para cada sentido. Esto provoca retenciones constantemente. Se puede ver como se intenta construir una estructura de anillo, o circunvalación, como distribuidor intermedio entre las vías interurbanas y las propias calles.

Por último, observamos que una estructura de ensanche ordena la mayor parte del ámbito urbano. Nuestra parcela configura uno de sus bordes a resolver.

Urbanizaciones en el término

Consta de un núcleo urbano central, el de Bétera, con varios núcleos de población en el resto del término municipal, con varias urbanizaciones en cada uno de ellos. El núcleo urbano de la población de Bétera alberga 12.300 habitantes, pero contabilizando todos los residentes de las 11 urbanizaciones existentes se llega a una población de un total de 21.740 habitantes.

Todas estas urbanizaciones se encuentran a menos de 5 Km de la población, por tanto están dentro del rango de distancia que asegura el uso de un vehículo para llegar al núcleo urbano. Tras el análisis de la zona, se concluye que existen escasas y deficientes comunicaciones que conectan ambas zonas mediante transporte público. Esta será una de las sugerencias que se plantean en el proyecto: crear y fomentar una red de transporte público, que permita reducir el uso del vehículo privado en favor del transporte público, para reducir el tiempo en el transporte, el tráfico y la contaminación ambiental y acústica.



Vacíos y Plazas

Lo primero que nos llama la atención es la dispersión de las plazas (en granate) que encontramos.

Bétera carece de una gran espacio plaza acorde a las dimensiones que ha adquirido con el tiempo.

Observamos también varios vacíos urbanos (en beige), uno de los cuales es nuestro ámbito de intervención.

Zonas Verdes

Los espacios verdes públicos que se pueden encontrar en Bétera actualmente son el Calvario y la alameda. La huerta también es un elemento a considerar, ya que por su proximidad, su relación con la ciudad ha de ser considerada en las intervenciones urbanas. Además del eje verde que la alameda pretende encontrar con la huerta, podemos adivinar otro eje verde en potencia, que nace en las parcelas privadas del suroeste, pasa por el calvario y parece querer llegar de nuevo a la huerta. Sin embargo vemos que se interrumpe en algunos puntos. Uno de ellos, nuestro ámbito de intervención.

En el término de Bétera, hay tres zonas de vegetación diferente:

zonas de tierra virgen

zonas de cultivo de secano

zonas de cultivo de regadío

Las zonas de tierra virgen se caracterizan por tener pequeños bosques de pino y de matorral mediterráneo, con abundancia de esparto. En estas zonas destaca la presencia de la coscoja, el lentisco, el romero, el tomillo, el margallón y el pino blanco.

En ramblas y barrancos, donde existen un mayor porcentaje de humedad, se puede encontrar la adelfa, el tamarisco y la el regaliz en las zonas más soleadas, y los cañaverales en las más sombrías. En cuanto a las zonas de cultivo de secano y regadío, en los últimos 25 años el terreno de regadío ha ganado superficie a costa del terreno de secano, en el que se pueden encontrar almendros, olivos, algarrobos y viñas. El cultivo con mayor importancia para la zona es el de cítricos, el cual ha ayudado a alcanzar un gran desarrollo en la zona, y ha desplazado los tradicionales cultivos de la zona, como eran el maíz, el trigo y la patata. La característica más destacada de las tierras de regadío es su gran subdivisión en parcelas, pertenecientes a propiedades privadas.

Crecimiento Urbano

En este epígrafe pretendemos expresar el potencial crecimiento de la ciudad. Éste es un factor que se desarrollará a largo plazo, máxime si consideramos la situación económica actual. No obstante es vital que lo tengamos presente ya que una infraestructura como la que nos ocupa se concibe para un gran periodo de tiempo.

Vemos, pues, que el plan actual prevé una expansión hacia el sureste. La consecuencia directa es el incremento de los itinerarios de las calles señaladas, lo que afectará a nuestro proyecto.



Escala local

Tras analizar el entorno y el paisaje próximo al ámbito de actuación de una forma general, el objetivo de ésta última aproximación es el análisis pormenorizado de la parcela sobre la que vamos a realizar el proyecto.

SITUACIÓN_ Emplazada al noreste del municipio, donde actualmente se encuentra la Estación de metro de Bétera que comunica con Valencia a través de la línea 1. Cose de forma perimetral las zonas de ensanche y casco antiguo y está delimitada por la CV 310 que atraviesa la ciudad. Aunque puede parecer una parcela periférica ya que el límite de la población y la huerta se sitúan a escasos metros de la parcela, la existencia de la carretera y del metro hacen que alcance un carácter central sobre el municipio.

MORFOLOGÍA_ El solar se caracteriza por el dominio de una componente longitudinal frente a la transversal. La dirección longitudinal se sitúa en la orientación este-oeste. Se trata de una parcela alargada de 270 m de largo por 60m en su parte más ancha, y 43 m en su parte más estrecha, sesgada de manera longitudinal por las vías del ferrocarril. La topografía del solar no es muy variable, pero si que se aprecian 3 desniveles importantes:

- Una pequeña pendiente ascendente en el sentido de llegada de las vías.
- A lo largo de la parcela encontramos un desnivel que acompaña la CV-310, pasando de 0,00 a -3.00m desde el edificio actual de la estación hacia el límite sur de la parcela.
- La diferencia de cota que existe entre el nivel en el que se encuentra la residencia de ancianos y la parcela, que se sitúa en torno a 2,50 m.



ACCESOS_ Existen diferentes puntos de acceso a la parcela. Los usuarios que llegan con vehículo propio acceden al aparcamiento en superficie a través de la esquina noroeste, al igual que los usuarios que llegan en autobús. Aunque gran parte de los usuarios del metro llegan a pie, y no tienen una entrada concreta, ya que ésta se puede producir a través de las diferentes calles que están en la zona sur de la parcela, o a través de las que están al oeste de la misma. Algo común a todos los accesos peatonales que tratan de alcanzar el andén es que éstos han de pasar siempre por la zona próxima a la antigua estación, ya que las vías dibujan un límite que no puede atravesarse, sino rodearse.

EQUIPAMIENTOS_ Hay varios edificios preexistentes que tendrán cierta influencia sobre nuestra actuación, ya que actuarán como nodos de atracción y paso de los usuarios. Uno de ellos se encuentra en la propia parcela. Se trata de la antigua estación de tren de Bétera. Existen otra serie de equipamientos, cuyo uso impide la apertura hacia la huerta y la conexión con la misma. Se provee que un futuro éstos equipamientos (de uso terciario), tales como concesionarios, almacenes y talleres, puedan desaparecer y permitir así ampliar el carácter público del espacio proyectado en la parcela. Por el momento, no podemos sino asumir su presencia y controlar su influencia sobre el espacio público próximo. En el entorno más inmediato de la parcela encontramos otros elementos como la casa de la cultura, una residencia para la tercera edad, y una piscina municipal.

BARRERAS_ Una de ellas la constituye el desnivel que existe entre la zona ajardinada limítrofe con la parcela. El límite se materializa mediante un muro de mampostería que caracteriza el lugar, sin permitir una conexión directa con la parcela. Otra barrera la constituye la CV-310 que limita con el solar y evita su crecimiento en dicha dirección. Por último se encuentra el edificio de viviendas que aparece en el extremo del solar, y que remata las visuales y sirve como final de perspectiva del solar, dejando como única salida el espacio en el que se encuadran las vías del metro.

ZONAS VERDES_ Actualmente existe una hilera de plataneros situados en el límite con la CV-310, que aportan sombra a la actual zona de aparcamiento. Además de la vegetación que se encuentra en la parcela, también se pueden añadir las zonas verdes privadas que desbordan sus límites, apareciendo en el espacio público.

PREEXISTENCIAS_ Como preexistencias caben destacar dos. El edificio de la estación, cuyas medidas en planta son de 24,00x10,00 m, y que cuenta con dos alturas. Actualmente alberga los usos de quiosco y estación para la venta de billetes de metro, con sus correspondientes necesidades: taquillas, almacén de limpieza, cuarto para el jefe de la estación, aseo, etc... Su arquitectura es la característica de todas las estaciones que conforman la línea 1 hasta llegar a Bétera, con la singularidad de que ésta es la estación término de dicha línea. La otra preexistencia que existe en la parcela es la de un edificio de viviendas de nueva planta con forma de " L" que remata el límite sur de la parcela.

3. EL PROGRAMA

El proyecto contiene un programa con usos, en un principio, bastante diferentes como son oficinas y estación intermodal y varios usos que complementan al conjunto.

El primero de ellos es la estación intermodal. Las necesidades de dicha estación son la recepción y espera de los pasajeros que hacen uso de los diferentes medios de transporte público que existen en Bétera, es decir, metro, autobús interurbano y taxi. Las posibilidades de crear un nudo intermodal, al que se le puede añadir el transporte privado en bicicleta, puede significar un cambio en la concepción de movilidad de la ciudad y entorno.

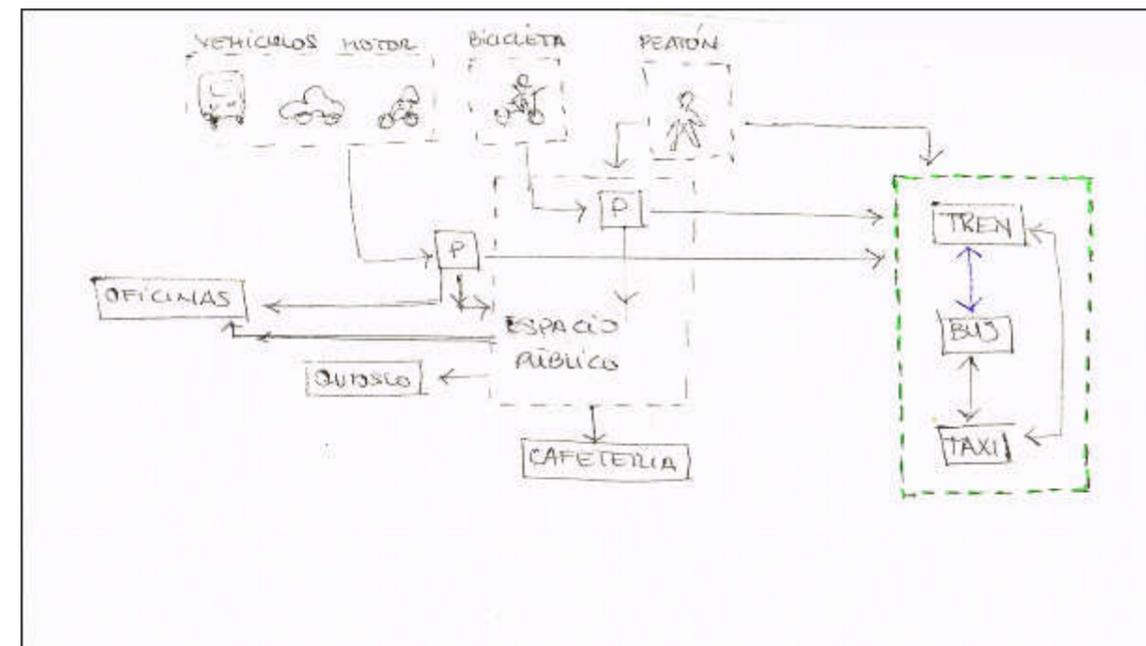
El segundo de ellos es el vivero de oficinas. Considero que los futuros usuarios de este edificio van a ser profesionales que no necesitan mucho espacio o profesionales que comienzan su actividad, es decir, quiero dar solución a estas dos sensibilidades profesionales a la vez. Mi forma de plantearlo será mediante una distribución de oficinas modulares, de pequeño tamaño para un reducido número de trabajadores; un espacio más abierto, un *hub*, donde la interconexión con diferentes profesionales sea más abierta y por último un espacio de reunión de mayor tamaño que pueda utilizarse también para la formación y que complemente a ambas sensibilidades.

Para completar al conjunto, se proyecta también aparcamientos para toda clase de vehículos, donde separe las máquinas y las bicicletas vinculando las primeras a un aparcamiento subterráneo que me permita una mayor libertad de circulación en el espacio público; una cafetería, un quiosco y un espacio multiusos de un carácter cultural en el antiguo edificio de la estación.

Analizando la situación del municipio se observa, tal y como he comentado anteriormente, la carencia de espacios públicos y la focalización del conjunto como un nuevo centro de la ciudad. Esta situación hace que sea una necesidad la creación de un espacio público que pueda convertirse, además del núcleo de comunicaciones de la ciudad y un importante núcleo empresarial de la comarca, en un núcleo socio-cultural con la creación del espacio multiusos en el antiguo edificio de la estación y ese espacio público que pueda ser ocupado por diferentes actividades al aire libre como puede ser teatro o música en directo.

Dada la complejidad que voy añadiendo al programa básico y para garantizar un mínimo de carácter a cada espacio diferenciado así como regular la funcionalidad de cada actividad, he decidido que puede ser muy interesante, separación de cada actividad en diferentes espacios:

- Actividad socio-cultural: Espacio cultural multiusos + Espacio aire libre + Cafetería + Quiosco
- Actividad de transporte público: Taquillas metro+ Sala espera + Baños públicos + Espacio recepción metro y autobús y taxi
- Actividad económica: Oficinas independientes + Espacio formación-divulgación + Oficina abierta (*hub*) + Espacio relax (vinculado posible ocupación bajos edificio L para actividades comerciales?)



4. IDEAS GENERADORAS DEL PROYECTO. REFERENCIAS. ALTERNATIVAS

Conclusiones

Tras el análisis a escala urbana de Bétera, llegamos a las siguientes conclusiones:

- Por la configuración de la trama urbana, se percibe una escasez de espacios públicos destinados a actividades culturales o de ocio donde poder pasear, jugar, estar, etc...es decir, que actualmente Bétera carece de una plaza en la que congregar a sus habitantes. Los espacios públicos existentes son insuficientes en número y extensión.
- Se observan carencias dotacionales en las proximidades a la parcela de actuación, que afectan a la puesta en valor de la misma como espacios culturales y de ocio.
- Las zonas verdes se encuentran dispersas e inconexas entre sí. Existen grandes espacios verdes de ámbito público y privado (parque del calvario) de gran relevancia. También queda al margen la relación física y visual con la huerta, que se niega y desprecia en las zonas próximas al solar.
- Los pocos vacíos que existen están invadidos por el automóvil usándose en la mayoría de los casos como aparcamiento.
- La relación urbana con la huerta es escasa.
- El crecimiento urbanístico hacia el sureste incrementará en un futuro próximo el uso de las calles que comunican con la parcela.

Problema a resolver

- Dar cabida a diferentes medios de transporte de forma coherente y que la intermodalidad este integrada.
- Organizar un sistema de movilidad accesible y que potencie el transporte publico y la bicicleta.
- Crear un espacio publico que de servicio a Bétera.
- Crear un proyecto integrado que incluya un programa de oficinas.

Condicionantes

- Estación termino de la línea. Condicionantes particulares respecto a línea y acceso a otros municipios mediante otros medios de transporte.
- Gran vacío urbano a la entrada del municipio.
- Grandes desniveles a nivel de parcela.
- Mantenimiento del edificio antiguo de la estación.

Oportunidad

- Crear un gran nodo socio-cultural y de transporte, en Bétera pero que también pueda servir al entorno territorial inmediato
- Crear un sistema de movilidad sostenible y accesible.
- Continuar la trama urbana y la masa verde interrumpida en el solar.

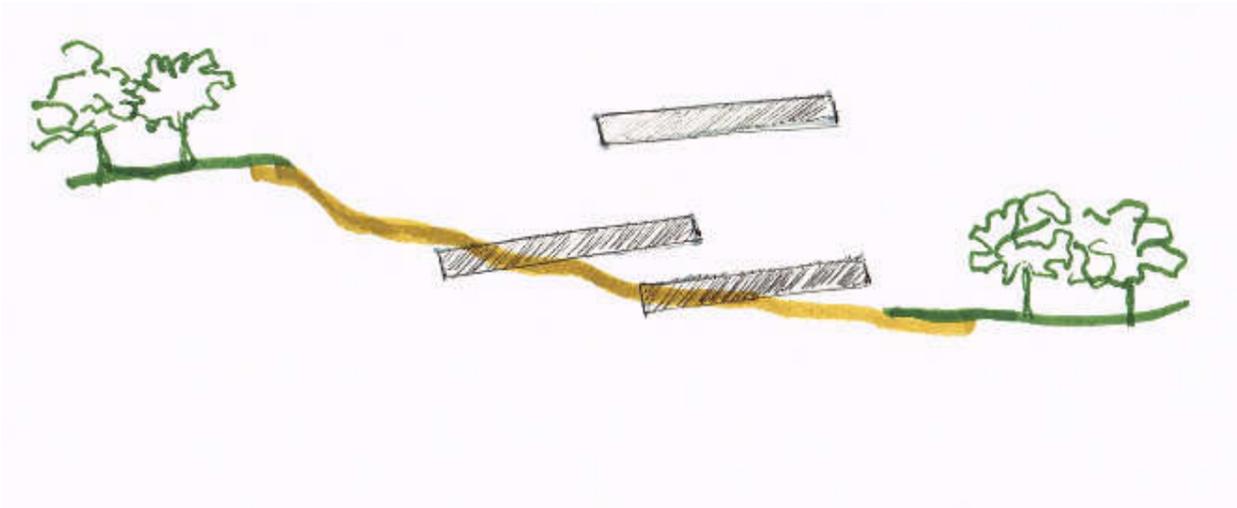
Idea.

Con todos los datos y condicionantes sobre el papel parece necesario que se proceda a resolver en primer lugar el principal problema técnico del proyecto y no es otro que los desniveles.

El proyecto se encuentra en un solar con una diferencia de cotas bastante importante. Esta diferencia de niveles junto a un vacío de vegetación y edificación más la fractura de la propia vía de ferrocarril, hace que el problema principal a resolver de este proyecto es la brecha en la trama urbana que existe.



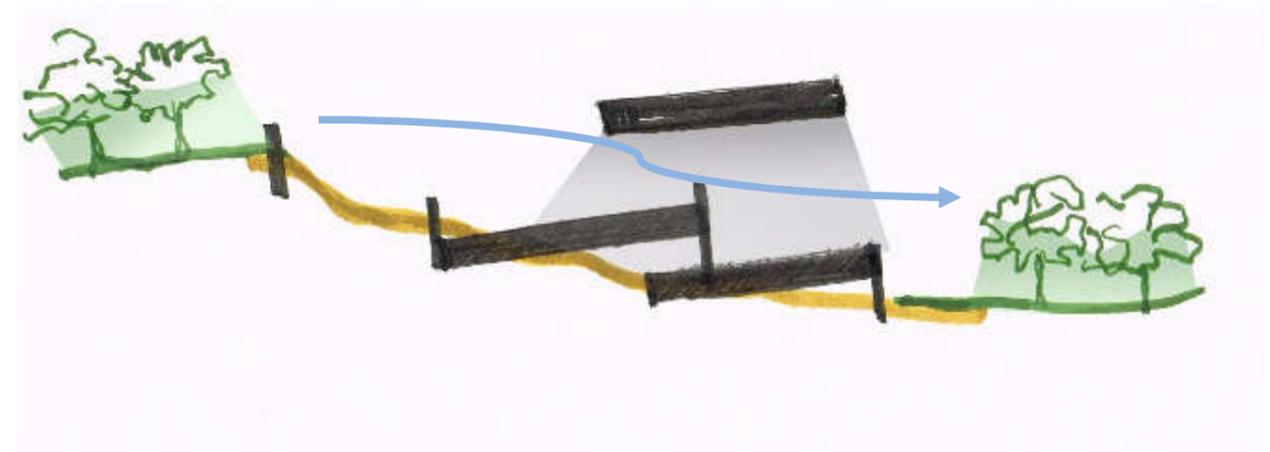
En un primer momento, parece evidente que para salvar los desniveles, se sitúan unos planos intermedios entre el nivel superior e inferior, de manera que cosemos esa pendiente suavizándola. Esto, en un principio, no sé de cuántos serán, qué entidad tendrán o dónde estarán.



Con la idea de crear plataformas que realicen la transición entre los diferentes elementos, surge la duda de cómo funciona cada plataforma. En el análisis del lugar, esta solución estaba más o menos realizada. Esta solución no es otra que la de crear bancales donde situar cada propiedad y delimitadas por muros. En mi proyecto, parece evidente que para resolver los diferentes usos de cada una de ellas, estas estarán cada una a una altura imitando a los ejemplos del lugar, utilizaremos muros, rampas y elementos lineales de separación y dirección del usuario.



Tal y como he explicado en el programa, las actividades que se realizan en el proyecto pueden englobarse en diferentes grupos. Cada uno de ellos estará situado en una plataforma diferente y jugará con la colocación de cada uno de ellos para adecuar las circulaciones y la funcionalidad del programa. Además, retomando el lugar, la brecha que provoca la interrupción de la vegetación en la parcela será cosida mediante vegetación, pero sobre todo, mediante el mismo efecto que provocan, la sombra. Las plataformas formarán espacios cubiertos que crearán sombras y que desde un punto de vista humano, de peatón, estas continuarán reconfortante espacio verde que toma la vía pública. El juego de llenos y vacíos con la variabilidad de dimensiones de forjados así como de los cuerpos sustentantes será origen de un concienzudo trabajo.



Otros aspectos que ayudan a entender cómo he llegado a esta solución es mi forma de trabajar. Siempre he huido de la curva. Mi arquitectura es línea y plano, ortogonal y siempre que puedo modulada. Por esta razón, la linealidad en el proyecto es un máximo. Desde el primer momento he querido plasmar unas direcciones muy marcadas que me ayudaran además a resolver la complejidad del programa con la sencillez de la solución, aunque luego se ha visto que no hay una solución simple. Pero sobre todo, esta linealidad de la que hablo se ve reflejada en los grandes planos paralelos de los forjados, los muros directrices del movimiento o la clara modulación del pavimento lineal y perpendicular a la dirección principal.

5. DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA

5.1. Descripción general

El proyecto se desarrolla en un parcela de topografía muy caprichosa que se salva creando varios niveles o plataformas. Cada uno se relaciona con los otros pero tiene usos distintos. Desde el nivel más inferior al nivel a cota más alta:

- Nivel sótano. Uso aparcamiento. Es un nivel enterrado bajo todo el complejo y que tiene como uso exclusivo aparcar los vehículos a motor y así separar las circulaciones de estos vehículos (a disminuir) con las de peatones, transporte público y bicicletas (a fomentar)
- Nivel estación. Uso de transporte. Se encuentra el intercambiador en sí con los andenes y drásena del tren y el autobús respectivamente, así como un espacio de relación común y compartido como es la sala de espera con taquillas y aseos.
- Nivel plaza de la estación. Uso ocio-cultural. Es un nivel que busca el crear ese espacio público de una determinada entidad que necesita Bétera. Los servicios con los que cuenta es el propio espacio público con posible aprovechamiento para actividades escénicas o musicales; la estación antigua que se reconvierte en un espacio polivalente destinado a exposiciones, salón de actos,... ; cafetería y quisco.
- Nivel oficinas. Uso administrativo. Este nivel es el nivel superior, elevadosobre los demás y que tiene acceso desde todos ellos. Cuenta con diferentes espacios sirvientes como la plaza de oficinas o la gran plataforma-mirador. En el programa de oficinas se ha buscado que, a pesar de su pequeña entidad, pueda ser utilizado por diferentes usuarios. De esta manera, además de las oficinas modulares destinadas al alquiler, se ha pensado que sería factible un espacio de coworking más diferentes áreas anexas como pequeñas salas de reunión o un espacio de distensión y relajamiento. Por último, he pensado que sería recomendable crear un espacio destinado a actividades divulgativas y/o docentes además de reuniones numerosas en forma de un pequeño auditorio con un aforo de 40 personas.

5.2 Medidas generales

El proyecto se ordena en planta en una malla de 8 x 8 m donde queda encuadrada toda la estructura. Los elementos como algunos cerramiento ligeros o el límite voladizos no se ajustan esta malla, sin embargo mantienen cierto orden geométrico y formado siempre una malla ortogonal donde todo esto modulado en submúltiplos de 8 m (0,80, 1,00 y 1,60 m). La elección de la malla de 8 x 8 viene de la modulación de las plazas de aparcamiento en el nivel -1, donde en 8,00 m da en un sentido para 3 plazas en batería o dos adaptadas en batería, y en el otro sentido para que forme una calle central de doble sentido de 6,00 m y 2 m a cada lado de de aparcamiento en batería o dos plazas adaptadas.

En un principio parece que la racionalidad que existe en planta no existe cuando se trabaja el alzado. Sin embargo la elección de cada cota de alzado viene determinada por una serie

de variables y condicionantes que haya sido una de las cuestiones más complicadas del proyecto.

La solución al problema de cotas viene determinado por la diferencia de altura entre el punto más bajo de la parcela y la altura donde se sitúa la estación antigua. Este desnivel es de aproximadamente una altura, concretamente 3,55 m. En el proyecto, esta altura se salva en 3 niveles, siendo la altura final respecto el aparcamiento:

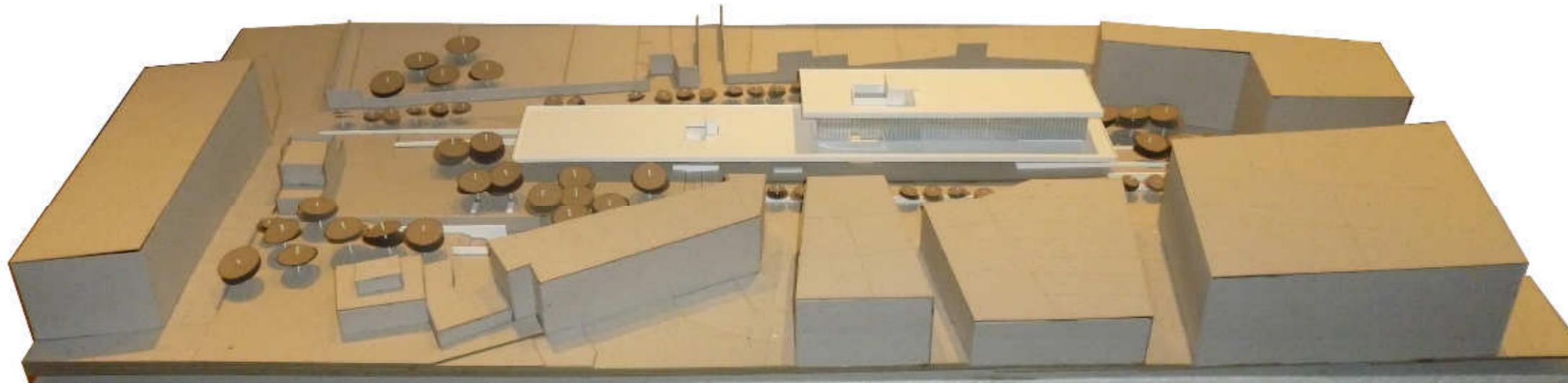
Aparcamiento	0,00 m
Plaza de oficinas (punto más bajo original)	2,70 m (+2,70 m)
Estación	5,40 m (+2,70 m)
Plaza de la estación (punto más alto original)	6,15 m (+0,75 m)

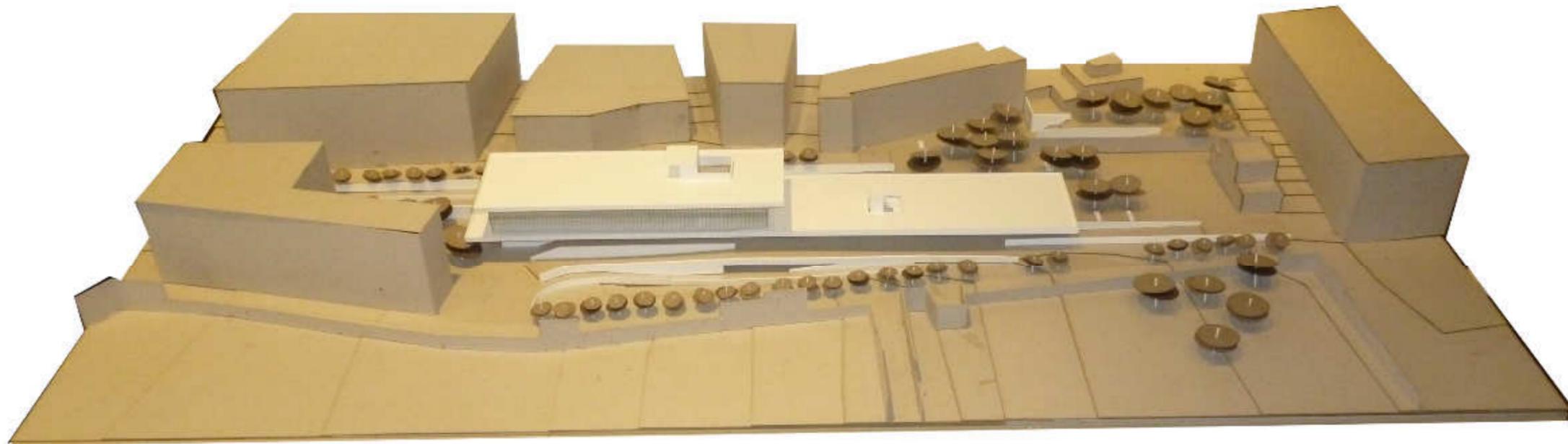
La colocación del plataforma de la estación y del aparcamiento ha venido definida por la altura mínima que debe existir para que pueda haber una salida de ascensor en el aparcamiento, plaza d oficinas y estación. Esta distancia, para el modelo de ascensor que he escogido (Schindler 5400) es de 2,60 m como mínimo.

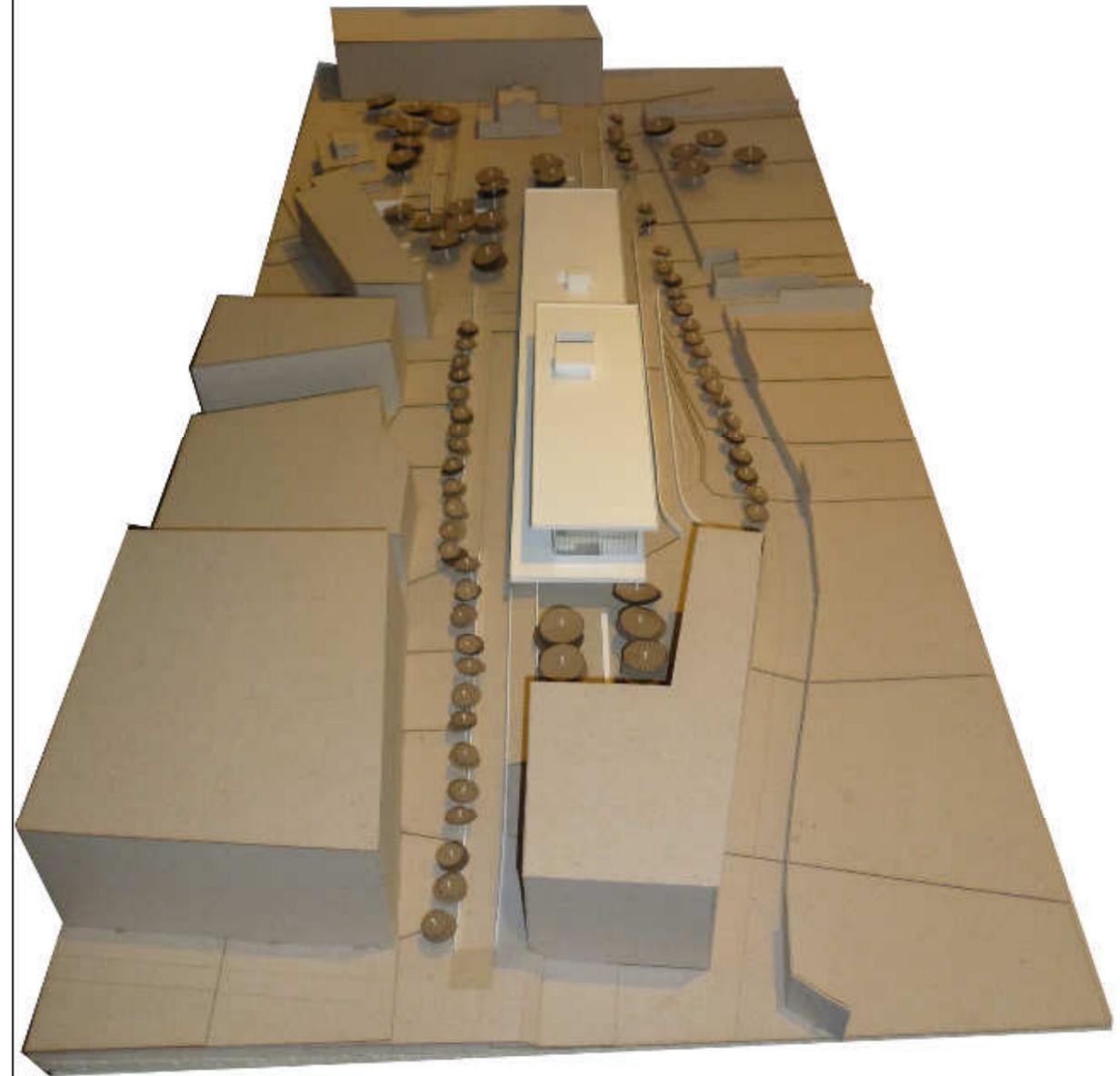
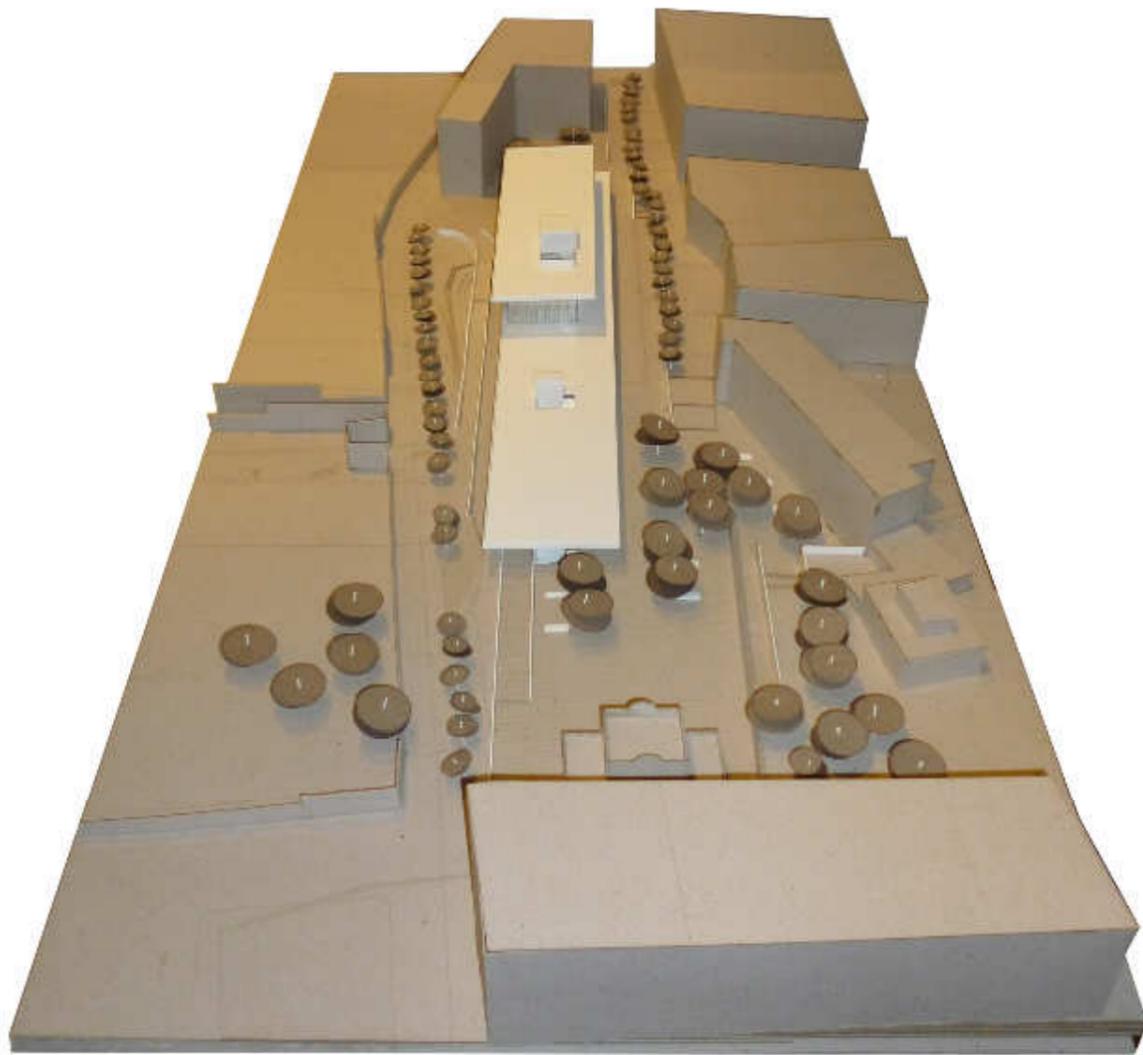
La altura de los forjados de las oficinas están condicionadas por el hecho de que el primer forjado vuela sobre la drásena del bus, siendo el gálibo mínimo de 4,60. La altura de cada planta está determinada por la altura libre + falso techo + canto de forjado más solado de los forjados.

Las cotas finales a la que se sitúan los diferentes forjados es la que estimo para un número de escalones determinado de contrahuella de 17,5 cm en escaleras interiores y 15,0 cm en las exteriores. Así, las alturas finales de todos los niveles son de:

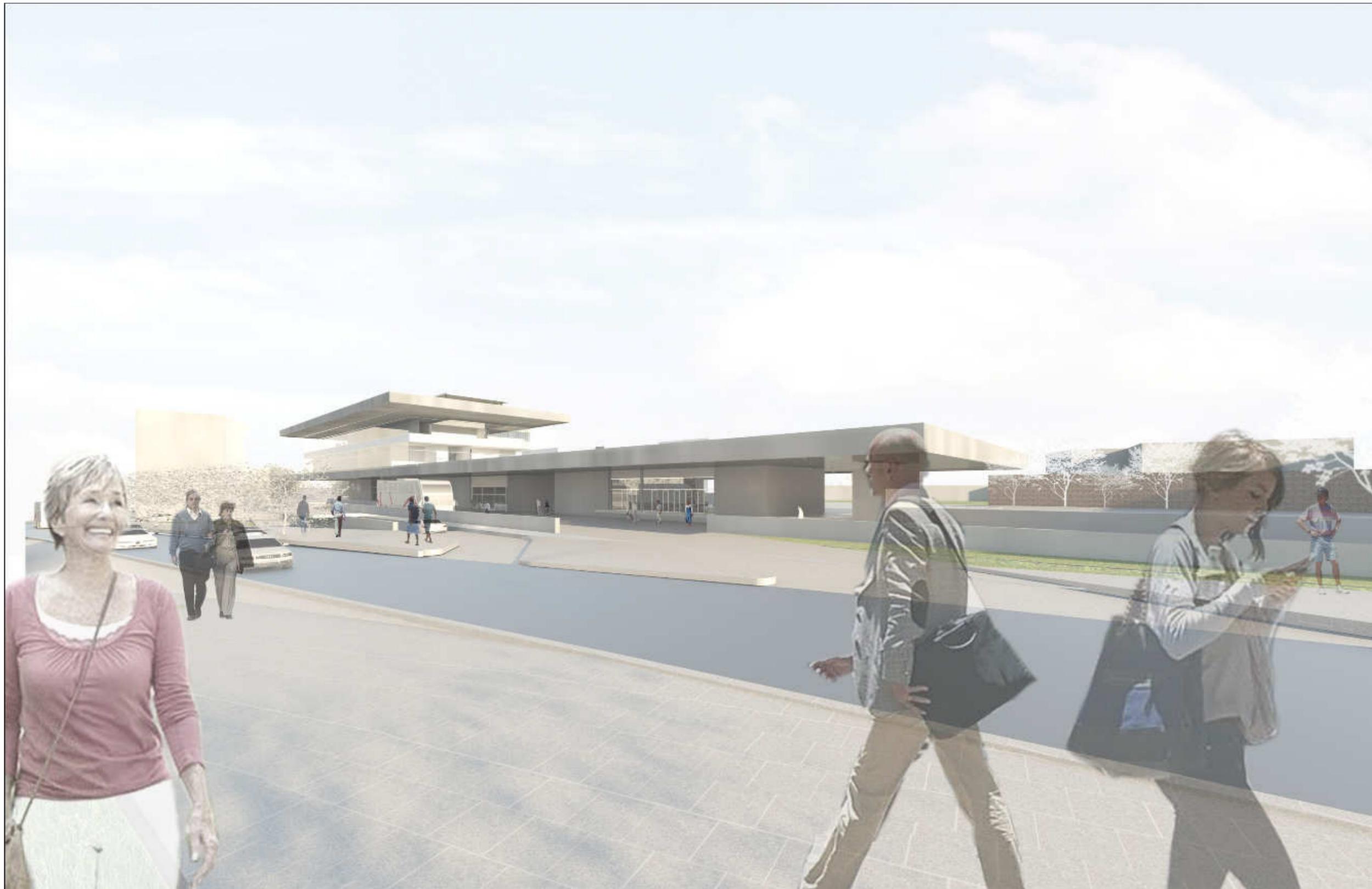
Nivel aparcamiento	0,00 m
Nivel plaza de oficinas (punto más bajo original)	2,70 m
Estación	5,40 m
Plaza de la estación (punto más alto original)	6,15 m
Forjado 1ª planta oficinas	11,70 m
Forjado 2ª planta oficinas	16,60 m
Forjado cubierta	21,80 m

















MEMORIA II. CONSTRUCTIVA

MEMORIA II. CONSTRUCCIÓN

1. Definición constructiva del proyecto y su proceso
2. Justificación de la materialidad
3. Sistema estructural
 - 3.1. Sistema estructural
 - 3.2. Cimentación
 - 3.3. Soportes
 - 3.4. Forjados
4. Sistema envolvente
 - 4.1. Cerramientos
 - 4.2. Cubierta
 - 4.3. Soleamiento
5. Sistema de compartimentación
6. Espacio público. Mobiliario, elementos vegetales y pavimentación
 - 6.1. Mobiliario
 - 6.2. Elementos vegetales
 - 6.3. Pavimentación
7. Acabados interiores
8. Sistemas de acondicionamientos e instalaciones
9. Elementos de comunicación vertical

ANEXO GRÁFICO

- C.01. Detalle constructivo 1/50
- C.02. Detalle fachada 1/20
- C.03. Detalles constructivos particulares 1/5

- CE. Planos explicativos de la solución constructiva

1. DEFINICIÓN CONSTRUCTIVA DEL PROYECTO Y SU PROCESO CONSTRUCTIVO

El proyecto está formado por unos condicionantes muy importantes que caracterizan y definen el proceso constructivo. Estas son principalmente la diferencia de cotas que hay en el contorno de la parcela y como resuelvo este condicionante en varios niveles. Otro punto a tener en cuenta es como conjugo esos planos de suelo con los planos de las plataformas del edificio que cuenta con unas luces muy grandes, pero sobretodo, con unos voladizos de unas dimensiones enormes que suponen un reto en su dimensionamiento y construcción.

Las variables anteriores condicionan otras decisiones como son la puesta en obra del cerramiento o la utilización de los diferentes espacios en determinados lugares, como es el aprovechar el desnivel para situar bajo el conjunto del proyecto el aparcamiento y de esta manera hacer la mínima excavación posible y logrando incluso poder contar de una manera, muy modesta pero significativa, de iluminación y ventilación directa.

En el proceso constructivo del proyecto se realizan numerosas actividades, muchas de ellas solo realizables en un orden determinado y teniendo en cuenta una serie de condiciones y particularidades. Así, la forma y orden del proceso de ejecución es el siguiente:

1) Actuaciones previas.

Una vez delimitado el ámbito de nuestra actuación, se realizará un estudio del terreno y de las peculiaridades del solar y su entorno serán de vital importancia pues definirán la forma de ejecución de numerosas actuaciones posteriores así como precauciones que habrá que tomar.

Antes de nada, hay que ver que peculiaridades tiene nuestro solar y sus condiciones de contorno como es el acceso a las redes generales de la ciudad de saneamiento, electricidad o agua. También sería recomendable conocer los desperfectos de las preexistencias del entorno y de la propia parcela que deben conservarse como sería por ejemplo en mi caso hacer una peritación de la estructura del edificio antiguo de la estación, pues está previsto modificar su configuración en mi proyecto.

Una vez realizado un reconocimiento previo del entorno hay que conocer la realidad intrínseca del terreno sobre el que voy a levantar mi proyecto. Para ello habrá que realizar un estudio geotécnico que nos indique la estratigrafía del terreno, la cota del nivel freático así como las diferentes variables y características del que hay que conocer para el cálculo de la estructura. El estudio geotécnico se realizara, de acuerdo al CTE-DB-SE-C, mediante la realización de diferentes ensayos sobre el terreno en diferentes puntos significativos que nos den un resultado lo más significativo posible de nuestro solar.

Conocidos todos los datos necesarios de la parcela, se procede a la limpieza del terreno. Se trata de eliminar todos los elementos de carácter superficial carentes de relevancia estructural como es la maleza, escombros y la primera capa de terreno, que será de terreno vegetal y carente por tanto de capacidad portante. Se trata por tanto de una actuación encaminada a la preparación de la parcela para la construcción del edificio así como para todas las actividades y equipamientos anexos derivado de ello como es la colocación de talleres de trabajo en obra, depósitos o espacios para el apeo de material en condiciones adecuadas.

Por último, antes de comenzar con otras actividades habrá que delimitar el contorno de nuestro ámbito de actuación directa, es decir, habrá que realizar un replanteo de la superficie que deberemos excavar. El replanteo es una actividad que no solo se realiza al principio del proceso de ejecución sino que se realiza cada vez que es necesario conocer la situación de un nuevo elemento constructivo, por ejemplo, la excavación de zapatas sobre fondo de excavación o el replanteo de tabiquería sobre el forjado.

2) Excavaciones

Tras el replanteo se excavará hasta llegar al nivel de cota sobre el que asienta la losa de cimentación. Como se encuentra a una cota inferior al estrato de terreno vegetal, la cota hasta que se excava ya es terreno con capacidad portante. En este proceso hay que tener en cuenta la estabilidad terreno soporta muro de sótano. Durante la ejecución del muro de sótano y debido al gran desnivel desde su base hasta la coronación, por seguridad el terreno se ataludará de manera que el muro pueda ser encofrado a dos caras y no se rellenará (entrar en carga) hasta que se haya acabado la estructura. Otra precaución a tener en cuenta es no se acumulara terreno excavado en el borde vaciado, pues podría producir su desmoronamiento.

3) Ejecución de la cimentación y muros de sótano.

Antes de nada, será necesario dejar la instalación de toma de tierra para el pararrayos del edificio. Posteriormente a esto se realizara una capa de hormigón de limpieza de 10 cm que regule la superficie sobre la que se asentará la losa para posteriormente colocar las armaduras de la losa de cimentación así como las esperas para muros y soportes. No se colocará encofrados, pues se hormigonará contra el terreno o sobre el hormigón de limpieza.

Una vez que adquiera la losa cierta capacidad mecánica, se colocaran los encofrados y armados de los muros así como toda la red de saneamiento que quedara bajo la solera. Se hormigona el muro y una vez que este pueda ser desencofrado se rellenara sobre la losa con terreno de la excavación para posteriormente ejecutar la solera de cimentación con una armadura mínima para evitar la retracción en su cara superior.

4) Ejecución de la estructura

Acabada la cimentación se replanteará, encofrará, armará y hormigonará el resto de la estructura por cada altura. Hay que tener en cuenta la colocación de las placas de anclaje sobre los forjados antes del hormigonado así como las vainas de las armaduras activas en los forjados postesados. También, en el encofrado de los forjados postesados, en el encofrado se tendrá en cuenta la contraflecha que se efectúa.

5) Relleno del terreno

Una vez adquirida cierta capacidad mecánica la estructura y siempre después de haber ejecutado los elementos que los unen así como la impermeabilización necesaria en cada caso, se rellenara con terreno los muros de sótano (después de ejecutar los forjados superiores) y la parte del

forjado de techo de sótano que tiene vegetación y por tanto una capa importante de terreno sobre él.

6) Ejecución del acabado de la cubierta

Se impermeabilizara y se realizaran todos los acabados, como garantizar la evacuación de aguas pluviales, no tiene porque ser desde el principio la red definitiva de saneamiento de la cubierta para así evitar humedades, cargas excesivas y en definitiva incrementar el riesgo de disminuir la durabilidad de la estructura.

7) Ejecución de la subestructura del cerramiento ligero

Se ejecutará la subestructura del muro cortina, para contar con su peso propio para la deformación de la estructura a flecha. Se procurara no coartar el movimiento de la estructura para evitar grandes deformaciones de esta subestructura. Esto se garantizara con elementos holgados y elásticos que permiten ciertos movimientos de la estructura, aunque desde el cálculo se ha procurado que la deformación en todos los forjados en el punto donde ancla el muro cortina sea muy semejante de manera que las distorsiones puntuales puedan ser asumida por los elementos elásticos que comento. Los elementos frágiles de la estructura he considerado no colocarlos todavía hasta que la estructura no haya asentado más, debido a la fluencia y a que no está cargada en su totalidad. De esta manera se reduce el riesgo de que los elementos frágiles puedan romper.

8) Ejecución de las particiones interiores

Al igual que el cerramiento, estos elementos se ejecutaran sobre bases elásticos que admitan ciertos movimientos. La realización de estos elementos es porque en el interior las deformaciones sean más reducidas que en los bordes del forjado y los encuentros están ocultos, con lo que las medidas para evitar los desplazamientos quedan ocultas.

9) Ejecución de instalaciones. de electricidad, iluminación, climatización, fontanería y saneamiento.

Se procede a la ejecución de las instalaciones ya que los procesos constructivos posteriores taparan todo el cableado, tubos y demás elementos que las forman. La colocación de los diferentes elementos será de la siguiente manera:

- Patinillos y registros verticales. Derivaciones y bajantes de todas las instalaciones.
- Falso techo. Fontanería, iluminación, derivaciones principales aire acondicionado y colectores de saneamiento.
- Hueco pavimento técnico sanitario. Telecomunicaciones y climatización.
- Enterrados exterior. Instalaciones de iluminación exterior.

10) Ejecución de solados y falsos techos

Los solados interiores y exteriores. La pavimentación exterior puede que en algunas zonas haya sido colado con anterioridad para configurar una correcta impermeabilización, si fuera necesario y siempre que no deba transcurrir por ella una maquinaria pesada. El pavimento interior sí que se colocara posteriormente al de las instalaciones y siempre que sea posible deberá ser registrable. Los falsos techos también se colocaran en esta fase y como los pavimentos y otros elementos por donde discurren instalaciones ocultas, deberán ser accesibles.

11) Terminación cerramiento ligero y carpinterías. Muro cortina

Una vez ejecutado todos los elementos que "pesan" en la estructura solo la fluencia hará aumentar la flecha del edificio. Está ya será menor, pues se han ejecutado, como digo todos los elementos pesados sobre la estructura, con lo que el riesgo de rotura será menor de los elementos frágiles del cerramiento. Este el hecho principal por el que el cerramiento no se ha ejecutado en su totalidad anteriormente aunque el hecho de un fácil acceso al interior desde el exterior pueda ser también una de las razones para ello. Una vez terminada la envolvente del edificio, se procede a la ejecución de todos los acabados e instalaciones que por la condición de estar a la intemperie, no se han ejecutado hasta ahora.

Una vez conocido el qué y cómo construyo el proyecto, describo a continuación que es cada elemento, como se va a realizar y sobre todo por qué quiero hacerlo así.

2. JUSTIFICACIÓN DE LA MATERIALIDAD

Todo el proyecto se ha ejecutado con unos pocos materiales muy sencillos: hormigón, acero, vidrio y piedra. La vegetación sería un quinto material presente en mi proyecto pero que me gustaría comentar con mayor detalle posteriormente dada la importancia que tiene en el espacio público sobretodo.



En la elección de los materiales se ha buscado enfatizar el carácter del edificio así como su integración en el entorno. El edificio se define principalmente como una estación de transportes al que se le podría asociar la imagen de industria, modernidad con el claro ejemplo del ferrocarril. Por ello se ha buscado que la presencia del vidrio y acero estén presentes en los acabados, como la mayoría de los cerramientos, o la estructura. Por otro lado, la idea de implantación en un lugar alejado de la gran urbe y muy próximo al terreno y a la huerta hace que se ha intentado que los solados y elementos horizontales sean de hormigón armado y además tenga, o bien este acabo de piedra artificial o bien el acabado de piedra natural.

Desde el punto de vista constructivo y económico, los materiales escogidos así como su puesta en obra tienen como fin el encontrar una manera de ejecución sencilla y lo más sistematizada y racional posible. Se ha querido que con los pocos materiales y que con pocos formatos se resuelva todo el proyecto.

A continuación, y en el orden de ejecución descrito anteriormente, paso a describir cada elemento constructivo, su materialidad y puesta en obra.

3. SISTEMA ESTRUCTURAL

3.1. Sistema estructural

La estructura es un sistema espacial formado por grandes forjados bidireccionales apoyados en soportes aislados y muros. Estos últimos sirven además para dotar de rigidez frente a esfuerzos horizontales en el plano transversal formando núcleos rígidos.

Dado el grandes vuelos y luces de los forjados se ha elegido unos forjados postesado de hormigón. El reparto de tensiones en el forjado hace que el hormigón sea un material más óptimo y eficiente frente a un sistema reticular o de barras de acero. El postesado se ha realizado para mejor la deformabilidad de la estructura disminuyendo de esta manera la flecha de los forjados.

3.2. Cimentación

La cimentación es por losa, que se ha escogido por motivos de cálculo. Es un sistema que consisten en una gran placa de hormigón armado que ocupa toda la superficie.

Este tipo de cimentación superficial se construye a la vez, antes o después de colocar los sistemas de saneamiento. En mi caso, he considerado que es más adecuado que se construya la losa primero (excavado, hormigón de limpieza, armado y hormigonado) y después se construya sobre ella las arquetas y colectores enterrados. Posteriormente, se rellenara con terreno de la excavación el espacio que ocupa desde la losa hasta la solera, que será el último elemento de la cimentación. Esta solera, por estar en contacto con el tráfico, tendrá un acabado fratasado y pintado.

No hay que olvidar tampoco que hay que dejar la instalación de protección frente a rayos preparada.

3.3. Soportes

Son de dos tipos, de hormigón armado y de acero armado. La elección entre hormigón o acero, se ha realizado mediante criterios compositivos, siendo elegido los soportes de hormigón armado para sótano y de acero para la estructura aérea. Dada las solicitaciones, los perfiles normalizados de acero laminado no se ajustaban a las condiciones geométricas y compositivas del proyecto ya que eran de un tamaño o muy grande. Por todo esto, se ha considerado la realización de soportes de acero armado. Estos elementos están formados por chapas de acero S-275 soldadas, en mi caso, en forma de cajón. La forma final así como sus dimensiones se puede observar en la memoria de estructuras.

3.4. Forjados

El proceso de construcción de un forjado losa maciza de hormigón armado es el siguiente, se cimbra y encofra, se arma, se colocan las placas de anclaje de los soportes metalizados y se hormigona. Una vez curado, descimbrado (cuando toque) se comenzara a levantar los soportes y los siguientes forjados

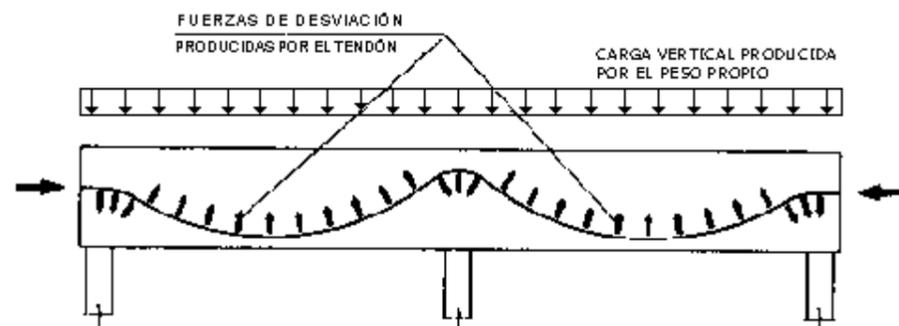
- Forjados aligerados in situ

Este sistema consiste en realizar un forjado con dos losas, superior e inferior, mas una pieza de aligeramiento en medio de poliestireno expandido (EPS). De esta manera se consigue un forjado de un canto importante sin que su peso sea excesivo.

La construcción de este tipo de forjados es algo singular, ya que se hace en dos veces. En primer lugar se arma y hormigona la losa inferior. Una vez que el hormigón ha adquirido cierta consistencia, se colocan los bloques de aligeramiento y la armadura superior para luego hormigonar los nervios y la losa superior.

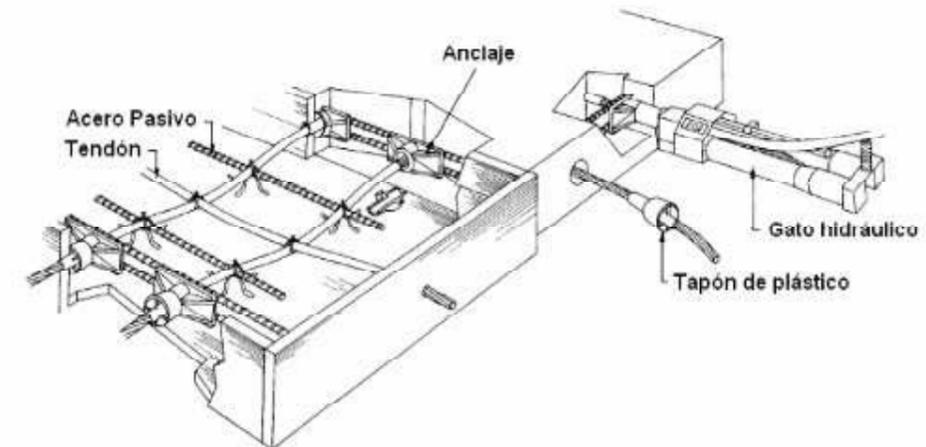
- Postesados

Cuando posteamos un forjado, lo que estamos haciendo es tensar unas armaduras que introducimos antes del hormigonado en el forjado para que de esta manera, la deformación del forjado sea menor. Esto se produce por el efecto de las armaduras activas que provocan, en el caso de que no estuviera en carga el forjado, el efecto contrario a la deformada que realiza.

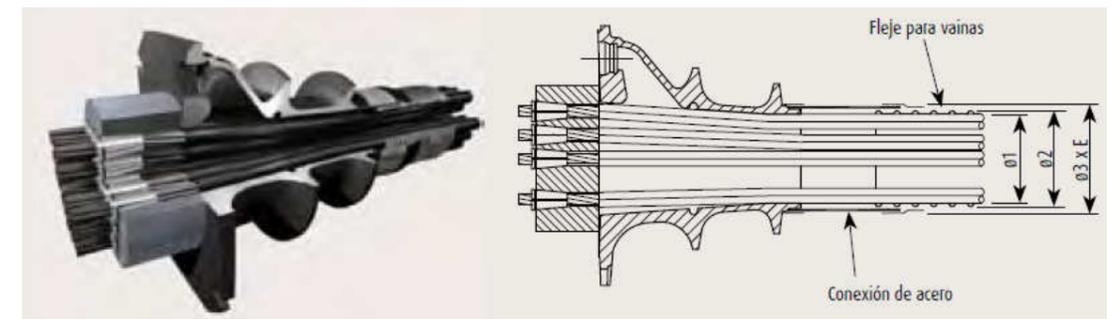


En el caso de los forjados de mi proyecto, la forma de postesado se ha realizado mediante vainas y tendones de acero trenzado. La manera en realizarlos es de la siguiente manera:

- 1) Colocación de vainas en el forjado. En un forjado cimbrado y con la armadura inferior colocada, se ponen las vainas de PP manteniendo los recubrimientos mecánicos determinados entre la armadura pasiva. Las vainas tendrán una superficie corrugada para garantizar la correcta adherencia entre el hormigón del exterior y la lechada y las armaduras del interior.



- 2) Colocación de las armaduras, se introducen dentro de las vainas los tendones que estarán engrasados para tener así una mejor protección a la corrosión.
- 3) Colocación anclajes activos. Los anclajes irán embebidos en el hormigón y anclados a las tablas de encofrado. Hay que tener cuidado con que los anclajes estén bien colocados, pues la entrada de lechada de hormigón en las vainas puede ser muy perjudicial.



ANCLAJE FIJO
Este anclaje se coloca como "tope" en los extremos de los tendones que no se vayan a postesar.

- 4) Hormigonado y curado. Se recomienda colocar hormigones de endurecimiento rápido además de una consistencia blanda. Una vez hormigonado, se cuidara bastante el curado, regándolo o con otros medios con el fin de mantener la humedad y las condiciones climatológicas adecuadas, nunca se utilizara aceleradores de fraguado o líquidos de de curado que contengan cloruro cálcico.
- 5) Tesado armaduras. Se quitan los tapones que tapaban los anclajes al forjado y se pintan los cables con el fin de controlar el alargamiento de los cables. Se coloca el gato y se tesan las armaduras en el orden previsto para controlar así las tensiones producidas en el forjado y evitar efectos no deseados.



- 6) Desencofrado. Una vez tensado las armaduras, se desencofra los forjados. Se pueden clarear forjados pero no se quitaran todos las cimbras del forjado antes de haber tesado la última armadura.
- 7) Corte de armaduras sobrantes. Cuando ya se han tesado las armaduras y desencofrado el forjado, cortaran a tope las armaduras mediante radial, no a soldadura.



- 8) Proteger anclajes. Para mejorar la durabilidad de los cables, se rellenaran las vainas con una lechada de hormigón así como sellar los anclajes del exterior mediante otra lechada de hormigón o un tapa, si se requiere que sea registrable.



Capot de inyección con purgas

- Contraflechado

El contraflechado consiste en elevar el cimbrado de un forjado en un punto de manera que éste , cuando entra en carga, tenga una curvatura inversa a la deformada que tendrá. Esto tiene un efecto positivo cuando la flecha que aparece en el forjado sea superior a la admisible. En mi caso, los voladizos tienen una flecha tan grande que para que la fuera admisible, el canto del forjado sería desmesurado. Para ello, he contraflechado los voladizos un valor suficiente para que la flecha activa final menos la contraflecha de una deformación final admisible.

4. SISTEMA ENVOLVENTE

La envolvente del edificio proporciona el cierre del espacio habitable del edificio. Este está formado por los cerramientos exteriores y la cubierta.

4.1. Cerramientos

En primer lugar, la piel vertical (cerramiento) deberá garantizar la relación interior-exterior desada garantizando el confort de los espacios interiores. Para ello será necesario proporcionar un buen aislamiento, tanto térmico como frente al ruido, y una correcta transparencia y ventilación. Todos estos requisitos son imprescindibles para garantizar el adecuado confort en el interior, y será por tanto muy importante el diseño de las envolventes que deberá garantizar el confort a la vez de estar diseñada de aquella manera que sirva para enfatizar la idea del proyecto.

He pensado en dos tipos de sistemas envolventes, el primero, ligero y transparente que está formado por un muro cortina y el otro pesado con los muros de hormigón visto. La elección de cada elemento viene dada por el hecho de transmitir mejor la idea de ligero-pesado con la el juego de hueco-muro. Así, en las plataformas que son planos pesados, se ha querido destacar únicamente los planos, su nitidez y linealidad, con lo que el muro cortina cubre toda la superficie entre plataformas buscando transmitir ligereza. En la planta baja, se ha querido buscar la idea de que esta formada por cajas que sujetan las plataformas y jugar con el lleno-vacio con los pasillos transversales y las superficies transparentes y son los muros de hormigón gris visto, de gran contundencia y masa los que me indican que los elementos formados por muros de hormigón soportan mucho peso.

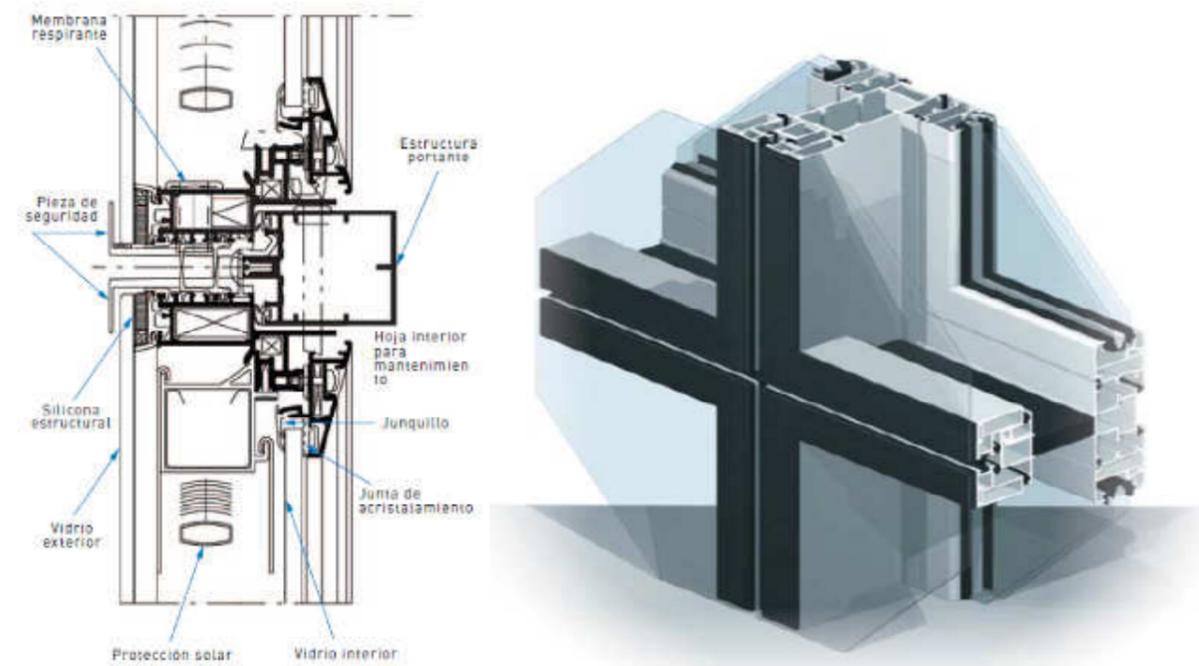
Las cualidadesde y sistema constructivo de los cerramientos que he comentado son:

a) Cerramiento ligero. Muro cortina.

Como ya he comentado la transparencia y la ligereza son las cualidades que busco con este cerramiento. El sistema está formado por una subestructura de aluminio anclado en los forjados y elementos de de cubrición de transparentes y opacos. A continuación comento los diferentes aspectos necesarios para conocer las características de este muro cortina.

- Fundamento

El sistema de muro cortina elegido es un sistema de fachada ventilada, es decir, existe una doble capa con una cámara de aire entre las dos hojas. De esta manera consigo una cámara de aire en el sistema de doble fachada de muro cortina o el efecto de un muro trombe cuando este situado la hoja exterior ante un muro.



La elección de este tipo viene determinada por buscar, no solo una solución óptima en lo referente a aislamiento tanto térmico como acústico, sino que también porque con la doble piel consigo tener la posibilidad de envolver elementos sustentantes tipo muro con la hoja exterior de manera que unifico la visión del cerramiento. Los montantes están en el interior de la doble hoja, de manera que dependiendo del tipo de cerramiento pueden estar ocultos o no ser vistos a primera vista, ya que no se busca marcar una linealidad que marcan o bien los montantes o bien los travesaños.

Mi idea de modulación de la fachada es más una malla más homogénea, que no se remarque ninguna dirección en particular donde el modulo de elemento de cubrición con sus juntas dibujen una composición sutil y que deje el protagonismo a los grandes y pesados panos que forman los forjados.

Debido a la deformación de los forjados se deberá buscar una solución en donde el muro cortina acompañe este movimiento. Además, por cuestiones de dilatación térmica además de la deformación del forjado en el plano longitudinal de una parte del edificio, parece adecuado que también haya juntas de dilatación verticales adecuadas.

- Situación de puesta en obra.

Como he comentado antes, donde busco una sensación de ligereza o necesito transparencia utilizo este sistema. Las zonas donde uso este sistema son:

- Elementos transparentes en espacios planta baja como son la cafetería, quiosco, estación y acceso a los núcleos de comunicación de las oficinas

- Todo el cerramiento comprendido entre los forjados de plataforma 1 y plataforma de cubierta. Hay que destacar que en los espacios no transparentes como el que se encuentra delante del muro de hormigón solo será la hoja exterior quien envuelva este elemento. La idea es que todo el conjunto del cerramiento de las oficinas forme una unidad homogénea que solo se diferencie por el tipo de cubrición.

- Subestructura

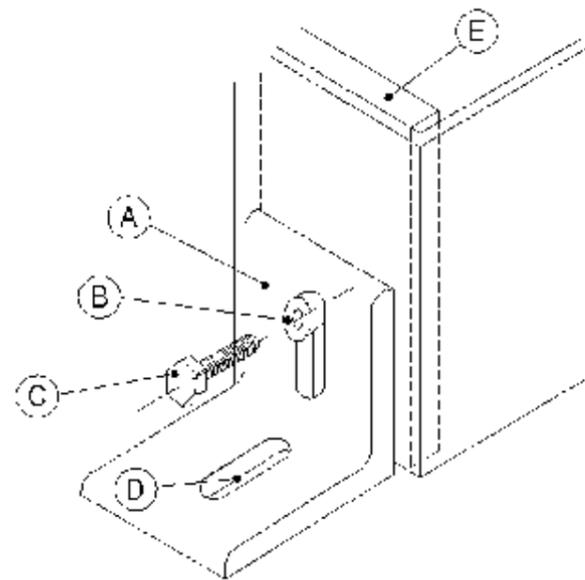
La subestructura estará formada por montantes anclados en los forjados, es decir en cabeza, centro y remate. Por el peso que tiene y las cargas que recibe serán un montante rectangular de 10 cm¹.

1.63.006	Montante 100 mm.		45,59	131,52	16,58	25,05
----------	------------------	---	-------	--------	-------	-------

Los montantes están situados cada 1,00 m, que es la modulación que empleo en la fachada.

- Anclaje

La subestructura está anclada a la estructura del edificio, concretamente a los forjados, en 3 puntos: base, centro y cabeza. A pesar de que se ha buscado compatibilizar deformaciones y asentamientos en el mismo punto parece que dada la gran magnitud de los asentamientos para que deba existir cierta capacidad de movimiento del muro. Así, había pensado en unos anclajes deslizantes en los anclajes de cabeza e intermedio que permitan ciertos deslizamientos.



ANCLAJE DESLIZANTE

- Angular de acero con dos taladros rasgado
- Casquillo de diámetro exterior igual al taladro rasgado, diámetro interior igual al tornillo C y profundidad mayor al espesor del angular
- Tornillo de fijación
- Tornillo de fijación
- Placa de refuerzo en el interior del perfil

- Elementos cubrición

He pensado en dos un mismo material de cubrición, el vidrio pero utilizaré dos tipos. Ambos tipos de vidrios tendrán propiedades reflectantes por su composición metálica y la diferencia entre ellos será la coloración, uno transparente y el otro coloreado azul. Estos diferentes vidrios son:

- Cubrición coloreada azul. Está formado por vidrios con control solar pegados al marco. Concretamente he elegido el tipo PARSOL de Saint Gobain de 6/12/6. Este es un vidrio flotado y coloreado en azul. Por su característica de coloreado, también posee prestaciones de control solar así como un efecto espejo en las zonas donde existe un elemento opaco detrás, de manera que se consigue que no se aprecie la heterogeneidad de espacios del interior.

Este vidrio lo he colocado sobre las zonas que ocupan los forjados y muros así como para ocultar los falsos techos interiores.

El tamaño de los paneles es variable, pudiendo ver una sección de la fachada en los planos de detalle.



- Cubrición transparente. El material de cubrición es el vidrio, con propiedades de control solar y colocado sobre marco y anclado a los montantes del muro cortina en la parte interior y pegado sobre la subestructura cuando este se coloque en el exterior.

El vidrio cuando este se coloque en el exterior será de tipo CLIMALIT SOLAR CONTROL INCOLORO de 6/12/6 pegado y del mismo tipo para el interior, aunque en este caso estará colocado sobre un marco,, que se situará en la piel interior y en la piel exterior donde sea necesario.

- Persiana. Para dotar de un sistema de control de la luz solar se ha considerado poner una persiana de lamas metálicas entre las dos hojas del sistema de muro cortina. La colocación en el interior se ha decidido porque se piensa que de esta manera, la radiación se queda en la cámara de aire y no en el interior de manera que el aislamiento térmico es más efectivo.

¹ Para un Wy de cálculo de 14.83 cm³, resultado obtenido en los cálculos que se pueden encontrar en la memoria de cálculo.



b) Cerramiento pesado. Muro hormigón visto.

El cerramiento pesado está construido por hormigón armado sin colorear (por defecto es gris) que en muchos de los casos es el propio muro de carga estructural.

Compositivamente, el acabado superficial de las caras del muro donde va a ser visto es el obtenido mediante un encofrado entablillado. Este se ejecuta colando en los paneles de encofrado una serie de tablillas de madera clavadas que le dan este aspecto. Las tablillas son de pino, de un ancho de 10 cm, colocadas horizontalmente y rompiendo la junta en el centro, es decir, busco una línea horizontal continua y por ello "rompo la junta".

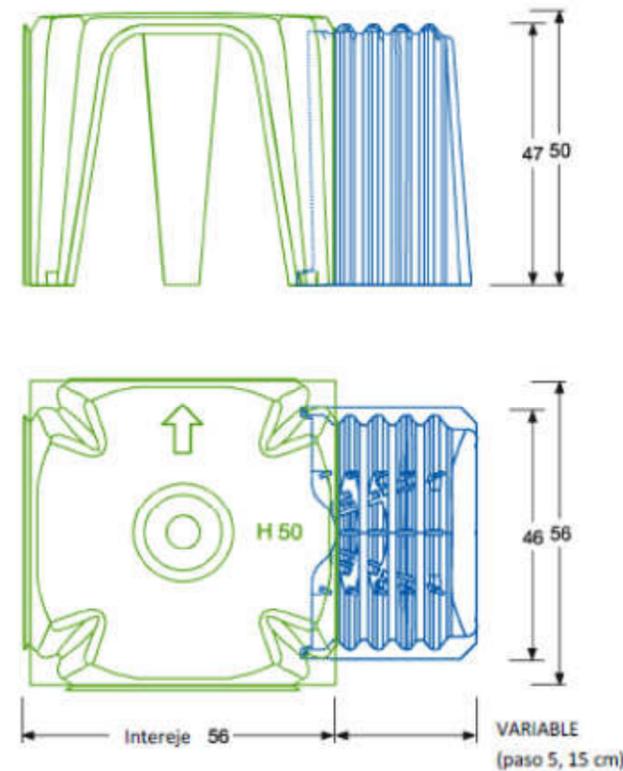


Otro aspecto importante son la elección de los paneles de encofrado pues ello define las juntas de hormigonado y los agujeros que se necesitan para los pasadores que anclan los paneles de encofrado. Los paneles escogidos son de 0,75 m x 2,70 m.

4.2. Cubierta

La cubierta del edificio cuenta con tres tipos:

- Forjado de techo de sótano. Tiene un acabado de losas de granito gris con aberturas para alcorque de arboles. La construcción varía dependiendo del lugar en que se encuentre, para la zona de la estación, el canto de la cubierta es de 80 cm y está formada por piezas aligeradas bentostop de canto 50, solera de hormigón armado más pavimento de granito; para la zona de la plaza de la estación que el canto es mayor, estará formada por una masa de tierra de 1,50 m de espesor y que permiten el crecimiento de arboles cubierta (excepto alcorques) por pavimento de granito.



- Forjado exterior plataforma 1. La plataforma contará con una parte, que continúa el espacio exterior de las oficinas y es un PER con pavimento petreo natural y una parte más tipo jardin con diferentes acabados de terreno vegetal más jardineras puntuales que le dan la altura suficiente para el crecimiento de arbustos.
- Forjado cubierta oficinas. Es una cubierta no transitable, solo para mantenimiento que está formada por una cubierta plana con acabado de grava.

4.3. Soleamiento

En las latitudes en las que se sitúa el proyecto la incidencia del sol es muy determinante respecto a la incidencia que tiene en el confort térmico de los espacios interiores así como el confort de los usuarios por problemas de deslumbramientos. Es por tanto necesario un estudio que indique la idoneidad de los cerramientos transparentes y si estos necesitan algún sistema protector.

Como comentaba, el soleamiento en las latitudes de Bétera añadidas al clima hacen que el sol pueda ser molesto y también perjudicial en algunos momentos. Estas circunstancias se dan cuando el sol incide en las superficies acristaladas calentando las estancias interiores en épocas donde lo que buscamos es una refrigeración del interior debido a las altas temperaturas exteriores. En cambio en invierno, y aunque el clima es muy benigno en Bétera con inviernos poco fríos, la captación solar hace que las necesidades de climatización interior sean menores por lo que en este caso, el sol es beneficioso y recomendable. Otro aspecto a tener en cuenta es el sol molesto que se da sobre todo en los amaneceres y atardeceres, es decir, cuando el sol está prácticamente horizontal y es muy molesto para los usuarios que están trabajando. En resumen, parece que el soleamiento del edificio sea bueno en invierno por las mañanas y al medio día y evitable a las horas de máximo deslumbramiento además de en verano.

Con la orientación del edificio NO-SE y con el soleamiento a evitar, habrá que cuidarse de la radiación que provenga del oeste todo el año y de sur en verano. Las horas de utilización del edificio son, las oficinas mañana y principio de la tarde y todo el que da a la planta baja durante todo el día. Haciendo un estudio de las horas límite de soleamiento sobre el edificio aparece que los grandes voladizos impiden que el asoleo en verano llegue al interior del edificio pero si que permiten el soleamiento en invierno y en las horas del día cuando los rayos del sol son más horizontales. Por tanto, parece que los voladizos hacen el efecto deseado de control solar pues solo el soleamiento más horizontal puede molestar aunque donde hay mayor incidencia es en las oficinas y el uso de éstas disminuye en esas horas.

5. SISTEMA COMPARTIMENTACIÓN

La compartimentación de los diferentes elementos son de dos tipos, ligeros que actúan como elementos de tabiquería y pesados, que actúan como "muros medianeros" ya que separan diferentes espacios.

- Tabiquería ligera.

Esta formada por elementos de tabiquería ligero y que tienen en común que esta formada por una subestructura metálica anclada en suelo y techo y que se le adosan a cada lado, permitiendo la colocación de aislamiento así como el paso de instalaciones, diferentes tipos de cerramiento, tanto opacos como transparente. Estos elementos son:

- Cubrición opaca. Estará formada por paneles de cartón yeso sobre una subestructura de perfiles de acero. Los paneles se atornillaran a la subestructura, se taparan las juntas y posteriormente se pintaran. Estos estarán pintados y podrán llevar en su interior, entre las dos hojas, aislamiento acústico y/o térmico así como permitirán el paso de instalaciones.
- Cubrición transparente. Estará formada por vidrios translucidos mateados translucido sobre un marco de aluminio, concretamente será un doble acristalamiento de 6/12/6 del tipo Saint Gobain Opalit mateado incoloro. El marco será de aluminio lacado en gris de la misma manera que la carpintería que la puerta ya que estará en la zona de tabiquería transparente.



- Muros pesados

Al igual que los cerramientos pesados, este tipo de compartimentación serán de hormigón armado entablillado color gris. Estos muros tendrán dimensiones variables y no estará previsto para puedan tener instalaciones en su interior.

Estos elementos se sitúan en las particiones internas de la estación para enfatizar la idea de espacio continuo que quiero transmitir con los cuerpos transparentes de planta baja.

6. ESPACIO PÚBLICO. MOBILIARIO, ELEMENTOS VEGETALES Y PAVIMENTACIÓN

El espacio público está diseñado para satisfacer dos objetivos principales:

- Coser la brecha que había en la parcela por la playa de vías tanto visualmente, mediante la vegetación y las sobras como físicamente, salvando los desniveles haciendo una transición de plataformas a diferentes cotas.
- Crear espacios continuos en cada plataforma para cada uno de los usos a los que están diseñadas.

Estas intenciones se materializan en un tratamiento homogéneo de los materiales y las texturas así como tratar, de esta manera también, el espacio público en el espacio privado.

Para definir el espacio público tengo en cuenta tres tipos de elementos: mobiliario, elementos vegetales y pavimentación.

6.1. Mobiliario

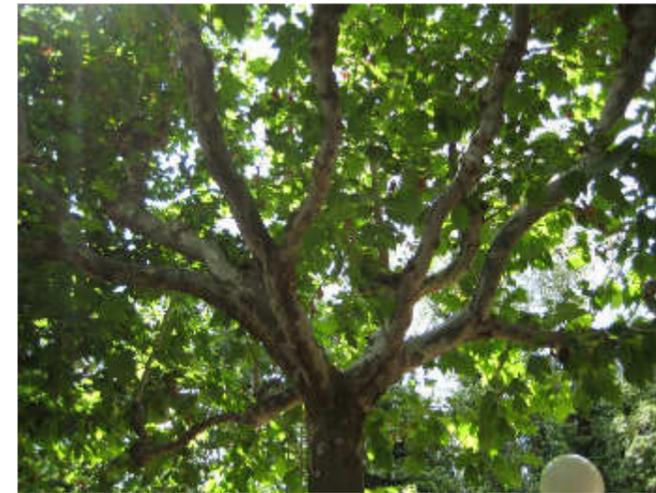
El mobiliario de la estación es muy sencillo y simple y con una materialidad que busca mimetizar con el entorno pétreo del espacio público. Del mobiliario destacaría los bancos. Estos son elementos prismáticos contruidos de hormigón armado, sin respaldo y con una iluminación fluorescente inferior que les permite crear una iluminación ambiental bastante agradable de noche.



6.2. Elementos vegetales

Los elementos vegetales que he considerado en el proyecto son:

- Plátano de sombra. *Platanus hispanicus*



Altura. 10-12 m pero hasta 35 m
Copa. Redonda y frondosa
Hoja. De tamaño grande y caduca

Es una especie habitual en las plazas y parques mediterráneos que se ha escogido con el objetivo principal de dar sombra. Lo coloco en las plazas de forma aislada logrando satisfacer bastante bien su objetivo porque además de la frondosidad de la copa también permite, por tener una hoja caduca, que en invierno permita la entrada de sol en la cafetería y en la terraza exterior cubierta.

- Acacia de Constantinopla. *Arbizia julibrissin*



Altura. 8 m pero hasta 35 m
Copa. Diámetro 6
Hoja. Caduca
Flores. Vistasas, florecen en verano

Es una especie habitual en los parques mediterráneos cercanos al mar. La coloco en hileras en alcorques en la calle debido a su agradable follaje y sus flores bastante vistosas. Además, dada la agradable sombra que tiene, no es tan densa como la del plátano por ejemplo, pero si suficiente para permitir un paseo confortable bajo una sombra suficiente en verano.

- Mirto o arrayán. *Myrtus*.



Altura. Hasta 3 m
Hoja. Aromáticas
Flores. Blancas

Es un arbusto con cualidades aromáticas que sitúo en jardineras en el forjado de primera planta de oficinas. Estará recortado de forma prismática pues la idea es que donde está situado marque y delimite un camino hacia la zona más tranquila del jardín.



- Hierba doncella. *Vinca minor*



Altura. 15-25 cm
Hoja. Perenne
Flores. Invierno. Azul, lila, blanco y rosado

Es una especie de arbusto con flores vistosas y que no alcanza una gran altura. Se coloca en las jardineras del forjado de la primera planta de las oficinas donde tiene una función decorativa, dentro del espacio más relajado del jardín por lo que es bastante adecuada pues no crea barreras infranqueables al usuario

Así, para la pavimentación general del espacio público, las losas de granito son de 40x60, colocadas matando la junta a mitad. La puesta en obra será mediante un mortero de agarre sobre la solera de homgión armado.

Para peldaños de escaleras, el pavimento serán de 30 x 60. Colocados sobre mortero de agarre en la losa de escalera.

Para el paseo de planta primera del forjado de primera planta, se colocaran nuevamente baldosas de 40x60 cm pero colocada sobre el terreno presando sin mortero de agarre. Tendrán además unas juntas de 1 cm de separación.

Por último, el pavimento exterior de las oficinas en primera planta, la parte que no es jardín y ya he defindio antes. El pavimento será un PER con baldosas de acabao pétreo natural, es decir sobre los pedestale no se colocara una pieza de piedra natural sino que se pondrá una baldosa de 60 x 60 con una bandeja metálica más un nucleo de sufato cacico. La utlmia capa será una pieza de granito de 15 mm.

Pavimento especial.

Debido a promover la accesibilidad así como mejorar la seguridad de las instalaciones, se colocaran banda antideslizantes en los bordes de los escalones.

También, en el borde del andén se colocaran un bordillo de homigón con banda antideslizante y una pieza de pavimento rugoso, Entre ellas se pondrá una pieza fluorescente amarilla y acabado rugoso.

6.3. Pavimentación

La pavimentación que existe en el proyecto es de dos tipos:

- Pavimento duro

Es el que se encuentra en mayor cantidad. Prácticamente todo el pavimento es de este tipo y concretamente es granito gris. El granito utilizado es un gris quintana, cortado y con diferentes tamaños según cual sea su uso final.



- Pavimento vegetal

La cubierta de planta primera de oficinas cuenta con un parte exterior tipo jardín con diferentes materiales de acabado. El detalle para cada tipo de acabado es semejante con un espesor de terreno. Estos materiales de acabado son de 3 tipos:

- Grava
- Tierra prensada
- Césped



La elección para cada material se ha basado en la relación que quiero hacer con cada espacio. Así, buscando conseguir un espacio no transitable e inaccesible, coloco un acabado de grava. Para espacios transitables bien césped, bien tierra, siendo el segundo de ellos para zonas con mayor tránsito y el otro de mayor tranquilidad y relax.

- Pavimento aparcamiento

Dado el gran desgaste que provoca el tráfico dentro del aparcamiento, es necesario diseñar un acabado que garantice una durabilidad suficiente. Para ello, se ha decidido, que sobre la superficie losa de hormigón armado de 20 cm, se fratase para luego aplicar una capa de resina epoxi de 5-8 mm de espesor.

6.4. Barandilla

En los desniveles que sean superiores a 55 cm, será obligatorio colocar barandillas para proteger frente a las caídas. En mi caso, existen dos tipos de protección, muros de hormigón armado y barandillas de acero. Este último tipo está formado por barros de acero, con un pasamanos también de acero y todo ello anclado al suelo.

La barandilla metálica se encuentra para la protección sobre el forjado de la primera planta de oficinas, así, de esta manera se mantiene el protagonismo del forjado y no entra en conflicto con otro elemento que podría ser contundente como otro tipo de barandilla.



7. ACABADOS INTERIORES

En el interior de los espacios del proyecto se ha intentado mantener la decisión de que todo forme un conjunto pero a su vez, caracterizar cada lugar según su uso bajo criterios no solo formales sino que también funcionales. Así, distingo dos grandes grupos de usos según su uso, espacios de acceso público y espacios de acceso privado. En el primer caso, se busca que el espacio público penetre en el interior creando un espacio continuo mediante un mismo pavimento o unos cerramientos compartidos. En cambio, en el segundo tipo de espacios se busca una privacidad y una exclusividad mediante materiales y sistemas constructivos de una menor rudeza o un acabado más cuidado y solo recomendable para interiores.

Los diferentes sistemas de acabados a destacar son:

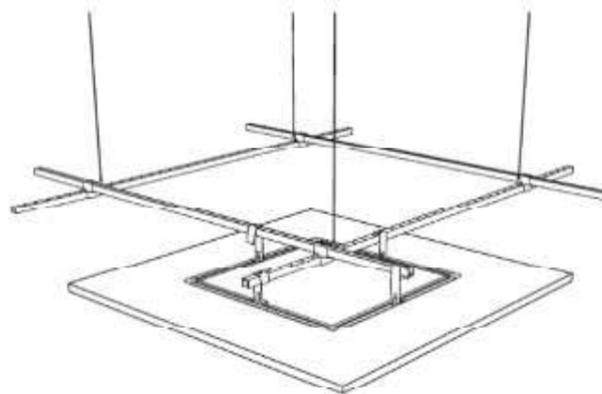
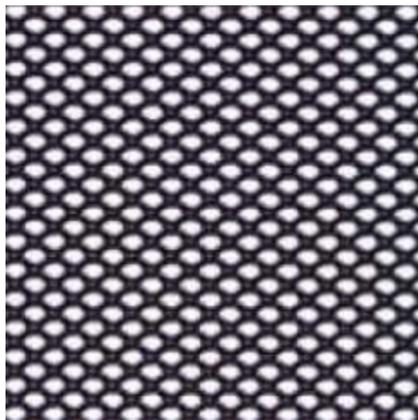
7.1. Falso techos

Los falso techos los distingo entre interiores y exteriores. Ambos tendrán cualidades de absorción acústica que permiten mejorar el nivel sonoro de los espacios. También, serán fácilmente accesibles y registrables para el mantenimiento de las instalaciones que oculta.

Los diferentes sistemas de falso techo que he escogido son:

- Exterior.

Un sistema de falso techo formado por paneles de acero perforado, que impide la visión directa de las instalaciones que oculta. Su anclaje se realizara sobre una subestructura metálica formada por elementos lineales y tensores que lo anclan al techo.



- Interior.

El interior estará formado por un sistema de subestructura metálica reticular sustentada mediante tensores al forjado. Sobre él se colocaran piezas de cartón yeso perforado, con propiedades de absorción acústica y que permitirán también el registro en el falso techo de las instalaciones colgadas. La configuración de los paneles, con juntas abiertas que permiten crear un espacio continuo dando una sensación de amplitud dentro del edificio.



7.2. Solados

El suelo en los interiores serán o bien continuación del exterior en espacios de planta baja como cafetería, quiosco o estación o bien, un sistema de pavimento técnico elevado en las oficinas.

El primer caso se ha analizado anteriormente, el segundo es un suelo técnico sustentado mediante plots y con paneles de acabado pétreo. Los paneles están formado por una bandeja metálica más un relleno de resinas más un recubrimiento de granito gris quintana pulido.



- 8. ELEMENTOS DE COMUNICACIÓN VERTICAL
 - 8.1. Escaleras
 - 8.2. Rampas
 - 8.3. Ascensor

MEMORIA III. CUMPLIMIENTO CTE

MEMORIA III. CUMPLIMIENTO DEL CTE

1. Exigencias básicas de seguridad estructural (DB-SE)
2. Exigencias básicas de seguridad en caso de incendio (DB-SI)
3. Exigencias básicas de seguridad de utilización y accesibilidad (DB-SUA)
4. Exigencias básicas de salubridad (DB-HS)
5. Exigencias básicas de protección frente al ruido (DB-HR)
6. Exigencias básicas de ahorro de energía (DB-HE)

1. EXIGENCIAS BÁSICAS DE SEGURIDAD ESTRUCTURAL (DB-SE)

1.0. Objeto, ámbito y criterios de aplicación de la norma.

Las exigencias básicas del requisito de seguridad estructural aparecen en el artículo 10. Exigencias básicas de seguridad estructural (SE)

- 1) El objetivo del requisito básico "Seguridad estructural" consiste en asegurar que el edificio tiene un *comportamiento estructural adecuado* frente a las *acciones e influencias previsibles* a las que pueda estar sometido durante su *construcción y uso previsto*.
- 2) Para satisfacer este objetivo, los edificios se proyectarán, fabricarán, construirán y mantendrán de forma que cumplan con una fiabilidad adecuada las exigencias básicas que se establecen en los apartados siguientes.
- 3) Los Documentos Básicos "DB-SE Seguridad Estructural", "DB-SE-AE Acciones en la Edificación", "DB-SE-C Cimientos", "DB-SE-A Acero", "DB-SE-F Fábrica" y "DB-SE-M Madera", especifican parámetros objetivos y procedimientos cuyo cumplimiento asegura la satisfacción de las exigencias básicas y la superación de los niveles mínimos de calidad propios del requisito básico de seguridad estructural.

10.1. Exigencia básica SE 1: Resistencia y estabilidad

La resistencia y la estabilidad serán las adecuadas para que no se generen *riesgos indebidos*, de forma que se mantenga la resistencia y la estabilidad frente a las *acciones e influencias previsibles* durante las fases de *construcción y usos previstos* de los edificios, y que un evento extraordinario no produzca consecuencias desproporcionadas respecto a la causa original y se facilite el *mantenimiento previsto*.

10.2. Exigencia básica SE 2: Aptitud al servicio

La aptitud al servicio será conforme con el *uso previsto* del edificio, de forma que no se produzcan *deformaciones inadmisibles*, se limite a un nivel aceptable la probabilidad de un *comportamiento dinámico inadmisibles* y no se produzcan *degradaciones o anomalías inadmisibles*.

Ámbito de aplicación

El ámbito de aplicación de este documento es para todo edificio. Se tendrán que tener en cuenta además las particularidades de cada estructura que harán que revisemos otros documentos como del CTE (DB-SE-A si es acero) o otras normas vigentes que tienen un ámbito de aplicación que afecta a nuestra estructura pero que no recoge el proyecto como la NCSE y EHE.

Documentación

La documentación a aportar así como el cálculo o las comprobaciones para dirimir si esta estructura está dentro de la norma están en la *Memoria IV. Estructuras*. En este capítulo, se explica cada uno de las exigencias del DB-SE con toda la información que CTE requiere.

2. EXIGENCIAS BÁSICAS DE SEGURIDAD EN CASO DE INCENDIO (DB-SI)

2.0. Objeto, ámbito y criterios de aplicación de la norma.

- El objetivo del requisito básico de "Seguridad en caso de incendio" consiste en reducir a límites aceptables el riesgo de que los usuarios de un edificio sufran daños derivados de un incendio de origen accidental, como consecuencia de las características de su proyecto, construcción, uso y mantenimiento.
- Para satisfacer este objetivo, los edificios se proyectarán, construirán, mantendrán y utilizarán de forma que, en caso de incendio, se cumplan las exigencias básicas que se establecen en los apartados siguientes.
- El Documento Básico DB-SI especifica parámetros objetivos y procedimientos cuyo cumplimiento asegura la satisfacción de las exigencias básicas y la superación de los niveles mínimos de calidad propios del requisito básico de seguridad en caso de incendio, excepto en el caso de los edificios, establecimientos y zonas de uso industrial a los que les sea de aplicación el "Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales", en los cuales las exigencias básicas se cumplen mediante dicha aplicación.

11.1 Exigencia básica SI 1 - Propagación interior

Se limitará el riesgo de propagación del incendio por el interior del edificio.

11.2 Exigencia básica SI 2 - Propagación exterior

Se limitará el riesgo de propagación del incendio por el exterior, tanto en el edificio considerado como a otros edificios.

11.3 Exigencia básica SI 3 – Evacuación de ocupantes

El edificio dispondrá de los medios de evacuación adecuados para que los ocupantes puedan abandonarlo o alcanzar un lugar seguro dentro del mismo en condiciones de seguridad.

11.4 Exigencia básica SI 4 - Instalaciones de protección contra incendios

El edificio dispondrá de los equipos e instalaciones adecuados para hacer posible la detección, el control y la extinción del incendio, así como la transmisión de la alarma a los ocupantes.

11.5 Exigencia básica SI 5 - Intervención de bomberos

Se facilitará la intervención de los equipos de rescate y de extinción de incendios.

El ámbito de aplicación de este DB es para todos los edificios recogido en el CTE excepto en los de tipo industrial, pues tienen su propia normativa específica.

En edificios que deban tener un plan de emergencia conforme a la reglamentación vigente, éste preverá procedimientos para la evacuación de las personas con discapacidad en situaciones de emergencia.

A efectos de este DB deben tenerse en cuenta los siguientes criterios de aplicación:

1. En aquellas zonas destinadas a albergar personas bajo régimen de privación de libertad o con limitaciones psíquicas no se deben aplicar las condiciones que sean incompatibles con dichas circunstancias. En su lugar, se deben aplicar otras condiciones alternativas, justificando su validez técnica y siempre que se cumplan las exigencias de este requisito básico.
2. Los edificios, establecimientos o zonas cuyo uso previsto no se encuentre entre los definidos en el Anejo SI A de este DB deberán cumplir, salvo indicación en otro sentido, las condiciones

particulares del uso al que mejor puedan asimilarse en función de los criterios expuestos en el artículo 2.7 de este CTE.

3. A los edificios, establecimientos o zonas de los mismos cuyos ocupantes precisen, en su mayoría, ayuda para evacuar el edificio (residencias geriátricas o de personas discapacitadas, centros de educación especial, etc.) se les debe aplicar las condiciones específicas del uso *Hospitalario*.
4. A los edificios, establecimientos o zonas de uso sanitario o asistencial de carácter ambulatorio se les debe aplicar las condiciones particulares del uso *Administrativo*.
5. Cuando un cambio de uso afecte únicamente a parte de un edificio o de un establecimiento, este DB se debe aplicar a dicha parte, así como a los medios de evacuación que la sirvan y que conduzcan hasta el espacio exterior seguro, estén o no situados en ella. Como excepción a lo anterior, cuando en edificios de uso *Residencial Vivienda* existentes se trate de transformar en dicho uso zonas destinadas a cualquier otro, no es preciso aplicar este DB a los elementos comunes de evacuación del edificio.
6. En las obras de reforma en las que se mantenga el uso, este DB debe aplicarse a los elementos del edificio modificados por la reforma, siempre que ello suponga una mayor adecuación a las condiciones de seguridad establecidas en este DB.
7. Si la reforma altera la ocupación o su distribución con respecto a los elementos de evacuación, la aplicación de este DB debe afectar también a éstos. Si la reforma afecta a elementos constructivos que deban servir de soporte a las instalaciones de protección contra incendios, o a zonas por las que discurren sus componentes, dichas instalaciones deben adecuarse a lo establecido en este DB.
8. En todo caso, las obras de reforma no podrán menoscabar las condiciones de seguridad preexistentes, cuando éstas sean menos estrictas que las contempladas en este DB.

2.1. SI 1. Propagación interior

2.1.1. Compartimentación en sectores de incendio

1. Los edificios se deben compartimentar en sectores de incendio según las condiciones que se establecen en la tabla 1.1 de esta Sección. Las superficies máximas indicadas en dicha tabla para los sectores de incendio pueden duplicarse cuando estén protegidos con una instalación automática de extinción.
2. A efectos del cómputo de la superficie de un sector de incendio, se considera que los locales de riesgo especial, las escaleras y pasillos protegidos, los vestíbulos de independencia y las escaleras compartimentadas como sector de incendios, que estén contenidos en dicho sector no forman parte del mismo.
3. La resistencia al fuego de los elementos separadores de los sectores de incendio debe satisfacer las condiciones que se establecen en la tabla 1.2 de esta Sección. Como alternativa, cuando, conforme a lo establecido en la Sección SI 6, se haya adoptado el tiempo equivalente de exposición al fuego para los elementos estructurales, podrá adoptarse ese mismo tiempo para la resistencia al fuego que deben aportar los elementos separadores de los sectores de incendio.
4. Las escaleras y los ascensores que comuniquen sectores de incendio diferentes o bien zonas de riesgo especial con el resto del edificio estarán compartimentados conforme a lo que se establece en el punto 3 anterior. Los ascensores dispondrán en cada acceso, o bien de puertas E 30(*) o bien de un vestíbulo de independencia con una puerta EI2 30-C5, excepto en zonas de riesgo especial o de uso Aparcamiento, en las que se debe disponer siempre el citado vestíbulo. Cuando, considerando dos sectores, el más bajo sea un sector de riesgo mínimo, o bien si no lo es se opte por disponer en él tanto una puerta EI2 30-C5 de acceso al vestíbulo de independencia del ascensor, como una puerta E 30 de acceso al ascensor, en el sector más alto no se precisa ninguna de dichas medidas..

Tabla 1.1 Condiciones de compartimentación en sectores de incendio

Uso previsto del edificio o establecimiento	Condiciones
En general	<ul style="list-style-type: none"> - Todo establecimiento debe constituir 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. - Toda zona cuyo uso previsto sea diferente y subsidiario del principal del edificio o del establecimiento en el que esté integrada debe constituir un sector de incendio diferente cuando supere los siguientes límites: <ul style="list-style-type: none"> Zona de uso Residencial Vivienda, en todo caso. Zona de alojamiento⁽¹⁾ o de uso Administrativo, Comercial o Docente cuya superficie construida exceda de 500 m². Zona de uso Pública Concurrencia cuya ocupación exceda de 500 personas. Zona de uso Aparcamiento cuya superficie construida exceda de 100 m² ⁽²⁾.
	<ul style="list-style-type: none"> - Un espacio diáfano puede constituir un único sector de incendio que supere los límites de superficie construida que se establecen, siempre que al menos el 90% de ésta se desarrolle en una planta, sus salidas comuniquen directamente con el espacio libre exterior, al menos el 75% de su perímetro sea fachada y no exista sobre dicho recinto ninguna zona habitable. - No se establece límite de superficie para los sectores de riesgo mínimo.

Administrativo	- La superficie construida de todo sector de incendio no debe exceder de 2.500 m ² .
Comercial ⁽³⁾	<ul style="list-style-type: none"> - Excepto en los casos contemplados en los guiones siguientes, la superficie construida de todo sector de incendio no debe exceder de: <ol style="list-style-type: none"> i) 2.500 m², en general; ii) 10.000 m² en los establecimientos o centros comerciales que ocupen en su totalidad un edificio íntegramente protegido con una instalación automática de extinción y cuya altura de evacuación no exceda de 10 m.⁽⁴⁾ - En establecimientos o centros comerciales que ocupen en su totalidad un edificio exento íntegramente protegido con una instalación automática de extinción, las zonas destinadas al público pueden constituir un único sector de incendio cuando en ellas la altura de evacuación descendente no exceda de 10 m ni la ascendente exceda de 4 m y cada planta tenga la evacuación de todos sus ocupantes resuelta mediante salidas de edificio situadas en la propia planta y salidas de planta que den acceso a escaleras protegidas o a pasillos protegidos que conduzcan directamente al espacio exterior seguro.⁽⁴⁾ - En centros comerciales, cada establecimiento de uso Pública Concurrencia: <ol style="list-style-type: none"> i) en el que se prevea la existencia de espectáculos (incluidos cines, teatros, discotecas, salas de baile, etc.), cualquiera que sea su superficie; ii) destinado a otro tipo de actividad, cuando su superficie construida exceda de 500 m²;
Pública Concurrencia	<ul style="list-style-type: none"> - La superficie construida de cada sector de incendio no debe exceder de 2.500 m², excepto en los casos contemplados en los guiones siguientes. - Los espacios destinados a público sentado en asientos fijos en cines, teatros, auditorios, salas para congresos, etc., así como los museos, los espacios para culto religioso y los recintos polideportivos, feriales y similares pueden constituir un sector de incendio de superficie construida mayor de 2.500 m² siempre que: <ol style="list-style-type: none"> a) estén compartimentados respecto de otras zonas mediante elementos EI 120; b) tengan resuelta la evacuación mediante salidas de planta que comuniquen con un sector de riesgo mínimo a través de vestíbulos de independencia, o bien mediante salidas de edificio; c) los materiales de revestimiento sean B-s1,d0 en paredes y techos y B_{FL}-s1 en suelos; d) la densidad de la carga de fuego debida a los materiales de revestimiento y al mobiliario fijo no exceda de 200 MJ/m² y e) no exista sobre dichos espacios ninguna zona habitable. - Las cajas escénicas deben constituir un sector de incendio diferenciado.
Aparcamiento	<ul style="list-style-type: none"> - Debe constituir un sector de incendio diferenciado cuando esté integrado en un edificio con otros usos. Cualquier comunicación con ellos se debe hacer a través de un vestíbulo de independencia. - Los aparcamientos robotizados situados debajo de otro uso estarán compartimentados en sectores de incendio que no excedan de 10.000 m².

Estudiando las superficies de cada espacio y como no me exige hacer una compartimentación interior de cada uno de ellos por exceso de superficie, he considerado que no es necesaria una instalación automática de extinción, por lo que las superficies a considerar como máximas a la hora de definir los diferentes sectores de incendios son las que aparecen en la tabla 1.1.

Los diferentes sectores de incendios que considero, y que se pueden apreciar en los planos anejos a la memoria de instalaciones, son:

- Aparcamiento. Uso previsto de aparcamiento. Superficie: 4864 m², inferior a 10.000 m² por lo que constituye un único sector de incendio. Las comunicaciones con otros usos como el acceso a las oficinas deben realizarse a través de un vestíbulo de independencia, tal y como se explica en los apartados 2.3.3 y siguientes.
- Cafetería. Uso previsto de pública concurrencia. Superficie 120,89 m², inferior a 2.500 m² máximos, por lo que constituye un único sector de incendios.
- Quiosco. Uso previsto comercial. Superficie 59,29 m², inferior a 2.500 m² máximos, por lo que constituye un único sector de incendios.
- Terminal estación. Uso previsto de pública concurrencia. Superficie 182,49 m², inferior a 2.500 m² máximos, por lo que constituye un único sector de incendios.
- Oficinas. Uso previsto administrativo. Superficie 1851,56 m³, inferior a 2.500 m² máximos. A pesar de los diferentes espacios, considero que el uso de ellos puede estar englobado dentro del mismo tipo. De esta manera distingo dos sectores de incendios, el que corresponde al program de oficinas de primera planta y el de segunda, ya que entre ellos existen sectores independientes como son los núcleos de comunicación.

Adicionalmente se debe tener en cuenta la resistencia al fuego de puertas, techos y paredes. Los valores mínimos que se deben tener en cuenta son los que podemos apreciar en la siguiente tabla 1.2.

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

Elemento	Plantas bajo rasante	Resistencia al fuego		
		Plantas sobre rasante en edificio con altura de evacuación:		
		h ≤ 15 m	15 < h ≤ 28 m	h > 28 m
Paredes y techos ⁽³⁾ que separan al sector considerado del resto del edificio, siendo su uso previsto: ⁽⁴⁾				
- Sector de riesgo mínimo en edificio de cualquier uso	(no se admite)	EI 120	EI 120	EI 120
- Residencial Vivienda, Residencial Público, Docente, Administrativo	EI 120	EI 60	EI 90	EI 120
- Comercial, Pública Concurrencia, Hospitalario	EI 120 ⁽⁵⁾	EI 90	EI 120	EI 180
- Aparcamiento ⁽⁶⁾	EI 120 ⁽⁷⁾	EI 120	EI 120	EI 120
Puertas de paso entre sectores de incendio	EI t-C5 siendo t la mitad del tiempo de resistencia al fuego requerido a la pared en la que se encuentre, o bien la cuarta parte cuando el paso se realice a través de un vestíbulo de independencia y de dos puertas.			

La resistencia al fuego de las paredes y techo en los diferentes sectores es en todo caso de EI 120, pues a pesar que para uso administrativo se puede considerar EI 90, pues como comparten elementos de instalaciones que atraviesan ambos sectores de incendios, éstos deben, como se puede explicar en el apartado 2.1.3, tener la misma resistencia al fuego. Las puertas de paso entre sectores de incendio son de una resistencia al fuego de cómo mínimo EI2 60-C5.

2.1.2. 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. Se excluyen los equipos situados en cubiertas, aunque estuvieran protegidos.

Así, en el proyecto existen diferentes tipos de locales y zonas de riesgo especial que deben cumplir lo siguiente:

Local/ zona de riesgo especial	Tipo de riesgo
Cocina según potencia	Riesgo bajo
Local de contadores	Riesgo bajo
Sala maquinaria ascensor	Riesgo bajo

Como todos los locales son de riesgo bajo, las condiciones que deben cumplir son las mismas y son:

- Resistencia al fuego de la estructura portante: R90
- Resistencia al fuego de paredes y suelo: EI90
- Vestíbulo de independencia.
- Puertas comunicación con el resto del edificio: EI 45-C5
- Máximo recorrido hasta la salida: 25 m

2.1.3. Espacios ocultos.

1. La compartimentación contra incendios de los espacios ocupables debe tener continuidad en los espacios ocultos, tales como patinillos, cámaras, falsos techos, suelos elevados, etc., salvo cuando éstos estén compartimentados respecto de los primeros al menos con la misma resistencia al fuego, pudiendo reducirse ésta a la mitad en los registros para mantenimiento.
2. Se limita a tres plantas y a 10 m el desarrollo vertical de las cámaras no estancas en las que existan elementos cuya clase de reacción al fuego no sea B-s3,d2, BL-s3,d2 ó mejor.
3. La resistencia al fuego requerida a los elementos de compartimentación de incendios se debe mantener en los puntos en los que dichos elementos son atravesados por elementos de las instalaciones, tales como cables, tuberías, conducciones, conductos de ventilación, etc., excluidas las penetraciones cuya sección de paso no exceda de 50 cm². Para ello puede optarse por una de las siguientes alternativas:
 - a. Disponer un elemento que, en caso de incendio, obture automáticamente la sección de paso y garantice en dicho punto una resistencia al fuego al menos igual a la del elemento atravesado, por ejemplo, una compuerta cortafuegos automática EI t (i↔o) siendo t el tiempo de resistencia al fuego requerida al elemento de compartimentación atravesado, o un dispositivo intumescente de obturación.
 - b. Elementos pasantes que aporten una resistencia al menos igual a la del elemento atravesado, por ejemplo, conductos de ventilación EI t (i↔o) siendo t el tiempo de resistencia al fuego requerida al elemento de compartimentación atravesado.

Los elementos que paso de instalaciones de climatización por el falso techo comunican diferentes sectores de incendios, por lo que al menos estos deberán tener la misma resistencia al fuego.

2.2. SI 2. Propagación exterior

Dado que no existe contacto con otros edificios colindantes, solo hay que tener en cuenta que el encuentro entre fachada y cubierta tendrá unas determinadas dimensiones según la distancia a un punto donde exista una resistencia menor a E_i 60.

2.3. SI 3. Evacuación ocupantes

2.3.1. Compatibilidad de los elementos de evacuación

En mi proyecto, no es necesario tener consideración de este apartado, pues no comparten recorridos interiores de evacuación establecimientos comercial o pública concurrencia, ya que cada elemento, tiene salida al exterior independiente.

2.3.2. Cálculo de la ocupación.

Para calcular la ocupación deben tomarse los valores de densidad de ocupación que se indican en la tabla 2.1 en función de la superficie útil de cada zona, salvo que se prevea una mayor ocupación.

A efectos de determinar la ocupación, también ha de tenerse en cuenta el carácter simultáneo o alternativo de las diferentes zonas de un edificio considerando el régimen de actividad y de uso previsto para el mismo.

Tabla 2.1. Densidades de ocupación ⁽¹⁾

Uso previsto	Zona, tipo de actividad	Ocupación (m ² /persona)
Cualquiera	Zonas de ocupación ocasional y accesibles únicamente a efectos de mantenimiento: salas de máquinas, locales para material de limpieza, etc. Aseos de planta	Ocupación nula 3
Residencial Vivienda	Plantas de vivienda	20
Residencial Público	Zonas de alojamiento Salones de uso múltiple Vestibulos generales y zonas generales de uso público en plantas de sótano,	20 1
Aparcamiento ⁽²⁾	Vinculado a una actividad sujeta a horarios: comercial, espectáculos, oficina, etc. En otros casos	15 40
Administrativo	Plantas o zonas de oficinas Vestibulos generales y zonas de uso público	10 2
Docente	Conjunto de la planta o del edificio Locales diferentes de aulas, como laboratorios, talleres, gimnasios, salas de dibujo, etc.	10 5

Comercial	En establecimientos comerciales:	
	áreas de ventas en plantas de sótano, baja y entreplanta	2
	áreas de ventas en plantas diferentes de las anteriores	3
	En zonas comunes de centros comerciales:	
	mercados y galerías de alimentación	2
	plantas de sótano, baja y entreplanta o en cualquier otra con acceso desde el espacio exterior	3
	plantas diferentes de las anteriores	5
	En áreas de venta en las que no sea previsible gran afluencia de público, tales como exposición y venta de muebles, vehículos, etc.	5

Pública concurrencia	Zonas destinadas a espectadores sentados:	
	con asientos definidos en el proyecto	1 pers/asiento
	sin asientos definidos en el proyecto	0,5
	Zonas de espectadores de pie	0,25
	Zonas de público en discotecas	0,5
	Zonas de público de pie, en bares, cafeterías, etc.	1
	Zonas de público en gimnasios:	
	con aparatos	5
	sin aparatos	1,5
	Piscinas públicas	
	zonas de baño (superficie de los vasos de las piscinas)	2
	zonas de estancia de público en piscinas descubiertas	4
	vestuarios	3
	Salones de uso múltiple en edificios para congresos, hoteles, etc.	1
	Zonas de público en restaurantes de "comida rápida", (p. ej: hamburgueserías, pizzerías...)	1,2
	Zonas de público sentado en bares, cafeterías, restaurantes, etc.	1,5
	Salas de espera, salas de lectura en bibliotecas, zonas de uso público en museos, galerías de arte, ferias y exposiciones, etc.	2
Vestibulos generales, zonas de uso público en plantas de sótano, baja y entreplanta	2	
Vestibulos, vestuarios, camerinos y otras dependencias similares y anejas a salas de espectáculos y de reunión	2	
Zonas de público en terminales de transporte	10	
Zonas de servicio de bares, restaurantes, cafeterías, etc.	10	
Archivos, almacenes	40	

La ocupación de los diferentes espacios del proyecto son:

Local	Uso	Superficie (m2)	Ocupación (m2/persona)	Ocupación (persona) ¹
Aparcamiento	Aparcamiento tipo general	4864 m2	40	122 peronas
Cafetería	Publico sentado bares	120,89 m2	1,5	81 personas

¹ Se ha tomado la opción más desfavorable, es decir, si pudiera haber diferentes ocupaciones en un mismo espacio, se ha tomado la más restrictiva para la superficie total.

Quiosco	Comercio planta baja	59,29 m ²	2	30 personas
Termina de estación	Sala de espera	182,49 m ²	2	92 personas
Oficina	Administrativo planta	1841,56 m ²	10	185 personas
- Oficina individual	Administrativo planta	35 m ²	10	3 personas
- Sala multiusos	Publica conc. Pers. Sent	40 asientos	1/ asiento	40 personas
Exterior entrada a trabajar en oficinas a la vez que llega el metro lleno y con una ocupación completa de la cafetería y quiosco	Suma de llegada tren ² + trabajadores oficinas + ocupación resto			116 personas 185 personas 81 + 30 personas 412 personas

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

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

Tabla 3.1. Número de salidas de planta y longitud de los recorridos de evacuación ⁽¹⁾

Número de salidas existentes	Condiciones
Plantas o recintos que disponen de una única salida de planta o salida de recinto respectivamente	<p>No se admite en uso Hospitalario, en las plantas de hospitalización o de tratamiento intensivo, así como en salas o unidades para pacientes hospitalizados cuya superficie construida exceda de 90 m².</p> <p>La ocupación no excede de 100 personas, excepto en los casos que se indican a continuación:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 500 personas en el conjunto del edificio, en el caso de salida de un edificio de viviendas; - 50 personas en zonas desde las que la evacuación hasta una salida de planta deba salvar una altura mayor que 2 m en sentido ascendente; - 50 alumnos en escuelas infantiles, o de enseñanza primaria o secundaria. <p>La longitud de los recorridos de evacuación hasta una salida de planta no excede de 25 m, excepto en los casos que se indican a continuación:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 35 m en uso Aparcamiento; - 50 m si se trata de una planta, incluso de uso Aparcamiento, que tiene una salida directa al espacio exterior seguro y la ocupación no excede de 25 personas, o bien de un espacio al aire libre en el que el riesgo de incendio sea irrelevante, por ejemplo, una cubierta de edificio, una terraza, etc. <p>La altura de evacuación descendente de la planta considerada no excede de 28 m, excepto en uso Residencial Público, en cuyo caso es, como máximo, la segunda planta por encima de la de salida de edificio ⁽²⁾, o de 10 m cuando la evacuación sea ascendente.</p>
Plantas o recintos que disponen de más de una salida de planta o salida de recinto respectivamente ⁽³⁾	<p>La longitud de los recorridos de evacuación hasta alguna salida de planta no excede de 50 m, excepto en los casos que se indican a continuación:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 35 m en zonas en las que se prevea la presencia de ocupantes que duermen, o en plantas de hospitalización o de tratamiento intensivo en uso Hospitalario y en plantas de escuela infantil o de enseñanza primaria. - 75 m en espacios al aire libre en los que el riesgo de declaración de un incendio sea irrelevante, por ejemplo, una cubierta de edificio, una terraza, etc. <p>La longitud de los recorridos de evacuación desde su origen hasta llegar a algún punto desde el cual existan al menos dos recorridos alternativos no excede de 15 m en plantas de hospitalización o de tratamiento intensivo en uso Hospitalario o de la longitud máxima admisible cuando se dispone de una sola salida, en el resto de los casos.</p> <p>Si la altura de evacuación descendente de la planta obliga a que exista más de una salida de planta o si más de 50 personas precisan salvar en sentido ascendente una altura de evacuación mayor que 2 m, al menos dos salidas de planta conducen a dos escaleras diferentes.</p>

De esta tabla obtenemos que:

- En cafetería y quiosco es necesaria una sola salida, pues el recorrido de evacuación al exterior es en la misma planta y tiene una longitud inferior a 25 m.
- En la estación, la ocupación es superior a 100 personas, por lo que es necesaria dos salidas.
- En oficinas se consideran 2 salidas de recorrido descendente, pues la longitud de evacuación hasta las salidas en planta son menos de 25 m.
- En cubierta transitable primera planta una salida, pues la mayor longitud es inferior a 75 m
- En aparcamiento 4 salidas, pues a pesar de que podría reducirse por dimensiones a 3, por cuestiones compositivas he visto recomendable una salida más.

2.3.4. Dimensionamiento de los medios de evacuación

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

El dimensionamiento de los elementos de evacuación se realizarán con la siguiente tabla:

² Convoy metrovalencia habitual (serie 4300 de FGV) tiene unas 116 plazas

Tabla 4.1 Dimensionado de los elementos de la evacuación

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

Así, las dimensiones de cada elemento serán:

Elemento	Ocupación	Dimensión
Puertas		
- Cafetería	81 personas	min. 0,80 m
- Quiosco	30 personas	min. 0,80 m
- Estación	92 personas	min. 0,80 m
- Oficina individual	3 personas	min. 0,80 m
- Salón multiusos	40 personas	min. 0,80 m
- Vestíbulo oficinas	185 personas	min. 0,925 m
Pasillos y rampas		
- Oficinas	185 personas	min. 1,00 m
- Estación exterior	278 personas	min. 1,39 m
Escaleras no protegidas		
- Evacuación ascendente	Aparcamiento a 6,15 m	min. 1,23 m (por DB-SI)
Escaleras protegidas	185 personas	Tabla 4,2; $A_{min} = 1,00$ m
Exterior		
- Pasillos	412 personas	min. 0,68 m
- Escaleras	412 personas	min. 0,86 m

2.3.5. Protección de las escaleras

La protección de las escaleras se indican en la siguiente tabla:

Tabla 5.1. Protección de las escaleras

Uso previsto ⁽¹⁾	Condiciones según tipo de protección de la escalera		
	No protegida	Protegida ⁽²⁾	Especialmente protegida
Escaleras para evacuación descendente			
Residencial Vivienda	$h \leq 14$ m	$h \leq 28$ m	
Administrativo, Docente,	$h \leq 14$ m	$h \leq 28$ m	
Comercial, Pública Concur-	$h \leq 10$ m	$h \leq 20$ m	
Residencial Público	Baja más una	$h \leq 28$ m ⁽²⁾	Se admite en todo caso
Hospitalario			
zonas de hospitalización o de tratamiento intensivo	No se admite	$h \leq 14$ m	
otras zonas	$h \leq 10$ m	$h \leq 20$ m	
Aparcamiento	No se admite	No se admite	
Escaleras para evacuación ascendente			
Uso Aparcamiento	No se admite	No se admite	
Otro uso:	$h \leq 2,80$ m	Se admite en todo caso	Se admite en todo caso
	$2,80 < h \leq 6,00$ m	$P \leq 100$ personas	Se admite en todo caso
	$h > 6,00$ m	No se admite	Se admite en todo caso

Así, las escaleras serán, en los tramos de evacuación ascendente especialmente protegida y protegida en el resto de los casos.

Habrà un caso especial, las escaleras de evacuación directa al exterior desde el aparcamiento serán abiertas. Para que pueda ser admisible este tipo de escalera, debe haber una abertura mínima de 5 veces el ancho de la escalera en m2.

2.3.6. Puertas situadas en recorridos de evacuación

- Las puertas previstas como *salida de planta o de edificio* y las previstas para la evacuación de más de 50 personas serán abatibles con eje de giro vertical y su sistema de cierre, o bien no actuará mientras haya actividad en las zonas a evacuar, o bien consistirá en un dispositivo de fácil y rápida apertura desde el lado del cual provenga dicha evacuación, sin tener que utilizar una llave y sin tener que actuar sobre más de un mecanismo. Las anteriores condiciones no son aplicables cuando se trate de puertas automáticas.
- Se considera que satisfacen el anterior requisito funcional los dispositivos de apertura mediante manilla o pulsador conforme a la norma UNE-EN 179:2009, cuando se trate de la evacuación de zonas ocupadas por personas que en su mayoría estén familiarizados con la puerta considerada, así como en caso contrario, cuando se trate de puertas con apertura en el sentido de la evacuación conforme al punto 3 siguiente, los de barra horizontal de empuje o de deslizamiento conforme a la norma UNE EN 1125:2009.
- Abrirá en el sentido de la evacuación toda puerta de salida:
 - prevista para el paso de más de 200 personas en edificios de uso *Residencial Vivienda* o de 100 personas en los demás casos, o bien.

- b. prevista para más de 50 ocupantes del recinto o espacio en el que esté situada. Para la determinación del número de personas que se indica en a) y b) se deberán tener en cuenta los criterios de asignación de los ocupantes establecidos en el apartado 4.1 de esta Sección.
- 4) Cuando existan puertas giratorias, deben disponerse puertas abatibles de apertura manual contiguas a ellas, excepto en el caso de que las giratorias sean automáticas y dispongan de un sistema que permita el abatimiento de sus hojas en el sentido de la evacuación, ante una emergencia o incluso en el caso de fallo de suministro eléctrico, mediante la aplicación manual de una fuerza no superior a 220 N. La anchura útil de este tipo de puertas y de las de giro automático después de su abatimiento, debe estar dimensionada para la evacuación total prevista.
- 5) Las puertas peatonales automáticas dispondrán de un sistema que en caso de fallo en el suministro eléctrico o en caso de señal de emergencia, cumplirá las siguientes condiciones, excepto en posición de cerrado seguro:
- Que, cuando se trate de una puerta corredera o plegable, abra y mantenga la puerta abierta o bien permita su apertura abatible en el sentido de la evacuación mediante simple empuje con una fuerza total que no exceda de 220 N. La opción de apertura abatible no se admite cuando la puerta esté situada en un *itinerario accesible* según DB SUA.
 - Que, cuando se trate de una puerta abatible o giro-batiente (oscilo-batiente), abra y mantenga la puerta abierta o bien permita su abatimiento en el sentido de la evacuación mediante simple empuje con una fuerza total que no exceda de 150 N. Cuando la puerta esté situada en un *itinerario accesible* según DB SUA, dicha fuerza no excederá de 25 N, en general, y de 65 N cuando sea resistente al fuego.

La fuerza de apertura abatible se considera aplicada de forma estática en el borde de la hoja, perpendicularmente a la misma y a una altura de 1000 ± 10 mm. Las puertas peatonales automáticas se someterán obligatoriamente a las condiciones de mantenimiento conforme a la norma UNE-EN 12635:2002+A1:2009.

2.3.7. Señalización de los elementos de evacuación

- 1) Se utilizarán las señales de evacuación definidas en la norma UNE 23034:1988, conforme a los siguientes criterios:
- Las salidas de *recinto*, planta o edificio tendrán una señal con el rótulo "SALIDA", excepto en edificios de *uso Residencial Vivienda* y, en otros usos, cuando se trate de salidas de *recintos* cuya superficie no exceda de 50 m², sean fácilmente visibles desde todo punto de dichos *recintos* y los ocupantes estén familiarizados con el edificio.
 - La señal con el rótulo "Salida de emergencia" debe utilizarse en toda salida prevista para uso exclusivo en caso de emergencia.
 - Deben disponerse señales indicativas de dirección de los recorridos, visibles desde todo *origen de evacuación* desde el que no se perciban directamente las salidas o sus señales indicativas y, en particular, frente a toda salida de un *recinto* con ocupación mayor que 100 personas que acceda lateralmente a un pasillo.
 - En los puntos de los *recorridos de evacuación* en los que existan alternativas que puedan inducir a error, también se dispondrán las señales antes citadas, de forma que quede claramente indicada la alternativa correcta. Tal es el caso de determinados cruces o bifurcaciones de pasillos, así como de aquellas escaleras que, en la planta de salida del edificio, continúen su trazado hacia plantas más bajas, etc.

- En dichos recorridos, junto a las puertas que no sean salida y que puedan inducir a error en la evacuación debe disponerse la señal con el rótulo "Sin salida" en lugar fácilmente visible pero en ningún caso sobre las hojas de las puertas.
- Las señales se dispondrán de forma coherente con la asignación de ocupantes que se pretenda hacer a cada salida, conforme a lo establecido en el capítulo 4 de esta Sección.
- Los *itinerarios accesibles* (ver definición en el Anejo A del DB SUA) para personas con discapacidad que conduzcan a una *zona de refugio*, a un *sector de incendio* alternativo previsto para la evacuación de personas con discapacidad, o a una salida del edificio accesible se señalarán mediante las señales establecidas en los párrafos anteriores a), b), c) y d) acompañadas del SIA (Símbolo Internacional de Accesibilidad para la movilidad). Cuando dichos *itinerarios accesibles* conduzcan a una *zona de refugio* o a un *sector de incendio* alternativo previsto para la evacuación de personas con discapacidad, irán además acompañadas del rótulo "ZONA DE REFUGIO".
- La superficie de las *zonas de refugio* se señalará mediante diferente color en el pavimento y el rótulo "ZONA DE REFUGIO" acompañado del SIA colocado en una pared adyacente a la zona.

- 2) Las señales deben ser visibles incluso en caso de fallo en el suministro al alumbrado normal. Cuando sean fotoluminiscentes deben cumplir lo establecido en las normas UNE 23035-1:2003, UNE 23035-2:2003 y UNE 23035-4:2003 y su mantenimiento se realizará conforme a lo establecido en la norma UNE 23035-3:2003.

2.3.8. Control del humo de incendio

- 1) En los casos que se indican a continuación se debe instalar un sistema de control del humo de incendio capaz de garantizar dicho control durante la evacuación de los ocupantes, de forma que éstase pueda llevar a cabo en condiciones de seguridad:
- Zonas de *uso Aparcamiento* que no tengan la consideración de *aparcamiento abierto*;
 - Establecimientos de uso Comercial o Pública Concurrencia* cuya ocupación exceda de 1000 personas;
 - Atrios*, cuando su ocupación en el conjunto de las zonas y plantas que constituyan un mismo *sector de incendio*, exceda de 500 personas, o bien cuando esté previsto para ser utilizado para la evacuación de más de 500 personas.
- 2) El diseño, cálculo, instalación y mantenimiento del sistema pueden realizarse de acuerdo con las normas UNE 23584:2008, UNE 23585:2004 (de la cual no debe tomarse en consideración la exclusión de los sistemas de evacuación mecánica o forzada que se expresa en el último párrafo de su apartado "0.3 Aplicaciones") y UNE-EN 12101-6:2006.

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:

- 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. En plantas cuya altura exceda de 4 m deben cerrarse mediante compuertas automáticas E₃₀₀ 60 las aberturas de extracción de aire más cercanas al suelo, cuando el sistema disponga de ellas.
- Los ventiladores, incluidos los de impulsión para vencer pérdidas de carga y/o regular el flujo, deben tener una clasificación F₃₀₀ 60.
- Los conductos que transcurran por un único *sector de incendio* deben tener una clasificación E₃₀₀ 60. Los que atraviesen elementos separadores de *sectores de incendio* deben tener una clasificación EI 60.

2.3.9. Evacuación de personas con discapacidad en caso de incendio

- 1) En los edificios de uso *Residencial Vivienda* con altura de evacuación superior a 28 m, de uso *Residencial Público*, *Administrativo* o *Docente* con altura de evacuación superior a 14 m, de uso *Comercial* o *Pública Concurrencia* con altura de evacuación superior a 10 m o en plantas de uso *Aparcamiento* cuya superficie exceda de 1.500 m², toda planta que no sea zona de ocupación nula y que no disponga de alguna salida del edificio accesible dispondrá de posibilidad de paso a un sector de incendio alternativo mediante una salida de planta accesible o bien de una zona de refugio apta para el número de plazas que se indica a continuación:
- una para usuario de silla de ruedas por cada 100 ocupantes o fracción, conforme a SI3-2;
 - excepto en uso *Residencial Vivienda*, una para persona con otro tipo de movilidad reducida por cada 33 ocupantes o fracción, conforme a SI3-2.
- En terminales de transporte podrán utilizarse bases estadísticas propias para estimar el número de plazas reservadas a personas con discapacidad.
- 2) Toda planta que disponga de zonas de refugio o de una salida de planta accesible de paso a un sector alternativo contará con algún itinerario accesible entre todo origen de evacuación situado en una zona accesible y aquéllas.
- 3) Toda planta de salida del edificio dispondrá de algún itinerario accesible desde todo origen de evacuación situado en una zona accesible hasta alguna salida del edificio accesible.
- 4) En plantas de salida del edificio podrán habilitarse salidas de emergencia accesibles para personas con discapacidad diferentes de los accesos principales del edificio.

2.4. SI 4. Instalaciones de protección contra incendios

2.4.1. Dotación de instalaciones de protección contra incendios

Los edificios deben disponer de los equipos e instalaciones de protección contra incendios que se indican en la tabla 1.1. El diseño, la ejecución, la puesta en funcionamiento y el mantenimiento de dichas instalaciones, así como sus materiales, componentes y equipos, deben cumplir lo establecido en el "Reglamento de Instalaciones de Protección contra Incendios", en sus disposiciones complementarias y en cualquier otra reglamentación específica que le sea de aplicación. La puesta en funcionamiento de las instalaciones requiere la presentación, ante el órgano competente de la Comunidad Autónoma, del certificado de la empresa instaladora al que se refiere el artículo 18 del citado reglamento.

Los locales de riesgo especial, así como aquellas zonas cuyo uso previsto sea diferente y subsidiario del principal del edificio o del establecimiento en el que estén integradas y que, conforme a la tabla 1.1 del Capítulo 1 de la Sección 1 de este DB, deban constituir un sector de incendio diferente, deben disponer de la dotación de instalaciones que se indica para cada local de riesgo especial, así como para cada zona, en función de su uso previsto, pero en ningún caso será inferior a la exigida con carácter general para el uso principal del edificio o del establecimiento.

Tabla 1.1. Dotación de instalaciones de protección contra incendios

Uso previsto del edificio o establecimiento	Condiciones
Instalación	
En general	
Extintores portátiles	Uno de eficacia 21A -113B: - A 15 m de recorrido en cada planta, como máximo, desde todo origen de evacuación. - En las zonas de riesgo especial conforme al capítulo 2 de la Sección 1 ⁽¹⁾ de este DB.
Bocas de incendio equipadas	En zonas de riesgo especial alto, conforme al capítulo 2 de la Sección SI1, en las que el riesgo se deba principalmente a materias combustibles sólidas ⁽²⁾
Ascensor de emergencia	En las plantas cuya altura de evacuación exceda de 28 m
Hidrantas exteriores	Si la altura de evacuación descendente excede de 28 m o si la ascendente excede de 6 m, así como en establecimientos de densidad de ocupación mayor que 1 persona cada 5 m ² y cuya superficie construida está comprendida entre 2.000 y 10.000 m ² . Al menos un hidrante hasta 10.000 m ² de superficie construida y uno más por cada 10.000 m ² adicionales o fracción. ⁽³⁾
Instalación automática de extinción	Salvo otra indicación en relación con el uso, en todo edificio cuya altura de evacuación exceda de 80 m. En cocinas en las que la potencia instalada exceda de 20 kW en uso <i>Hospitalario</i> o <i>Residencial Público</i> o de 50 kW en cualquier otro uso ⁽⁴⁾ En centros de transformación cuyos aparatos tengan aislamiento dieléctrico con punto de inflamación menor que 300 °C y potencia instalada mayor que 1 000 kVA en cada aparato o mayor que 4 000 kVA en el conjunto de los aparatos. Si el centro está integrado en un edificio de uso <i>Pública Concurrencia</i> y tiene acceso desde el interior del edificio, dichas potencias son 630 kVA y 2 520 kVA respectivamente.
Administrativo	
Bocas de incendio equipadas	Si la superficie construida excede de 2.000 m ² . ⁽⁷⁾
Columna seca ⁽⁵⁾	Si la altura de evacuación excede de 24 m.
Sistema de alarma ⁽⁶⁾	Si la superficie construida excede de 1.000 m ² .
Sistema de detección de incendio	Si la superficie construida excede de 2.000 m ² , detectores en zonas de riesgo alto conforme al capítulo 2 de la Sección 1 de este DB. Si excede de 5.000 m ² , en todo el edificio.
Hidrantas exteriores	Uno si la superficie total construida está comprendida entre 5.000 y 10.000 m ² . Uno más por cada 10.000 m ² adicionales o fracción. ⁽³⁾
Comercial	
Extintores portátiles	En toda agrupación de locales de riesgo especial medio y alto cuya superficie construida total excede de 1.000 m ² , extintores móviles de 50 kg de polvo, distribuidos a razón de un extintor por cada 1 000 m ² de superficie que supere dicho límite o fracción.
Bocas de incendio equipadas	Si la superficie construida excede de 500 m ² . ⁽⁷⁾

Columna seca ⁽⁵⁾	Si la <i>altura de evacuación</i> excede de 24 m.
Sistema de alarma ⁽⁶⁾	Si la superficie construida excede de 1.000 m ² .
Sistema de detección de incendio ⁽⁹⁾	Si la superficie construida excede de 2.000 m ² . ⁽⁸⁾
Instalación automática de extinción	Si la superficie total construida del área pública de ventas excede de 1.500 m ² y en ella la <i>densidad de carga de fuego</i> ponderada y corregida aportada por los productos comercializados es mayor que 500 MJ/m ² , contará con la instalación, tanto el área pública de ventas, como los locales y zonas de riesgo especial medio y alto conforme al capítulo 2 de la Sección 1 de este DB.
Hidrantes exteriores	Uno si la superficie total construida está comprendida entre 1 000 y 10 000 m ² . Uno más por cada 10 000 m ² adicionales o fracción. ⁽³⁾

Pública concurrencia

Bocas de incendio equipadas	Si la superficie construida excede de 500 m ² . ⁽⁷⁾
Columna seca ⁽⁵⁾	Si la <i>altura de evacuación</i> excede de 24 m.
Sistema de alarma ⁽⁶⁾	Si la ocupación excede de 500 personas. El sistema debe ser apto para emitir mensajes por megafonía.
Sistema de detección de incendio	Si la superficie construida excede de 1000 m ² . ⁽⁸⁾
Hidrantes exteriores	En cines, teatros, auditorios y discotecas con superficie construida comprendida entre 500 y 10.000 m ² y en recintos deportivos con superficie construida comprendida entre 5.000 y 10.000 m ² . ⁽³⁾

Aparcamiento

Bocas de incendio equipadas	Si la superficie construida excede de 500 m ² . ⁽⁷⁾ Se excluyen los <i>aparcamientos robotizados</i> .
Columna seca ⁽⁵⁾	Si existen más de tres plantas bajo rasante o más de cuatro sobre rasante, con tomas en todas sus plantas.
Sistema de detección de incendio	En aparcamientos convencionales cuya superficie construida exceda de 500 m ² . ⁽⁸⁾ Los <i>aparcamientos robotizados</i> dispondrán de pulsadores de alarma en todo caso.
Hidrantes exteriores	Uno si la superficie construida está comprendida entre 1.000 y 10.000 m ² y uno más cada 10.000 m ² más o fracción. ⁽³⁾
Instalación automática de extinción	En todo <i>aparcamiento robotizado</i> .

De esta manera, los sistemas de extinción de incendios serán:

Espacio	Elemento
Estación antigua	- 1 extintor portátil
Aparcamiento	- Bocas de incendio - Sistema de detección de incendios - Hidrante exterior
Oficina	- Sistema de alarma - Exintores portátiles cada 15 m en pasillos
Cafetería	- 1 extintor portátil espacio publico - 1 extintor portátil en la cocina
Quiosco	- 1 extintor portátil espacio publico
Estación	- Extintor portátil cada 15 m
Exterior	- 1 hidrante exterior (en el conjunto existe un altura de evacuación asc. superior a 6,15 m)



2.4.2. Señalización de las instalaciones manuales de protección contra incendios

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



2.5. SI 5. Intervención bomberos

2.5.1. Condiciones de aproximación y entorno

1) Aproximación edificios

- Los viales de aproximación de los vehículos de los bomberos a los espacios de maniobra a los que se refiere el apartado 1.2, deben cumplir las condiciones siguientes:
 - anchura mínima libre 3,5 m;
 - altura mínima libre o gálibo 4,5 m;

- c) capacidad portante del vial 20 kN/m².
 - b. En los tramos curvos, el carril de rodadura debe quedar delimitado por la traza de una corona circular cuyos radios mínimos deben ser 5,30 m y 12,50 m, con una anchura libre para circulación de 7,20 m.
- 2) Entorno de los edificios
- a. Los edificios con una *altura de evacuación* descendente mayor que 9 m deben disponer de un espacio de maniobra para los bomberos que cumpla las siguientes condiciones a lo largo de las fachadas en las que estén situados los accesos, o bien al interior del edificio, o bien al espacio abierto interior en el que se encuentren aquellos:
 - a) anchura mínima libre: 5 m
 - b) altura libre: la del edificio
 - c) separación máxima del vehículo de bomberos a la fachada del edificio (en edificios de más de 15 m y hasta 20 m de *altura de evacuación*): 18 m
 - d) distancia máxima hasta los accesos al edificio necesarios para poder llegar hasta todas sus zonas 30 m;
 - e) pendiente máxima 10%;
 - f) resistencia al punzonamiento del suelo 100 kN sobre 20 cm ϕ .
 - b. La condición referida al punzonamiento debe cumplirse en las tapas de registro de las canalizaciones de servicios públicos situadas en ese espacio, cuando sus dimensiones fueran mayores que 0,15m x 0,15m, debiendo ceñirse a las especificaciones de la norma UNE-EN 124:1995.
 - c. El espacio de maniobra debe mantenerse libre de mobiliario urbano, arbolado, jardines, mojones u otros obstáculos. De igual forma, donde se prevea el acceso a una fachada con escaleras o plataformas hidráulicas, se evitarán elementos tales como cables eléctricos aéreos o ramas de árboles que puedan interferir con las escaleras, etc.
 - d. En el caso de que el edificio esté equipado con columna seca debe haber acceso para un equipo de bombeo a menos de 18 m de cada punto de conexión a ella. El punto de conexión será visible desde el camión de bombeo.
 - e. En las vías de acceso sin salida de más de 20 m de largo se dispondrá de un espacio suficiente para la maniobra de los vehículos del servicio de extinción de incendios.
 - f. En zonas edificadas limítrofes o interiores a áreas forestales, deben cumplirse las condiciones siguientes:
 - a) Debe haber una franja de 25 m de anchura separando la zona edificada de la forestal, libre de arbustos o vegetación que pueda propagar un incendio del área forestal así como un camino perimetral de 5 m, que podrá estar incluido en la citada franja;
 - b) La zona edificada o urbanizada debe disponer preferentemente de dos vías de acceso alternativas, cada una de las cuales debe cumplir las condiciones expuestas en el apartado 1.1;
 - c) Cuando no se pueda disponer de las dos vías alternativas indicadas en el párrafo anterior, el acceso único debe finalizar en un fondo de saco de forma circular de 12,50 m de radio, en el que se cumplan las condiciones expresadas en el primer párrafo de este apartado.

2.5.2. Accesibilidad por fachada

- 1) Las fachadas a las que se hace referencia en el apartado 1.2 deben disponer de huecos que permitan el acceso desde el exterior al personal del servicio de extinción de incendios. Dichos huecos deben cumplir las condiciones siguientes:
 - a. Facilitar el acceso a cada una de las plantas del edificio, de forma que la altura del alféizar respecto del nivel de la planta a la que accede no sea mayor que 1,20 m;
 - b. Sus dimensiones horizontal y vertical deben ser, al menos, 0,80 m y 1,20 m respectivamente. La distancia máxima entre los ejes verticales de dos huecos consecutivos no debe exceder de 25 m, medida sobre la fachada;
 - c. No se deben instalar en fachada elementos que impidan o dificulten la accesibilidad al interior del edificio a través de dichos huecos, a excepción de los elementos de seguridad situados en los huecos de las plantas cuya *altura de evacuación* no exceda de 9 m.
- 2) Los *aparcamientos robotizados* dispondrán, en cada sector de incendios en que estén compartimentados, de una vía compartimentada con elementos EI 120 y puertas EI2 60-C5 que permita el acceso de los bomberos hasta cada nivel existente, así como de un sistema mecánico de extracción de humo capaz realizar 3 renovaciones/hora.

2.6. SI 6. Resistencia al fuego de la estructura

2.6.1. Generalidades

- 1) La elevación de la temperatura que se produce como consecuencia de un incendio en un edificio afecta a su estructura de dos formas diferentes. Por un lado, los materiales ven afectadas sus propiedades, modificándose de forma importante su capacidad mecánica. Por otro, aparecen acciones indirectas como consecuencia de las deformaciones de los elementos, que generalmente dan lugar a tensiones que se suman a las debidas a otras acciones.
- 2) En este Documento Básico se indican únicamente métodos simplificados de cálculo suficientemente aproximados para la mayoría de las situaciones habituales (véase anejos B a F). Estos métodos sólo recogen el estudio de la *resistencia al fuego* de los elementos estructurales individuales ante la *curva normalizada tiempo temperatura*.
- 3) Pueden adoptarse otros modelos de incendio para representar la evolución de la temperatura durante el incendio, tales como las denominadas *curvas paramétricas* o, para efectos locales los modelos de incendio de una o dos zonas o de *fuegos localizados* o métodos basados en dinámica de fluidos (CFD, según siglas inglesas) tales como los que se contemplan en la norma UNE-EN 1991-1-2:2004. En dicha norma se recogen, asimismo, también otras *curvas nominales* para fuego exterior o para incendios producidos por combustibles de gran poder calorífico, como hidrocarburos, y métodos para el estudio de los elementos externos situados fuera de la envolvente del *sector de incendio* y a los que el fuego afecta a través de las aberturas en fachada.
- 4) En las normas UNE-EN 1992-1-2:1996, UNE-EN 1993-1-2:1996, UNE-EN 1994-1-2:1996, UNE-EN 1995-1-2:1996, se incluyen modelos de resistencia para los materiales.
- 5) Los modelos de incendio citados en el párrafo 3 son adecuados para el estudio de edificios singulares o para el tratamiento global de la estructura o parte de ella, así como cuando se requiera un estudio más ajustado a la situación de incendio real.

- 6) En cualquier caso, también es válido evaluar el comportamiento de una estructura, de parte de ella o de un elemento estructural mediante la realización de los ensayos que establece el Real Decreto 312/2005 de 18 de marzo.
- 7) Si se utilizan los métodos simplificados indicados en este Documento Básico no es necesario tener en cuenta las acciones indirectas derivadas del incendio.

2.6.2. Resistencia al fuego de la estructura

- 1) Se admite que un elemento tiene suficiente *resistencia al fuego* si, durante la duración del incendio, el valor de cálculo del efecto de las acciones, en todo instante t , no supera el valor de la resistencia de dicho elemento. En general, basta con hacer la comprobación en el instante de mayor temperatura que, con el modelo de *curva normalizada tiempo-temperatura*, se produce al final del mismo.
- 2) En el caso de *sectores de riesgo mínimo* y en aquellos *sectores de incendio* en los que, por su tamaño y por la distribución de la *carga de fuego*, no sea previsible la existencia de *fuegos totalmente desarrollados*, la comprobación de la *resistencia al fuego* puede hacerse elemento a elemento mediante el estudio por medio de *fuegos localizados*, según se indica en el Eurocódigo 1 (UNE-EN 1991-1-2: 2004) situando sucesivamente la *carga de fuego* en la posición previsible más desfavorable.
- 3) En este Documento Básico no se considera la capacidad portante de la estructura tras el incendio.

2.6.3. Elementos estructurales principales

- 1) Se considera que la *resistencia al fuego* de un elemento estructural principal del edificio (incluidos forjados, vigas y soportes), es suficiente si:
- alcanza la clase indicada en la tabla 3.1 o 3.2 que representa el tiempo en minutos de resistencia ante la acción representada por la *curva normalizada tiempo temperatura*, o
 - soporta dicha acción durante el *tiempo equivalente de exposición al fuego* indicado en el anejo B.

Tabla 3.1 Resistencia al fuego suficiente de los elementos estructurales

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

⁽¹⁾ La *resistencia al fuego* suficiente R de los elementos estructurales de un suelo que separa *sectores de incendio* es función del uso del sector inferior. Los elementos estructurales de suelos que no delimitan un *sector de incendios*, sino que están contenidos en él, deben tener al menos la *resistencia al fuego* suficiente R que se exija para el uso de dicho sector.

⁽²⁾ En viviendas unifamiliares agrupadas o adosadas, los elementos que formen parte de la estructura común tendrán la *resistencia al fuego* exigible a edificios de uso *Residencial Vivienda*.

⁽³⁾ R 180 si la *altura de evacuación* del edificio excede de 28 m.

⁽⁴⁾ R 180 cuando se trate de *aparcamientos robotizados*.

Tabla 3.2 Resistencia al fuego suficiente de los elementos estructurales de zonas de riesgo especial integradas en los edificios ⁽¹⁾

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

⁽¹⁾ No será inferior al de la estructura portante de la planta del edificio excepto cuando la zona se encuentre bajo una cubierta no prevista para evacuación y cuyo fallo no suponga riesgo para la estabilidad de otras plantas ni para la compartimentación contra incendios, en cuyo caso puede ser R 30.

La *resistencia al fuego* suficiente R de los elementos estructurales de un suelo de una zona de riesgo especial es función del uso del espacio existente bajo dicho suelo.

- 2) La estructura principal de las cubiertas ligeras no previstas para ser utilizadas en la evacuación de los ocupantes y cuya altura respecto de la rasante exterior no exceda de 28 m, así como los elementos que únicamente sustenten dichas cubiertas, podrán ser R 30 cuando su fallo no pueda ocasionar daños graves a los edificios o *establecimientos* próximos, ni comprometer la estabilidad de otras plantas inferiores o la compartimentación de los *sectores de incendio*. A tales efectos, puede entenderse como ligera aquella cubierta cuya carga permanente debida únicamente a su cerramiento no exceda de 1 kN/m².
- 3) Los elementos estructurales de una *escalera protegida* o de un *pasillo protegido* que estén contenidos en el recinto de éstos, serán como mínimo R-30. Cuando se trate de *escaleras especialmente protegidas* no se exige *resistencia al fuego* a los elementos estructurales.

De esta manera, la resistencia a fuego de los elementos estructurales en el proyecto es de R120 para todos los elementos estructurales.

2.6.4. Elementos estructurales secundarios

No existe en el proyecto ningún tipo de estructura secundaria, temporal o de cualquier otro tipo al que se deba aplicar la norma.

- 2.6.5.Determinación de los efectos de las acciones durante el incendio
- 2.6.6.Determinación de la resistencia al fuego

3. EXIGENCIAS BÁSICAS DE SEGURIDAD DE UTILIZACIÓN Y ACCESIBILIDAD (DB-SUA)

3.0. Objeto, ámbito y criterios de aplicación de la norma.

Este Documento Básico (DB) tiene por objeto establecer reglas y procedimientos que permiten cumplir las exigencias básicas de seguridad de utilización y accesibilidad. Las secciones de este DB se corresponden con las exigencias básicas SUA 1 a SUA 9. La correcta aplicación de cada Sección supone el cumplimiento de la exigencia básica correspondiente. La correcta aplicación del conjunto del DB supone que se satisface el requisito básico "Seguridad de utilización y accesibilidad". Tanto el objetivo del requisito básico "Seguridad de utilización y accesibilidad", como las exigencias básicas se establecen en el artículo 12 de la Parte I de este CTE y son los siguientes:

Artículo 12. Exigencias básicas de seguridad de utilización (SUA)

- El objetivo del requisito básico "Seguridad de utilización y accesibilidad" consiste en reducir a límites aceptables el riesgo de que los usuarios sufran daños inmediatos en el uso previsto de los edificios, como consecuencia de las características de su proyecto, construcción, uso y mantenimiento, así como en facilitar el acceso y la utilización no discriminatoria, independiente y segura de los mismos a las personas con discapacidad.
- Para satisfacer este objetivo, los edificios se proyectarán, construirán, mantendrán y utilizarán de forma que se cumplan las exigencias básicas que se establecen en los apartados siguientes.
- El Documento Básico DB-SUA Seguridad de utilización y accesibilidad especifica parámetros objetivos y procedimientos cuyo cumplimiento asegura la satisfacción de las exigencias básicas y la superación de los niveles mínimos de calidad propios del requisito básico de seguridad de utilización y accesibilidad.

12.1. Exigencia básica SUA 1: Seguridad frente al riesgo de caídas

Se limitará el riesgo de que los usuarios sufran caídas, para lo cual los suelos serán adecuados para favorecer que las personas no resbalen, tropiecen o se dificulte la movilidad. Asimismo se limitará el riesgo de caídas en huecos, en cambios de nivel y en escaleras y rampas, facilitándose la limpieza de los acristalamientos exteriores en condiciones de seguridad.

12.2. Exigencia básica SUA 2: Seguridad frente al riesgo de impacto o de atrapamiento

Se limitará el riesgo de que los usuarios puedan sufrir impacto o atrapamiento con elementos fijos o practicables del edificio.

12.3. Exigencia básica SUA 3: Seguridad frente al riesgo de aprisionamiento

Se limitará el riesgo de que los usuarios puedan quedar accidentalmente aprisionados en recintos.

12.4. Exigencia básica SUA 4: Seguridad frente al riesgo causado por iluminación inadecuada

Se limitará el riesgo de daños a las personas como consecuencia de una iluminación inadecuada en zonas de circulación de los edificios, tanto interiores como exteriores, incluso en caso de emergencia o de fallo del alumbrado normal.

12.5. Exigencia básica SUA 5: Seguridad frente al riesgo causado por situaciones con alta ocupación

Se limitará el riesgo causado por situaciones con alta ocupación facilitando la circulación de las personas y la sectorización con elementos de protección y contención en previsión del riesgo de aplastamiento.

12.6. Exigencia básica SUA 6: Seguridad frente al riesgo de ahogamiento

Se limitará el riesgo de caídas que puedan derivar en ahogamiento en piscinas, depósitos, pozos y similares mediante elementos que restrinjan el acceso.

12.7. Exigencia básica SUA 7: Seguridad frente al riesgo causado por vehículos en movimiento

Se limitará el riesgo causado por vehículos en movimiento atendiendo a los tipos de pavimentos y la señalización y protección de las zonas de circulación rodada y de las personas.

12.8. Exigencia básica SUA 8: Seguridad frente al riesgo causado por la acción del rayo

Se limitará el riesgo de electrocución y de incendio causado por la acción del rayo, mediante instalaciones adecuadas de protección contra el rayo.

12.9. Exigencia básica SUA 9: Accesibilidad

Se facilitará el acceso y la utilización no discriminatoria, independiente y segura de los edificios a las personas con discapacidad.

El ámbito de aplicación de este DB es el que

El ámbito de aplicación de este DB es el que se establece con carácter general para el conjunto del CTE en el artículo 2 de la Parte 1. Su contenido se refiere únicamente a las exigencias básicas relacionadas con el requisito básico "Seguridad de utilización y accesibilidad". También deben cumplirse las exigencias básicas de los demás requisitos básicos, lo que se posibilita mediante la aplicación del DB correspondiente a cada uno de ellos.

La protección frente a los riesgos específicos de:

- las instalaciones de los edificios;
- las actividades laborales;
- las zonas y elementos de uso reservado a personal especializado en mantenimiento, reparaciones, etc.;
- los elementos para el público singulares y característicos de las infraestructuras del transporte, tales como andenes, pasarelas, pasos inferiores, etc.;

así como las condiciones de accesibilidad en estos últimos elementos, se regulan en su reglamentación específica.

Como en el conjunto del CTE, el ámbito de aplicación de este DB son las obras de edificación. Por ello, los elementos del entorno del edificio a los que les son aplicables sus condiciones son aquellos que formen parte del proyecto de edificación. Conforme al artículo 2, punto 3 de la ley 38/1999, de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación (LOE), se consideran comprendidas en la edificación sus instalaciones fijas y el equipamiento propio, así como los elementos de urbanización que permanezcan adscritos al edificio.

Las exigencias que se establezcan en este DB para los edificios serán igualmente aplicables a los establecimientos.

Pueden utilizarse otras soluciones diferentes a las contenidas en este DB, en cuyo caso deberá seguirse el procedimiento establecido en el artículo 5 del CTE, y deberá documentarse en el proyecto el cumplimiento de las exigencias básicas. Cuando la aplicación de las condiciones de este DB en obras en edificios existentes no sea técnica o económicamente viable o, en su caso, sea incompatible con su grado de protección, se podrán aplicar aquellas soluciones alternativas que permitan la mayor adecuación posible a dichas condiciones. En la documentación final de la obra deberá quedar constancia de aquellas limitaciones al uso del edificio que puedan ser necesarias como consecuencia del grado final de adecuación alcanzado y que deban ser tenidas en cuenta por los titulares de las actividades.

Cuando se cita una disposición reglamentaria en este DB debe entenderse que se hace referencia a la versión vigente en el momento que se aplica el mismo. Cuando se cita una norma UNE, UNE-EN o UNE EN ISO debe entenderse que se hace referencia a la versión que se indica, aun cuando exista una versión posterior, excepto cuando se trate de normas UNE correspondientes a normas EN

o EN ISO cuya Directiva 89/106/CEE sobre productos de construcción, en cuyo caso la cita debe relacionarse con la versión de dicha referencia.

A efectos de este DB deben tenerse en cuenta los siguientes criterios de aplicación:

1. Los edificios o zonas cuyo uso previsto no se encuentre entre los definidos en el Anejo SUA A de este DB deberán cumplir, salvo indicación en otro sentido, las condiciones particulares del uso al que mejor puedan asimilarse en función de los criterios expuestos en el artículo 2, punto 7 de la parte I del CTE.
 2. Cuando un cambio de uso afecte únicamente a parte de un edificio o cuando se realice una ampliación a un edificio existente, este DB deberá aplicarse a dicha parte, y disponer cuando sea exigible según la Sección SUA 9, al menos un *itinerario accesible* que la comuniquen con la vía pública.
 3. En obras de reforma en las que se mantenga el uso, este DB debe aplicarse a los elementos del edificio modificados por la reforma, siempre que ello suponga una mayor adecuación a las condiciones de seguridad de utilización y accesibilidad establecidas en este DB.
 4. En todo caso, las obras de reforma no podrán menoscabar las condiciones de seguridad de utilización y accesibilidad preexistentes, cuando éstas sean menos estrictas que las contempladas en este DB.
- 3.1. SUA 1. Riesgo frente a caídas
- 3.1.1. Resbaladidad de los suelos
1. Con el fin de limitar el riesgo de resbalamiento, los suelos de los edificios o zonas de *uso Residencial Público, Sanitario, Docente, Comercial, Administrativo y Pública Concurrencia*, excluidas las *zonas de ocupación nula* definidas en el anejo SI A del DB SI, tendrán una clase adecuada conforme al punto 3 de este apartado.
 2. Los suelos se clasifican, en función de su valor de resistencia al deslizamiento R_d , de acuerdo con lo establecido en la tabla 1.1:

Tabla 1.1 Clasificación de los suelos según su resbaladidad

Resistencia al deslizamiento R_d	Clase
$R_d \leq 15$	0
$15 < R_d \leq 35$	1
$35 < R_d \leq 45$	2
$R_d > 45$	3

El valor de resistencia al deslizamiento R_d se determina mediante el ensayo del péndulo descrito en el Anejo A de la norma UNE-ENV 12633:2003 empleando la escala C en probetas sin desgaste acelerado. La muestra seleccionada será representativa de las condiciones más desfavorables de resbaladidad.

3. La tabla 1.2 indica la clase que deben tener los suelos, como mínimo, en función de su localización. Dicha clase se mantendrá durante la vida útil del pavimento.

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

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

Obtenemos por tanto que los pavimentos del proyecto son de las siguientes clases:

- Pavimento exterior; clase 3 con una $R_d > 45$
- Pavimento interior seco general; clase 1 con una $15 < R_d \leq 35$
- Pavimento interior escaleras; clase 2 con una $35 < R_d \leq 45$

3.1.2. Discontinuidad en el pavimento

1. Excepto en zonas de *uso restringido* o exteriores y con el fin de limitar el riesgo de caídas como consecuencia de traspies o de tropiezos, el suelo debe cumplir las condiciones siguientes:
 - a. No tendrá juntas que presenten un resalto de más de 4 mm. Los elementos salientes del nivel del pavimento, puntuales y de pequeña dimensión (por ejemplo, los cerraderos de puertas) no deben sobresalir del pavimento más de 12 mm y el saliente que exceda de 6 mm en sus caras enfrentadas al sentido de circulación de las personas no debe formar un ángulo con el pavimento que exceda de 45°.
 - b. Los desniveles que no excedan de 5 cm se resolverán con una pendiente que no exceda el 25%;
 - c. En zonas para circulación de personas, el suelo no presentará perforaciones o huecos por los que pueda introducirse una esfera de 1,5 cm de diámetro.
2. Cuando se dispongan barreras para delimitar zonas de circulación, tendrán una altura de 80 cm como mínimo.
3. No tendrá juntas que presenten un resalto de más de 4 mm. Los elementos salientes del nivel del pavimento, puntuales y de pequeña dimensión (por ejemplo, los cerraderos de puertas) no deben sobresalir del pavimento más de 12 mm y el saliente que exceda de 6 mm en sus caras enfrentadas al sentido de circulación de las personas no debe formar un ángulo con el pavimento que exceda de 45°.
 - a. Los desniveles que no excedan de 5 cm se resolverán con una pendiente que no exceda el 25%;
 - b. En zonas para circulación de personas, el suelo no presentará perforaciones o huecos por los que pueda introducirse una esfera de 1,5 cm de diámetro.
2. Cuando se dispongan barreras para delimitar zonas de circulación, tendrán una altura de 80 cm como mínimo.
3. En zonas de circulación no se podrá disponer un escalón aislado, ni dos consecutivos, excepto en los casos siguientes.
 - a. en zonas de *uso restringido*;
 - b. en las zonas comunes de los edificios de *uso Residencial Vivienda*;
 - c. en los accesos y en las salidas de los edificios;
 - d. en el acceso a un estrado o escenario.

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

3.1.3. Desniveles

- Protección de los desniveles
 1. Con el fin de limitar el riesgo de caída, existirán barreras de protección en los desniveles, huecos y aberturas (tanto horizontales como verticales) balcones, ventanas, etc. con una diferencia de cota mayor que 55 cm, excepto cuando la disposición constructiva haga muy improbable la caída o cuando la barrera sea incompatible con el uso previsto.
 2. En las zonas de *uso público* se facilitará la percepción de las diferencias de nivel que no excedan de 55 cm y que sean susceptibles de causar caídas, mediante diferenciación visual y táctil. La diferenciación comenzará a 25 cm del borde, como mínimo.

- Características de las barreras de protección

1. Altura

Las barreras de protección tendrán, como mínimo, una altura de 0,90 m cuando la diferencia de cota que protegen no exceda de 6 m y de 1,10 m en el resto de los casos, excepto en el caso de huecos de escaleras de anchura menor que 40 cm, en los que la barrera tendrá una altura de 0,90 m, como mínimo.

La altura se medirá verticalmente desde el nivel de suelo o, en el caso de escaleras, desde la línea de inclinación definida por los vértices de los peldaños, hasta el límite superior de la barrera.

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.

3. Características constructivas

En cualquier zona de los edificios de *uso Residencial Vivienda* o de escuelas infantiles, así como en las zonas de *uso público* de los establecimientos de *uso Comercial* o de *uso Pública Concurrencia*, las barreras de protección, incluidas las de las escaleras y rampas, estarán diseñadas de forma que:

a. No puedan ser fácilmente escaladas por los niños, para lo cual:

- En la altura comprendida entre 30 cm y 50 cm sobre el nivel del suelo o sobre la línea de inclinación de una escalera no existirán puntos de apoyo, incluidos salientes sensiblemente horizontales con más de 5 cm de saliente.
- En la altura comprendida entre 50 cm y 80 cm sobre el nivel del suelo no existirán salientes que tengan una superficie sensiblemente horizontal con más de 15 cm de fondo.

b. No tengan aberturas que puedan ser atravesadas por una esfera de 10 cm de diámetro, exceptuándose las aberturas triangulares que forman la huella y la contrahuella de los peldaños con el límite inferior de la barandilla, siempre que la distancia entre este límite y la línea de inclinación de la escalera no exceda de 5 cm (véase figura 3.2).

FIGURA 3.2

Las barreras de protección situadas en zonas de *uso público* en edificios o establecimientos de usos distintos a los citados anteriormente únicamente precisarán cumplir la condición b) anterior, considerando para ella una esfera de 15 cm de diámetro.

3.1.4. Escaleras y rampas

- Escaleras de uso general

1. Peldaños

En tramos rectos, la huella medirá 28 cm como mínimo. En tramos rectos o curvos la contrahuella medirá 13 cm como mínimo y 18,5 cm como máximo, excepto en zonas de *uso público*, así como siempre que no se disponga ascensor como alternativa a la escalera, en cuyo caso la contrahuella medirá 17,5 cm, como máximo.

La huella H y la contrahuella C cumplirán a lo largo de una misma escalera la relación siguiente: $54 \text{ cm} \leq 2C + H \leq 70 \text{ cm}$

FIGURA ESCALONES 4.2

No se admite bocel. En las escaleras previstas para evacuación ascendente, así como cuando no exista un *itinerario accesible* alternativo, deben disponerse tabicas y éstas serán verticales o inclinadas formando un ángulo que no exceda de 15° con la vertical.

La medida de la huella no incluirá la proyección vertical de la huella del peldaño superior.

Se ha considerado en el proyecto estos tipos de peldaños:

Tipo	Huella	Contrahuella	Uso
Interior	28.00 cm	17.50 cm	Toda escalera que esté en el exterior
Exterior ³	33.00 cm	15.00 cm	Toda escalera que esté en el interior

2. Tramos

Excepto en los casos admitidos en el punto 3 del apartado 2 de esta Sección, cada tramo tendrá 3 peldaños como mínimo. La máxima altura que puede salvar un tramo es 2,25 m, en zonas de *uso público*, así como siempre que no se disponga ascensor como alternativa a la escalera, y 3,20 m en los demás casos.

Los tramos podrán ser rectos, curvos o mixtos, excepto en zonas de hospitalización y tratamientos intensivos, en escuelas infantiles y en centros de enseñanza primaria o secundaria, donde los tramos únicamente pueden ser rectos.

Entre dos plantas consecutivas de una misma escalera, todos los peldaños tendrán la misma contrahuella y todos los peldaños de los tramos rectos tendrán la misma huella. Entre dos tramos consecutivos de plantas diferentes, la contrahuella no variará más de ± 1 cm.

En tramos mixtos, la huella medida en el eje del tramo en las partes curvas no será menor que la huella en las partes rectas.

La anchura útil del tramo se determinará de acuerdo con las exigencias de evacuación establecidas en el apartado 4 de la Sección SI 3 del DB-SI y será, como mínimo, la indicada en la tabla 4.1.

TABLA 4.1

La anchura de la escalera estará libre de obstáculos. La anchura mínima útil se medirá entre paredes o barreras de protección, sin descontar el espacio ocupado por los pasamanos

³ Habrá subtipos de este tipo dependiendo del número de usuarios de la escalera. Todos ellos tendrán la misma contrahuella y sólo variará aumentando el valor de la huella de esta escalera y manteniendo las limitaciones mínimas que aparecen en este DB. La definición y localización de todos los tipos de escalera se pueden apreciar con más detalle en la memoria constructiva.

siempre que estos no sobresalgan más de 12 cm de la pared o barrera de protección. En tramos curvos, la anchura útil debe excluir las zonas en las que la dimensión de la huella sea menor que 17 cm.

3. Mesetas

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 zonas de hospitalización o de tratamientos intensivos, la profundidad de las mesetas en las que el recorrido obligue a giros de 180° será de 1,60 m, como mínimo.

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. En dichas mesetas no habrá pasillos de anchura inferior a 1,20 m ni puertas situados a menos de 40 cm de distancia del primer peldaño de un tramo.

FIGURA 4.4.

4. Pasamanos

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. La separación entre pasamanos intermedios será de 4 m como máximo, excepto en escalinatas de carácter monumental en las que al menos se dispondrá uno.

En escaleras de zonas de *uso público* o que no dispongan de ascensor como alternativa, el pasamanos se prolongará 30 cm en los extremos, al menos en un lado. En *uso Sanitario*, el pasamanos será continuo en todo su recorrido, incluidas mesetas, y se prolongarán 30 cm en los extremos, en ambos lados.

El pasamanos estará a una altura comprendida entre 90 y 110 cm. En escuelas infantiles y centros de enseñanza primaria se dispondrá otros pasamanos a una altura comprendida entre 65 y 75 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.

Tal y como he comentado en la aclaración a pie de página anterior, todas las escaleras quedan definidas y detalladas posteriormente en la memoria constructiva donde queda explicado y aplicado cada aspecto que deben tenerse en cuenta según este DB.

- Rampas

Los itinerarios cuya pendiente exceda del 4% se consideran rampa a efectos de este DB-SUA, y cumplirán lo que se establece en los apartados que figuran a continuación, excepto los de *uso restringido* y los de circulación de vehículos en aparcamientos que también estén previstas para la circulación de personas. Estas últimas deben satisfacer la pendiente máxima que se

establece para ellas en el apartado 4.3.1 siguiente, así como las condiciones de la Sección SUA7.

1. Pendiente

Las rampas tendrán una pendiente del 12%, como máximo, excepto:

- 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. Si la rampa es curva, la pendiente longitudinal máxima se medirá en el lado más desfavorable.
- las de circulación de vehículos en aparcamientos que también estén previstas para la circulación de personas, y no pertenezcan a un *itinerario accesible*, cuya pendiente será, como máximo, del 16%.

La pendiente transversal de las rampas que pertenezcan a *itinerarios accesibles* será del 2%, como máximo.

2. Tramos

Los tramos tendrán una longitud de 15 m como máximo, excepto si la rampa pertenece a *itinerarios accesibles*, en cuyo caso la longitud del tramo será de 9 m, como máximo, así como en las de aparcamientos previstas para circulación de vehículos y de personas, en las cuales no se limita la longitud de los tramos. La anchura útil se determinará de acuerdo con las exigencias de evacuación establecidas en el apartado 4 de la Sección SI 3 del DB-SI y será, como mínimo, la indicada para escaleras en la tabla 4.1.

La anchura de la rampa estará libre de obstáculos. La anchura mínima útil se medirá entre paredes o barreras de protección, sin descontar el espacio ocupado por los pasamanos, siempre que estos no sobresalgan más de 12 cm de la pared o barrera de protección.

Si la rampa pertenece a un *itinerario accesible* los tramos serán rectos o con un radio de curvatura de al menos 30 m y de una anchura de 1,20 m, como mínimo. Asimismo, dispondrán de una superficie horizontal al principio y al final del tramo con una longitud de 1,20 m en la dirección de la rampa, como mínimo.

3. Mesetas

Las mesetas dispuestas entre los tramos de una rampa con la misma dirección tendrán al menos la anchura de la rampa y una longitud, medida en su eje, de 1,50 m como mínimo.

Cuando exista un cambio de dirección entre dos tramos, la anchura de la rampa no se reducirá a lo largo de la meseta. 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.

No habrá pasillos de anchura inferior a 1,20 m ni puertas situados a menos de 40 cm de distancia del arranque de un tramo. Si la rampa pertenece a un *itinerario accesible*, dicha distancia será de 1,50 m como mínimo.

4. Pasamanos

Las rampas que salven una diferencia de altura de más de 550 mm y cuya pendiente sea mayor o igual que el 6%, dispondrán de un pasamanos continuo al menos en un lado.

Las rampas que pertenezcan a un *itinerario accesible*, cuya pendiente sea mayor o igual que el 6% y salven una diferencia de altura de más de 18,5 cm, dispondrán de pasamanos continuo en todo su recorrido, incluido mesetas, en ambos lados. Asimismo, los bordes libres contarán con un zócalo o elemento de protección lateral de 10 cm de altura, como mínimo. Cuando la longitud del tramo exceda de 3 m, el pasamanos se prolongará horizontalmente al menos 30 cm en los extremos, en ambos lados.

El pasamanos estará a una altura comprendida entre 90 y 110 cm. Las rampas situadas en escuelas infantiles y en centros de enseñanza primaria, así como las que pertenecen a un *itinerario accesible*, dispondrán de otro pasamanos a una altura comprendida entre 65 y 75 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.

3.2. SUA 2. Riesgo de impacto o atrapamiento

3.2.1. Impacto

1. Impacto con elementos fijos

La altura libre de paso en zonas de circulación será, como mínimo, 2,10 m en zonas de uso *restringido* y 2,20 m en el resto de las zonas. En los umbrales de las puertas la altura libre será 2 m, como mínimo.

Los elementos fijos que sobresalgan de las fachadas y que estén situados sobre zonas de circulación estarán a una altura de 2,20 m, como mínimo.

En zonas de circulación, las paredes carecerán de elementos salientes que no arranquen del suelo, que vuelen más de 15 cm en la zona de altura comprendida entre 15 cm y 2,20 m medida a partir del suelo y que presenten riesgo de impacto.

Se limitará el riesgo de impacto con elementos volados cuya altura sea menor que 2 m, tales como mesetas o tramos de escalera, de rampas, etc., disponiendo elementos fijos que restrinjan el acceso hasta ellos y permitirán su detección por los bastones de personas con discapacidad visual.

2. Impacto con elementos practicables

Excepto en zonas de uso *restringido*, las puertas de recintos que no sean de *ocupación nula* (definida en el Anejo SI A del DB SI) situadas en el lateral de los pasillos cuya anchura sea menor que 2,50 m se dispondrán de forma que el barrido de la hoja no invada el pasillo. En pasillos cuya anchura exceda de 2,50 m, el barrido de las hojas de las puertas no debe invadir la anchura determinada, en función de las condiciones de evacuación, conforme al apartado 4 de la Sección SI 3 del DB SI.

Las puertas de vaivén situadas entre zonas de circulación tendrán partes transparentes o translucidas que permitan percibir la aproximación de las personas y que cubran la altura comprendida entre 0,7 m y 1,5 m, como mínimo.

Las puertas, portones y barreras situados en zonas accesibles a las personas y utilizadas para el paso de mercancías y vehículos tendrán marcado CE de conformidad con la norma UNE-EN 13241-1:2004 y su instalación, uso y mantenimiento se realizarán conforme a la norma UNE-EN 12635:2002+A1:2009. Se excluyen de lo anterior las puertas peatonales de maniobra horizontal cuya superficie de hoja no exceda de 6,25 m² cuando sean de uso manual, así como las motorizadas que además tengan una anchura que no exceda de 2,50 m.

Las puertas peatonales automáticas tendrán marcado CE de conformidad con la Directiva 98/37/CE sobre máquinas.

3. Impacto con elementos frágiles

Los vidrios existentes en las áreas con riesgo de impacto que se indican en el punto 2 siguiente de las superficies acristaladas que no dispongan de una barrera de protección conforme al apartado 3.2 de SUA 1, tendrán una clasificación de prestaciones X(Y)Z determinada según la norma UNE EN 12600:2003 cuyos parámetros cumplan lo que se establece en la tabla 1.1. Se excluyen de dicha condición los vidrios cuya mayor dimensión no exceda de 30 cm.

TABLA 1.1

Se identifican las siguientes áreas con riesgo de impacto (véase figura 1.2):

- en puertas, el área comprendida entre el nivel del suelo, una altura de 1,50 m y una anchura igual a la de la puerta más 0,30 m a cada lado de esta;
- en paños fijos, el área comprendida entre el nivel del suelo y una altura de 0,90 m.

FIGURA 1.2.

3.3. SUA 3. Riesgo de aprisionamiento en recintos

- Cuando las puertas de un recinto tengan dispositivo para su bloqueo desde el interior y las personas puedan quedar accidentalmente atrapadas dentro del mismo, existirá algún sistema de desbloqueo de las puertas desde el exterior del recinto. Excepto en el caso de los baños o los aseos de viviendas, dichos recintos tendrán iluminación controlada desde su interior.
- En zonas de *uso público*, los aseos accesibles y cabinas de vestuarios accesibles dispondrán de un dispositivo en el interior fácilmente accesible, mediante el cual se transmita una llamada de asistencia perceptible desde un punto de control y que permita al usuario verificar que su llamada ha sido recibida, o perceptible desde un paso frecuente de personas.
- La fuerza de apertura de las puertas de salida será de 140 N, como máximo, excepto en las situadas en *itinerarios accesibles*, en las que se aplicará lo establecido en la definición de los mismos en el anejo A Terminología (como máximo 25 N, en general, 65 N cuando sean resistentes al fuego).
- Para determinar la fuerza de maniobra de apertura y cierre de las puertas de maniobra manual batientes/pivotantes y deslizantes equipadas con pestillos de media vuelta y destinadas a ser utilizadas por peatones (excluidas puertas con sistema de cierre automático y puertas equipadas con herrajes especiales, como por ejemplo los dispositivos de salida de emergencia) se empleará el método de ensayo especificado en la norma UNE-EN 12046-2:2000.

3.4. SUA 4. Riesgo por iluminación inadecuada

3.4.1. Alumbrado normal

3.4.2. Alumbrado de emergencia

3.5. SUA 5. Riesgo por alta ocupación.

No hay graderíos de estadios, pabellones,... de una ocupación de más de 3000 personas, por lo que este apartado del DB no es de aplicación.

3.6. SUA 6. Riesgo por ahogamiento

No hay piscinas, pozos o depósitos en el proyecto que puedan provocar un riesgo por ahogamiento a los usuarios.

3.7. SUA 7. Riesgo por vehículos en movimiento

3.7.1.Ámbito de aplicación

Se aplica a las zonas de uso Aparcamiento así como las vías de circulación existentes en los edificios.

3.7.2.Características constructivas

1. Las zonas de uso *Aparcamiento* dispondrán de un espacio de acceso y espera en su incorporación al exterior, con una profundidad adecuada a la longitud del tipo de vehículo y de 4,5 m como mínimo y una pendiente del 5% como máximo.
2. Todo recorrido para peatones previsto por una rampa para vehículos, excepto cuando únicamente esté previsto para caso de emergencia, tendrá una anchura de 80 cm, como mínimo, y estará protegido mediante una barrera de protección de 80 cm de altura, como mínimo, o mediante pavimento a un nivel más elevado, en cuyo caso el desnivel cumplirá lo especificado en el apartado 3.1 de la Sección SUA 1.

3.7.3.Protección de recorridos peatonales

1. En plantas de Aparcamiento con capacidad mayor que 200 vehículos o con superficie mayor que 5000 m², los itinerarios peatonales de zonas de *uso público* tendrán una anchura de 0,80 m, como mínimo, no incluida en la anchura mínima exigible a los viales para vehículos y se identificarán mediante pavimento diferenciado con pinturas o relieve, o bien dotando a dichas zonas de un nivel más elevado. Cuando dicho desnivel exceda de 55 cm, se protegerá conforme a lo que se establece en el apartado 3.2 de la sección SUA 1.
2. Frente a las puertas que comunican los aparcamientos a los que hace referencia el punto 1 anterior con otras zonas, dichos itinerarios se protegerán mediante la disposición de barreras situadas a una distancia de las puertas de 1,20 m, como mínimo, y con una altura de 80 cm, como mínimo.

3.7.4.Señalización

1. Debe señalizarse, 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;

Los aparcamientos a los que pueda acceder transporte pesado tendrán señalizado además los gálibos y las alturas limitadas.
2. Las zonas destinadas a almacenamiento y a carga o descarga deben estar señalizadas y delimitadas mediante marcas viales o pinturas en el pavimento.
3. En los accesos de vehículos a viales exteriores desde establecimientos de *uso Aparcamiento* se dispondrán dispositivos que alerten al conductor de la presencia de peatones en las proximidades de dichos accesos.

3.8. SUA 8. Riesgo por acción del rayo

3.8.1.Procedimiento de verificación

3.8.2.Tipo de instalacion exigido

3.9. SUA 9. Accesibilidad

3.9.1.Condiciones de accesibilidad

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

Dentro de los límites de las viviendas, incluidas las unifamiliares y sus zonas exteriores privativas, las condiciones de accesibilidad únicamente son exigibles en aquellas que deban ser accesibles.

1. Condiciones funcionales

a. Accesibilidad en el exterior del edificio

La parcela dispondrá al menos de un *itinerario accesible* que comunique una entrada principal al edificio, y en conjuntos de viviendas unifamiliares una entrada a la zona privativa de cada vivienda, con la vía pública y con las zonas comunes exteriores, tales como aparcamientos exteriores propios del edificio, jardines, piscinas, zonas deportivas, etc.

b. Accesibilidad entre plantas del edificio

Los edificios de *uso Residencial Vivienda* en los que haya que salvar más de dos plantas desde alguna entrada principal accesible al edificio hasta alguna vivienda o zona comunitaria, o con más de 12 viviendas en plantas sin entrada principal accesible al edificio, dispondrán de *ascensor accesible* o *rampa accesible* (conforme al apartado 4 del SUA 1) que comunique las plantas que no sean de *ocupación nula* (ver definición en el anejo SI A del DB SI) con las de entrada accesible al edificio. En el resto de los casos, el proyecto debe prever, al menos dimensional y estructuralmente, la instalación de un *ascensor accesible* que comunique dichas plantas.

Las plantas con *viviendas accesibles para usuarios de silla de ruedas* dispondrán de *ascensor accesible* o de *rampa accesible* que las comunique con las plantas con entrada accesible al edificio y con las que tengan elementos asociados a dichas viviendas o zonas comunitarias, tales como trastero o plaza de aparcamiento de la vivienda accesible, sala de comunidad, tendedero, etc.

Los edificios de otros usos en los que haya que salvar más de dos plantas desde alguna entrada principal accesible al edificio hasta alguna planta que no sea de *ocupación nula*, o cuando en total existan más de 200 m² de *superficie útil* (ver definición en el anejo SI A del DB SI) excluida la superficie de *zonas de ocupación nula* en plantas sin entrada accesible al edificio, dispondrán de *ascensor accesible* o *rampa accesible* que comunique las plantas que no sean de *ocupación nula* con las de entrada accesible al edificio. Las plantas que tengan zonas de *uso público* con más de 100 m² de *superficie útil* o elementos accesibles, tales como *plazas de aparcamiento accesibles*, *alojamientos accesibles*, *plazas reservadas*, etc., dispondrán de *ascensor accesible* o *rampa accesible* que las comunique con las de entrada accesible al edificio.

c. Accesibilidad en las plantas del edificio

Los edificios de *uso Residencial Vivienda* dispondrán de un *itinerario accesible* que comunique el acceso accesible a toda planta (entrada principal accesible al edificio, ascensor accesible o previsión del mismo, rampa accesible) con las viviendas, con las zonas de uso comunitario y con los elementos asociados a *viviendas accesibles para usuarios de silla de ruedas*, tales como trasteros, *plazas de aparcamiento accesibles*, etc., situados en la misma planta.

Los edificios de otros usos dispondrán de un *itinerario accesible* que comunique, en cada planta, el acceso accesible a ella (entrada principal accesible al edificio, ascensor accesible, rampa accesible) con las zonas de *uso público*, con todo *origen de evacuación* (ver definición en el anejo SI A del DB SI) de las zonas de *uso privado* exceptuando las *zonas de ocupación nula*, y con los elementos accesibles, tales como *plazas de aparcamiento accesibles*, *servicios higiénicos accesibles*, *plazas*

reservadas en salones de actos y en zonas de espera con asientos fijos, *alojamientos accesibles, puntos de atención accesibles, etc.*

2. Dotación de elementos accesibles
- Plazas de aparcamientos accesibles

Todo edificio de uso *Residencial Vivienda* con aparcamiento propio contará con una *plaza de aparcamiento accesible* por cada *vivienda accesible para usuarios de silla de ruedas*.

En otros usos, todo edificio o establecimiento con aparcamiento propio cuya superficie construida exceda de 100 m² contará con las siguientes *plazas de aparcamiento accesibles*:

- a. En uso *Residencial Público*, una plaza accesible por cada *alojamiento accesible*.
- b. En uso *Comercial, Pública Concurrencia o Aparcamiento de uso público*, una plaza accesible por cada 33 plazas de aparcamiento o fracción.
- c. En cualquier otro uso, una plaza accesible por cada 50 plazas de aparcamiento o fracción, hasta 200 plazas y una plaza accesible más por cada 100 plazas adicionales o fracción.

En todo caso, dichos aparcamientos dispondrán al menos de una *plaza de aparcamiento accesible* por cada *plaza reservada para usuarios de silla de ruedas*.

- Plazas reservadas

Los espacios con asientos fijos para el público, tales como auditorios, cines, salones de actos, espectáculos, etc., dispondrán de la siguiente reserva de plazas:

- a. Una *plaza reservada para usuarios de silla de ruedas* por cada 100 plazas o fracción.
- b. En espacios con más de 50 asientos fijos y en los que la actividad tenga una componente auditiva, una *plaza reservada para personas con discapacidad auditiva* por cada 50 plazas o fracción.

Las zonas de espera con asientos fijos dispondrán de una *plaza reservada para usuarios de silla de ruedas* por cada 100 asientos o fracción.

- Servicios higiénicos accesibles

Siempre que sea exigible la existencia de aseos o de vestuarios por alguna disposición legal de obligado cumplimiento, existirá al menos:

- a. Un aseo accesible por cada 10 unidades o fracción de inodoros instalados, pudiendo ser de uso compartido para ambos sexos.
- b. En cada vestuario, una cabina de vestuario accesible, un aseo accesible y una ducha accesible por cada 10 unidades o fracción de los instalados. En el caso de que el vestuario no esté distribuido en cabinas individuales, se dispondrá al menos una cabina accesible.

- Mobiliario fijo

El mobiliario fijo de zonas de atención al público incluirá al menos un *punto de atención accesible*. Como alternativa a lo anterior, se podrá disponer un *punto de llamada accesible* para recibir asistencia.

- Mecanismos

Excepto en el interior de las viviendas y en las *zonas de ocupación nula*, los interruptores, los dispositivos de intercomunicación y los pulsadores de alarma serán *mecanismos accesibles*.

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

4. EXIGENCIAS BÁSICAS DE SALUBRIDAD (DB-HS)

4.0. Objeto de la norma

- Objeto

Este Documento Básico (DB) tiene por objeto establecer reglas y procedimientos que permiten cumplir las exigencias básicas de salubridad. Las secciones de este DB se corresponden con las exigencias básicas HS 1 a HS 5. La correcta aplicación de cada sección supone el cumplimiento de la exigencia básica correspondiente. La correcta aplicación del conjunto del DB supone que se satisface el requisito básico "Higiene, salud y protección del medio ambiente".

Repaso general del Documento Básico de Salubridad en el que se describen los aspectos más significativos del mismo.

Tanto el objetivo del requisito básico "Higiene, salud y protección del medio ambiente", como las exigencias básicas se establecen en el artículo 13 de la Parte I de este CTE y son los siguientes:

Artículo 13. Exigencias básicas de salubridad (HS)

1. El objetivo del requisito básico "Higiene, salud y protección del medio ambiente", tratado en adelante bajo el término salubridad, consiste en reducir a límites aceptables el riesgo de que los usuarios, dentro de los edificios y en condiciones normales de utilización, padezcan molestias o enfermedades, así como el riesgo de que los edificios se deterioren y de que deterioren el medio ambiente en su entorno inmediato, como consecuencia de las características de su proyecto, construcción, uso y mantenimiento.

2. Para satisfacer este objetivo, los edificios se proyectarán, construirán, mantendrán y utilizarán de tal forma que se cumplan las exigencias básicas que se establecen en los apartados siguientes.

3. El Documento Básico "DB HS Salubridad" especifica parámetros objetivos y procedimientos cuyo cumplimiento asegura la satisfacción de las exigencias básicas y la superación de los niveles mínimos de calidad propios del requisito básico de salubridad.

13.1 Exigencia básica HS 1: Protección frente a la humedad

Se limitará el riesgo previsible de presencia inadecuada de agua o humedad en el interior de los edificios y en sus cerramientos como consecuencia del agua procedente de precipitaciones atmosféricas, de escorrentías, del terreno o de condensaciones, disponiendo medios que impidan su penetración o, en su caso permitan su evacuación sin producción de daños.

13.2 Exigencia básica HS 2: Recogida y evacuación de residuos

Los edificios dispondrán de espacios y medios para extraer los residuos ordinarios generados en ellos de forma acorde con el sistema público de recogida de tal forma que se facilite la adecuada separación en origen de dichos residuos, la recogida selectiva de los mismos y su posterior gestión. Para dimensionar los sistemas de recogida de residuos el CTE nos da unas tablas. A continuación se muestra un ejemplo.

13.3 Exigencia básica HS 3: Calidad del aire interior

1 Los edificios dispondrán de medios para que sus recintos se puedan ventilar adecuadamente, eliminando los contaminantes que se produzcan de forma habitual durante el uso normal de los edificios, de forma que se aporte un caudal suficiente de aire exterior y se garantice la extracción y expulsión del aire viciado por los contaminantes.

2 Para limitar el riesgo de contaminación del aire interior de los edificios y del entorno exterior en fachadas y patios, la evacuación de productos de combustión de las instalaciones térmicas se

producirá, con carácter general, por la cubierta del edificio, con independencia del tipo de combustible y del aparato que se utilice, de acuerdo con la reglamentación específica sobre instalaciones térmicas.

13.4 Exigencia básica HS 4: Suministro de agua

Los edificios dispondrán de medios adecuados para suministrar al equipamiento higiénico previsto agua apta para el consumo de forma sostenible, aportando caudales suficientes para su funcionamiento, sin alteración de las propiedades de aptitud para el consumo e impidiendo los posibles retornos que puedan contaminar la red, incorporando medios que permitan el ahorro y el control del agua.

Los equipos de producción de agua caliente dotados de sistemas de acumulación y los puntos terminales de utilización tendrán unas características tales que eviten el desarrollo de gérmenes patógenos.

13.5 Exigencia básica HS 5: Evacuación de aguas

Los edificios dispondrán de medios adecuados para extraer las aguas residuales generadas en ellos de forma independiente o conjunta con las precipitaciones atmosféricas y con las escorrentías.

II Ambito de aplicación

El ámbito de aplicación en este DB se especifica, para cada sección de las que se compone el mismo, en sus respectivos apartados.

El contenido de este DB se refiere únicamente a las exigencias básicas relacionadas con el requisito básico "Higiene, salud y protección del medio ambiente". También deben cumplirse las exigencias básicas de los demás requisitos básicos, lo que se posibilita mediante la aplicación del DB correspondiente a cada uno de ellos.

4.1. PROTECCIÓN FRENTE A LA HUMEDAD

4.2. RECOGIDA Y EVACUACIÓN DE RESIDUOS

4.3. CALIDAD DE AIRE INTERIOR (HS-3)

4.3.1. Generalidades

- 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.
- Para locales de cualquier otro tipo se considera que se cumplen las exigencias básicas si se observan las condiciones establecidas en el RITE.

4.3.2 Procedimiento de verificación

- Para la aplicación de esta sección debe seguirse la secuencia de verificaciones que se expone a continuación.
- Cumplimiento de las condiciones establecidas para los caudales del apartado 2.
- Cumplimiento de las condiciones de diseño del sistema de ventilación del apartado 3:
 - para cada tipo de *local*, el tipo de ventilación y las condiciones relativas a los medios de ventilación, ya sea natural, mecánica o híbrida;
 - las condiciones relativas a los elementos constructivos siguientes:
 - aberturas y bocas de ventilación
 - conductos de admisión;
 - conductos de extracción para ventilación híbrida;
 - conductos de extracción para ventilación mecánica;
 - aspiradores híbridos, aspiradores mecánicos y extractores;
 - ventanas y puertas exteriores.
- Cumplimiento de las condiciones de dimensionado del apartado 4 relativas a los elementos constructivos.
- Cumplimiento de las condiciones de los productos de construcción del apartado 5.
- Cumplimiento de las condiciones de construcción del apartado 6.
- Cumplimiento de las condiciones de mantenimiento y conservación del apartado 7.

4.3.2. Caracterización y cuantificación de las exigencias

El caudal de ventilación mínimo para los locales se obtiene en la tabla 2.1:

Tabla 2.1 Caudales de ventilación mínimos exigidos

		Caudal de ventilación mínimo exigido q_v en l/s		
		Por ocupante	Por m ² útil	En función de otros parámetros
Locales	Dormitorios	5		
	Salas de estar y comedores	3		
	Aseos y cuartos de baño			15 por local
	Cocinas		2	50 por local ⁽¹⁾
	Trasteros y sus zonas comunes		0,7	
	Aparcamientos y garajes			120 por plaza
	Almacenes de residuos		10	

⁽¹⁾ Este es el caudal correspondiente a la ventilación adicional específica de la cocina (véase el párrafo 3 del apartado 3.1.1).

El aparcamiento del proyecto cuenta con 150 plazas, por tanto es necesaria un caudal de ventilación mínimo de $150 \cdot 120 = 18.000$ l/s.

4.3.3. Diseño de aparcamientos y garajes (DB-SE-H3 3.1.4)

En un primer momento compruebo que las aberturas del aparcamiento son suficientes para permitir la ventilación natural. Para ello deben haber aberturas mixtas al menos en dos zonas opuestas de la fachada. Esta condición, sin entrar a valorar otros parámetros de superficies

abierta o distancias de separación entre aberturas no se cumple, por tanto se debe calcular medios de ventilación mecánica.

- Medios de ventilación mecánica (DB-SE-H3 3.1.4.2)

- La ventilación debe ser para uso exclusivo del aparcamiento, salvo cuando los trasteros estén situados en el propio recinto del aparcamiento, en cuyo caso la ventilación puede ser conjunta, respetando en todo caso la posible compartimentación de los trasteros como zona de riesgo especial, conforme al SI 1-2.
- La ventilación debe realizarse por depresión y puede utilizarse una de las siguientes opciones:
 - con extracción mecánica;
 - 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:
 - haya una abertura de admisión y otra de extracción por cada 100 m² de superficie útil;
 - la separación entre aberturas de extracción más próximas sea menor que 10 m.
- Como mínimo deben emplazarse dos terceras partes de las aberturas de extracción a una distancia del techo menor o igual a 0,5 m.
- En los aparcamientos compartimentados en los que la ventilación sea conjunta deben disponerse las aberturas de admisión en los compartimentos y las de extracción en las zonas de circulación comunes de tal forma que en cada compartimento se disponga al menos una abertura de admisión.
- 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.
- 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 50 p.p.m. en aparcamientos donde se prevea que existan empleados y una concentración de 100 p.p.m. en caso contrario.

4.3.4. Condiciones particulares de los elementos

1. Aberturas y bocas de ventilación

- En ausencia de norma urbanística que regule sus dimensiones, los espacios exteriores y los patios con los que comuniquen directamente los locales mediante aberturas de admisión, aberturas mixtas o bocas de toma deben permitir que en su planta se pueda inscribir un círculo cuyo diámetro sea igual a un tercio de la altura del cerramiento más bajo de los que lo delimitan y no menor que 3 m.
- Pueden utilizarse como abertura de paso un aireador o la holgura existente entre las hojas de las puertas y el suelo.
- Las aberturas de ventilación en contacto con el exterior deben disponerse de tal forma que se evite la entrada de agua de lluvia o estar dotadas de elementos adecuados para el mismo fin.
- Las bocas de expulsión deben situarse en la cubierta del edificio separadas 3 m como mínimo, de cualquier elemento de entrada de ventilación (boca de toma, abertura de admisión, puerta exterior y ventana) y de los espacios donde pueda haber personas de forma habitual, tales como terrazas, galerías, miradores, balcones, etc.
- En el caso de ventilación híbrida, la boca de expulsión debe ubicarse en la cubierta del edificio a una altura sobre ella de 1 m como mínimo y debe superar las siguientes alturas en función de su emplazamiento
 - la altura de cualquier obstáculo que esté a una distancia comprendida entre 2 y 10 m;
 - 1,3 veces la altura de cualquier obstáculo que esté a una distancia menor o igual que 2 m
 - 2 m en cubiertas transitables.

2. Conductos de admisión

- a Los conductos deben tener sección uniforme y carecer de obstáculos en todo su recorrido.
- b Los conductos deben tener un acabado que dificulte su ensuciamiento y deben ser practicables para su registro y limpieza cada 10 m como máximo en todo su recorrido.

3. Conductos de extracción para ventilación híbrida

- a Cada conducto de extracción debe disponer de un aspirador híbrido situado después de la última abertura de extracción en el sentido del flujo del aire.
- b Los conductos deben ser verticales.
- c Si los conductos son colectivos no deben servir a más de 6 plantas. Los conductos de las dos últimas plantas deben ser individuales. La conexión de las aberturas de extracción con los conductos colectivos debe hacerse a través de ramales verticales cada uno de los cuales debe desembocar en el conducto inmediatamente por debajo del ramal siguiente.
- d Los conductos deben tener sección uniforme y carecer de obstáculos en todo su recorrido.
- e Los conductos que atraviesen elementos separadores de sectores de incendio deben cumplir las condiciones de resistencia a fuego del apartado 3 de la sección S11.
- f Los conductos deben tener un acabado que dificulte su ensuciamiento y deben ser practicables para su registro y limpieza en la coronación
- g Los conductos deben ser estancos al aire para su presión de dimensionado.

4. Conductos de extracción para ventilación mecánica

- a Cada conducto de extracción debe disponer de un aspirador mecánico situado, salvo en el caso de la ventilación específica de la cocina, después de la última abertura de extracción en el sentido del flujo del aire, pudiendo varios conductos compartir un mismo aspirador, excepto en el caso de los conductos de los garajes, cuando se exija más de una red.
- b La sección de cada tramo del conducto comprendido entre dos puntos consecutivos con -aporte o salida de aire debe ser uniforme.
- c Los conductos deben tener un acabado que dificulte su ensuciamiento y ser practicables para su registro y limpieza en la coronación.
- d Cuando se prevea que en las paredes de los conductos pueda alcanzarse la temperatura de rocío éstos deben aislarse térmicamente de tal forma que se evite que se produzcan condensaciones.
- e Los conductos que atraviesen elementos separadores de sectores de incendio deben cumplir las condiciones de resistencia a fuego del apartado 3 de la sección S11.
- f Los conductos deben ser estancos al aire para su presión de dimensionado.
- g Cuando el conducto para la ventilación específica adicional de las cocinas sea colectivo, cada extractor debe conectarse al mismo mediante un ramal que debe desembocar en el conducto de extracción inmediatamente por debajo del ramal siguiente.

5. Aspiradores híbridos, aspiradores mecánicos y extractores

- a Los aspiradores mecánicos y los aspiradores híbridos deben disponerse en un lugar accesible para realizar su limpieza.
- b Previo a los extractores de las cocinas debe disponerse un filtro de grasas y aceites dotado de un dispositivo que indique cuando debe reemplazarse o limpiarse dicho filtro.

- c Debe disponerse un sistema automático que actúe de tal forma que todos los aspiradores híbridos y mecánicos de cada vivienda funcionen simultáneamente o adoptar cualquier otra solución que impida la inversión del desplazamiento del aire en todos los puntos.

6. Ventanas y puertas exteriores

- a Las ventanas y puertas exteriores que se dispongan para la ventilación natural complementaria deben estar en contacto con un espacio que tenga las mismas características que el exigido para las aberturas de admisión.

4.3.5. Dimensionado

1. Aberturas de ventilación

- a) El área efectiva total de las aberturas de ventilación de cada local debe ser como mínimo la mayor de las que se obtienen mediante las fórmulas que figuran en la tabla 4.1.

Tabla 4.1 Área efectiva de las aberturas de ventilación de un local en cm^2

Aberturas de ventilación	Aberturas de admisión	$4 \cdot q_v$ ó $4 \cdot q_{va}$
	Aberturas de extracción	$4 \cdot q_v$ ó $4 \cdot q_{ve}$
	Aberturas de paso	70 cm^2 ó $8 \cdot q_{vp}$
	Aberturas mixtas ⁽¹⁾	$8 \cdot q_v$

2. Conductos de extracción

- a) Conductos de extracción para ventilación híbrida

La sección de cada tramo de los conductos de extracción debe ser como mínimo la obtenida de la tabla 4.2 en función del caudal de aire en el tramo del conducto y de la clase del tiro que se determinarán de la siguiente forma:

- i) el caudal de aire en el tramo del conducto $[l/s]$, q_{vt} , que es igual a la suma de todos los caudales que pasan por las aberturas de extracción que vierten al tramo;
- ii) la clase del tiro se obtiene en la tabla 4.3 en función del número de plantas existentes entre la más baja que vierte al conducto y la última, ambas incluidas, y de la zona térmica en la que se sitúa el edificio de acuerdo con la tabla 4.

- b) La sección de cada ramal debe ser, como mínimo, igual a la mitad de la del conducto colectivo al que vierte.

3. Conductos de extracción para ventilación mecánica

- a) Cuando los conductos se dispongan contiguos a un local habitable, salvo que estén en cubierta o en locales de instalaciones o en patinillos que cumplan las condiciones que establece el DB HR, la sección nominal de cada tramo del conducto de extracción debe ser como mínimo igual a la obtenida mediante la fórmula 4.1:

$$S \geq 2,5 \cdot q_{vt} \quad (4.1)$$

siendo

q_{vt} el caudal de aire en el tramo del conducto $[l/s]$, que es igual a la suma de todos los caudales que pasan por las aberturas de extracción que vierten al tramo.

- b) Cuando los conductos se dispongan en la cubierta, la sección debe ser como mínimo igual a la obtenida mediante la fórmula
 $v \leq 1,5 \cdot q$ (4.2)

4.3 Aspiradores híbridos, aspiradores mecánicos y extractores

- 1 Deben dimensionarse de acuerdo con el caudal extraído y para una depresión suficiente para contrarrestar las pérdidas de presión previstas del sistema.
- 2 Los extractores deben dimensionarse de acuerdo con el caudal mínimo para cada cocina indicado en la tabla 2.1 para la ventilación adicional de las mismas.

4.4 Ventanas y puertas exteriores

- 1 La superficie total practicable de las ventanas y puertas exteriores de cada *local* debe ser como
(a) mínimo un veinteavo de la superficie útil del mismo. Aberturas de ventilación

4.4. SUMINISTRO DE AGUA

4.5. EVACUACIÓN DE AGUA

5. EXIGENCIAS BÁSICAS DE PROTECCIÓN FRENTE AL RUIDO (DB-HR)

5.0. Objeto, ámbito y criterios de aplicación de la norma.

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

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

El Documento Básico "DB HR Protección frente al ruido" especifica parámetros objetivos y sistemas de verificación cuyo cumplimiento asegura la satisfacción de las exigencias básicas y la superación de los niveles mínimos de calidad propios del requisito básico de protección frente al ruido.

El ámbito de aplicación del DB-HR es el que se establece como carácter general para el CTE exceptuándose los siguientes casos:

- Los *recintos ruidosos*, que se regirán por su reglamentación específica;
- Los *recintos* y edificios de pública concurrencia destinados a espectáculos, tales como auditorios, salas de música, teatros, cines, etc., que serán objeto de estudio especial en cuanto a su diseño para el acondicionamiento acústico, y se considerarán *recintos de actividad* respecto a las unidades de uso colindantes a efectos de aislamiento acústico;
- Las aulas y las salas de conferencias cuyo volumen sea mayor que 350 m³, que serán objeto de un estudio especial en cuanto a su diseño para el acondicionamiento acústico, y se considerarán *recintos protegidos* respecto de otros *recintos* y del exterior a efectos de aislamiento acústico;
- Las obras de ampliación, modificación, reforma o rehabilitación en los edificios existentes, salvo cuando se trate de rehabilitación integral. Asimismo quedan excluidas las obras de rehabilitación integral de los edificios protegidos oficialmente en razón de su catalogación, como bienes de interés cultural, cuando el cumplimiento de las exigencias suponga alterar la configuración de su *fachada* o su distribución o acabado interior, de modo incompatible con la conservación de dichos edificios.

El contenido de este DB se refiere únicamente a las exigencias básicas relacionadas con el requisito básico "Protección frente al ruido". También deben cumplirse las exigencias básicas de los demás requisitos básicos, lo que se posibilita mediante la aplicación del DB correspondiente a cada uno de ellos.

- 5.1. Generalidades
- 5.2. Caracterización y cuantificación de las exigencias
 - 5.2.1. Valores límite de aislamiento
 - 5.2.2. Valores límite de tiempo de reverberación
 - 5.2.3. Ruido y vibraciones de las instalaciones
- 5.3. Diseño y dimensionamiento
 - 5.3.1. Aislamiento acústico a ruido aéreo y ruido de impactos
 - 5.3.2. Tiempo de reverberación y absorción acústica
 - 5.3.3. Ruido y vibraciones de las instalaciones
- 5.4. Productos de construcción
 - 5.4.1. Características exigibles a los productos
 - 5.4.2. Características exigibles a los elementos constructivos
 - 5.4.3. Control de recepción en obra de productos
- 5.5. Construcción
 - 5.5.1. Ejecución
 - 5.5.2. Control de ejecución
 - 5.5.3. Control de obra terminada
- 5.6. Mantenimiento y conservación

6. EXIGENCIAS BÁSICAS DE AHORRO DE ENERGÍA (DB-HE)

6.0. Objeto, ámbito y criterios de aplicación de la norma

Objeto

Artículo 15. Exigencias básicas de ahorro de energía (HE)

- 1) El objetivo del requisito básico "Ahorro de energía" consiste en conseguir un uso racional de la energía necesaria para la utilización de los edificios, reduciendo a límites sostenibles su consumo y conseguir asimismo que una parte de este consumo proceda de fuentes de energía renovable, como consecuencia de las características de su proyecto, construcción, uso y mantenimiento.
- 2) Para satisfacer este objetivo, los edificios se proyectarán, construirán, utilizarán y mantendrán de forma que se cumplan las exigencias básicas que se establecen en los apartados siguientes.
- 3) El Documento Básico "DB HE Ahorro de energía" especifica parámetros objetivos y procedimientos cuyo cumplimiento asegura la satisfacción de las exigencias básicas y la superación de los niveles mínimos de calidad propios del requisito básico de ahorro de energía.

Exigencias

- 15.1 Exigencia básica HE 1: Limitación de demanda energética

Los edificios dispondrán de una envolvente de características tales que limite adecuadamente la demanda energética necesaria para alcanzar el bienestar térmico en función del clima de la localidad, del uso del edificio y del régimen de verano y de invierno, así como por sus características de aislamiento e inercia, permeabilidad al aire y exposición a la radiación solar, reduciendo el riesgo de aparición de humedades de condensación superficiales e intersticiales que puedan perjudicar sus características y tratando adecuadamente los puentes térmicos para limitar las pérdidas o ganancias de calor y evitar problemas higrotérmicos en los mismos.

- 15.2 Exigencia básica HE 2: Rendimiento de las instalaciones térmicas

Los edificios dispondrán de instalaciones térmicas apropiadas destinadas a proporcionar el bienestar térmico de sus ocupantes. Esta exigencia se desarrolla actualmente en el vigente Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios, RITE, y su aplicación quedará definida en el proyecto del edificio.

- 15.3 Exigencia básica HE 3: Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación

Los edificios dispondrán de instalaciones de iluminación adecuadas a las necesidades de sus usuarios y a la vez eficientes energéticamente disponiendo de un sistema de control que permita ajustar el encendido a la ocupación real de la zona, así como de un sistema de regulación que optimice el aprovechamiento de la luz natural, en las zonas que reúnan unas determinadas condiciones.

- 15.4 Exigencia básica HE 4: Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria

En los edificios, con previsión de demanda de agua caliente sanitaria o de climatización de piscina cubierta, en los que así se establezca en este CTE, una parte de las necesidades energéticas

térmicas derivadas de esa demanda se cubrirá mediante la incorporación en los mismos de sistemas de captación, almacenamiento y utilización de energía solar de baja temperatura, adecuada a la radiación solar global de su emplazamiento y a la demanda de agua caliente del edificio o de la piscina. Los valores derivados de esta exigencia básica tendrán la consideración de mínimos, sin perjuicio de valores que puedan ser establecidos por las administraciones competentes y que contribuyan a la sostenibilidad, atendiendo a las características propias de su localización y ámbito territorial.

- 15.5. Exigencia básica HE 5: Contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica

En los edificios que así se establezca en este CTE se incorporarán sistemas de captación y transformación de energía solar en energía eléctrica por procedimientos fotovoltaicos para uso propio o suministro a la red. Los valores derivados de esta exigencia básica tendrán la consideración de mínimos, sin perjuicio de valores más estrictos que puedan ser establecidos por las administraciones competentes y que contribuyan a la sostenibilidad, atendiendo a las características propias de su localización y ámbito territorial.

6.1. HE 1. Limitación de demanda energética

6.2. HE 2. Rendimiento de las instalaciones energéticas

6.3. HE 3. Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación

6.4. HE 4. Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria

6.5. HE 5. Contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica

MEMORIA IV. ESTRUCTURAS

1. JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA

1.1. Objeto del proyecto

El tema del proyecto es una estación intermodal con sus respectivos servicios complementarios que den servicio a dicha estación de metro, bus y taxi. También se añadirá al conjunto un quiosco, cafetería y oficinas.

El proyecto se ordena mediante diferentes plataformas que delimitan los cada uno de los diferentes espacios y así salvar la gran cantidad de desniveles y la diferencia de cotas que existen en la parcela. La predominancia de la horizontalidad del proyecto en un entorno tan *poco plano* hace que parte del conjunto se encuentre enterrado, semienterrado o completamente volado, pero siempre predominando unos grandes planos donde la estructura sustentante pase inadvertida.

Se ha intentado que la idea de este de proyecto, que es detallada descriptivamente en mayor profundidad en la parte I de la memoria, quede reflejada en la estructura y por ello he pretendido que la ideación del proyecto se haya realizado junto al diseño de la solución estructural para conseguir un resultado final lo más coherente posible. El resultado final y la toma de decisiones en cada momento hasta llegar a ese punto se explican a continuación.

1.2. Descripción de la solución estructural proyectada

La estructura del proyecto consta de los siguientes espacios principales:

- Sótano de aparcamiento prácticamente enterrado. La elección de que este espacio sea enterrado es por criterios proyectuales, pues se ha querido que la *circulación de máquinas* estuviera muy jerarquizada e independiente de la del peatón otorgándole a éste último el mayor protagonismo posible. Este espacio está formado por un muro de sótano perimetral de hormigón armado con una red de pilares organizados en una malla ortogonal de 8x8 m, que están sobre un alosa cimentación y que soportan un forjado de losa maciza de hormigón armado.
- La estructura sustentante de la edificación de superficie (sobre cota 5,40 m) se sitúa en una banda central del edificio en superficie desde donde vuelan los forjados de las oficinas. Estos elementos sustentantes son principalmente dos: pilares de acero laminado en superficie y muros de hormigón armado. Estos muros además ayudan a rigidilizar la estructura y la dotan de la estabilidad a esfuerzos horizontales necesaria.
- Los forjados son de dos tipos, losa maciza en techo de sótano así como en elementos dentro de los núcleos de comunicación; y aligerado in situ con piezas de poliestireno expandido más unas armaduras de postesado que son los forjados tipo *Plataforma*, elementos que caracterizan la imagen del proyecto.

Los materiales de la estructura, como he adelantado en son los siguientes:

Acero laminado	Pilares de la estructura aérea
Hormigón armado	Pilares de sótano Muros de sótano Muros de la estructura aérea Forjados aligerados Forjados de losa maciza

A continuación describiré con más detalle y justificadamente la elección de cada sistema estructural y su material estructural.

1.3. Justificación de la cimentación

En un principio había pensado en muros de sótano de hormigón armado sobre zapatas continuas y zapatas cuadradas aisladas. Sin embargo, en los primeros predimensionados de la estructura obtenía que las dimensiones de las zapatas en algunas zonas ocupan un área superior al 50 %. Esto se da sobre todo en las zapatas que reciben la carga de soportes de la banda central. Por todo esto he considerado realizar una cimentación por losa. Aunque la idea era que fuera una losa aligerada, nuevamente, el hecho de que solo unas pocas zonas de la cimentación estuvieran aligeradas, ha hecho que la cimentación sea por losa de cimentación.

La losa tendrá como límites en sus bordes los muros de sótano, no teniendo éstos talón que sería la continuación de la losa. Este elemento del muro tiene ventajas mecánicas, pues aumenta el rozamiento del muro con lo que tiene una mejor resistencia al empuje activo. Sin embargo, dado que los muros forman con la losa y los forjados con lo que la deformación del muro de sótano es pequeña y el elemento de talón supondría un mayor coste económico y un mayor trabajo en el proceso constructivo que no llegaría a compensar las mejoras mecánicas de este elemento.

Dadas las dimensiones de la estructura y que una parte de ella que una parte de ella es de mayor altura que la otra, parece que las cargas que transmite a la cimentación y con ello las tensiones al terreno pueden variar sustancialmente de una parte a la otra y podrían provocar en un principio graves problemas como asientos diferenciales importantes. Una solución adecuada podría ser dividir la losa de cimentación en dos sublosas mediante una junta estructural que permita que los asientos de cada sublosa se efectúen de manera autónoma, además de con ello, impedir riesgos de basculamiento de la estructura hacia la zona más cargada.

Haciendo una pequeña comprobación del efecto de estas sublosas,¹ suponiendo que cada sublosa equivale a la parte de la losa bajo la que esta cada parte del edificio y teniendo la resultante de las cargas dentro del núcleo central de inercia de cada sublosa, obtenemos la distorsión angular entre las dos sublosas es de 0.0016 y que es inferior a $\beta_{\max} 1/500$, es decir, que podría hacer una cimentación con una misma losa aunque dado las grandes dimensiones de la losa serían necesarias juntas de construcción. Esta comprobación rápida se ha hecho suponiendo que el comportamiento del suelo es elástico y homogéneo por lo que podría aplicar un comportamiento del terreno con el modelo Winkler ya que puedo obtener el coeficiente de Balasto.

¹ La división entre ambas sublosas se encuentra en el eje vertical 12, que supondría que en sótano habría que buscar una solución de soporte con una junta a diapasón por ejemplo. En plantas superiores, la continuación de la junta no sería tan problemática pues se encuentra entre el cerramiento y el exterior o entre cerramiento pesado y cerramiento ligero.

El modelo Winkler de terreno, lo he aplicado a la hora de calcular la cimentación por losa y explico posteriormente a que conclusiones y con que simplificaciones he partido.

1.4. Justificación de la estabilidad horizontal

El edificio, desde su idealización formal, consiste en grandes plataformas en forma de forjados muy definidos. Estos forjados, que como elementos estructurales, cuentan con una gran rigidez propia frente a esfuerzos horizontales, deben poder transmitir esos esfuerzos al terreno sin comprometer la estabilidad del sistema estructural. Para este fin, he pensado que los núcleos de comunicaciones puedan ser esos apoyos de la estructura que garanticen este fin., pues son elementos que comunican todos los niveles. Para conseguir este efecto, los núcleos tendrán la máxima rigidez posible para que puedan absorber las grandes sollicitaciones que los forjados puedan transmitirle.

Los núcleos de comunicación que realmente rigidilizan a la estructura son el 3 y 4 y están formados por una caja de hormigón, en caso del primero, y por dos pantallas de hormigón arriostradas en los forjado en segundo caso.

Ayudando a esta labor estabilizadora, también estarían las cajas de ascensores, que aunque no las he tenido en cuenta en el cálculo de estas condiciones, en realidad sí que aportan rigidez, de manera que aumento el factor de seguridad de la estructura.

1.5. Descripción de los modelos de cálculo

El cálculo de las sollicitaciones de la estructura que han servido para el dimensionamiento ha sido desde el análisis estructural elástico y lineal no teniendo en cuenta los efectos de segundo orden. Si bien, este modelo de cálculo no es el real, sí que es una aproximación bastante acertada. Esto se debe a que dado la incertidumbre, en mayor o menor medida según la habilidad del proyectista, de adivinar el comportamiento real de la estructura, el cálculo elástico y lineal aporta una serie de beneficios económicos, pues mucho menos complejo que otros y por tanto mucho más rápido de obtener resultados. Además, los resultados que se obtienen de este modelo aportan una ductilidad mayor que el que obtendríamos con otro modelo de comportamiento. Esta cualidad, de ductilidad, permite que en la vida real, la estructura pueda tener un mejor comportamiento a acciones dinámicas como el sismo y sobretodo produce que el colapso de la estructura se produzca dúctilmente, es decir, la estructura deforma enormemente antes de que rompa, lo que supone que preveamos el colapso de la estructura.

El terreno se considera que es un elemento elástico y homogéneo con lo que la distribución de tensiones es uniforme por lo que conociendo el coeficiente de Balasto (anexo E CTE DB-SE-C) puedo hallar los asientos de la losa.

El dimensionamiento del proyecto de estructura se ha realizado mediante la obtención de los esfuerzos y deformaciones por medio de un programa informático (explico posteriormente como he realizado la modelización de la estructura) y comparando estos resultados (E_d) con la resistencia máxima (R_d) que puede admitir los materiales estructurales que he utilizado en cada elemento cumpliéndose que:

$$E_d \leq R_d$$

Para un dimensionamiento con un mayor grado de seguridad, las acciones han sido mayoradas y la resistencia de los materiales han sido minoradas, tal y como explicaré posteriormente. Además el modelo estructural ha sido modelizado aplicando una serie de simplificaciones que servían para un cálculo de la estructura más sencillo, tal y como explicaré más adelante, y que además implica una serie de mejoras en coeficientes de seguridad pues implica un cálculo menos riguroso pero bastante más conservador.

El modelo de cálculo introducido en el programa de cálculo queda definido en los planos anexos a esta memoria.

2. SEGURIDAD ESTRUCTURAL

2.1. Programa de necesidades

En el diseño y cálculo de esta estructura se ha tenido en cuenta el uso y características de cada espacio y su correspondiente estructura. Al ser un espacio público con gran afluencia de personas, las sobrecargas de uso son bastante grandes. El peso propio de los elementos tienen un rango de magnitud normal excepto para algunas zonas donde el forjado debe soportar una capa de terreno que aloja vegetación.

La geometría singular de una parte del proyecto así como las cargas y sobrecargas tan elevadas en algunos puntos hace que el proyecto de estructuras sea bastante complejo y sean estos puntos donde hay que hacer un especial seguimiento. Estos son principalmente:

- Forjado techo de sótano. Hay una diferencia de carga permanente muy importante entre la parte donde existe terreno y vegetación por encima y el resto.
- Forjados tipo plataforma. Las características principales son sus grandes vuelos y la estructura sustentante en una banda central con una gran luz central. Esto provoca unas grandes deformaciones que implican unos grandes voladizos y que estos elementos estén postesados.

2.2. Periodo de servicio

La estructura se considera que va a tener un período de servicio (vida útil en la EHE 08) de 100 años. El valor más habitual es de 50 años, sin embargo dada la función del edificio, estación de transporte, considero que tiene la importancia suficiente como para que su estructura se dimensione para este periodo mayor de tiempo.

2.3. Tipo de modelo estructural

En el cálculo se ha considerado un modelo estructural tridimensional formado por elementos finitos para modelizar los muros y forjados y elementos lineales para los soportes. Este modelo se ha utilizado para obtener las solicitaciones de la estructura mediante el programa de cálculo SAP 2000. En él se han obtenido los valores de los esfuerzos y los movimientos que soporta la estructura.

En el modelo geométrico antes explicado, se han considerado una serie de simplificaciones que han facilitado la modelización y la obtención de resultados de la estructura. Estas simplificaciones sin embargo han significado un alejamiento del resultado exacto y real de la estructura pero hacia un punto más conservador con lo que se aumenta el grado de seguridad de la estructura. Estas han sido:

- Propiedades mecánicas de los forjados aligerados in situ. Las características geométricas de los forjados se han obtenido suponiendo un canto y una inercia equivalente, es decir, estos elementos estructurales modelizados tienen las propiedades de área e inercia de la sección de proyecto pero interpoladas a un modelo de cómo si fueran de sección constante y homogénea.
- Postesado forjados. Las zonas por donde van en proyecto las vainas de postesado de la estructura se han modelizado como elementos finitos no aligerados, es decir, en toda la superficie de los forjados aligerados solo estas zonas son macizas corresponden, además de las

encuentros con elementos sustentantes para evitar punzonamiento y zunchos de atado. Los forjados aligerados postesados, además de esta valoración de los elementos finitos de la estructura, tienen un incremento de la rigidez del 50% ya que se considera que los elementos estructurales postesados aumentan su rigidez.

El postesado de la estructura provoca una serie de movimientos y cambios a lo largo de la vida útil que en el modelo de cálculo y en el posterior dimensionamiento no he tenido en cuenta como es el efecto de relajación de las armaduras activas. Para compensar esta falta de exactitud y poco grado de seguridad de la estructura, en el proceso de dimensionamiento de la estructura, la contraflecha que aplico es algo superior al que requería por efectos únicamente de flecha y fluencia del hormigón.

- Contraflechado de forjados. Los forjados tipo plataforma, dada su gran flecha y tal como se comprobaba en cálculos, deberán ser contraflechados para no aumentar desmesuradamente su canto. La contraflecha máxima que establezco es de 1/100 de la luz que contraflecho, pues entiendo que estos valores son asumibles dentro del uso habitual del edificio. El valor que contraflecho en punta será un valor tal que cumpla que:
flecha de cálculo – contraflecha = flecha admisible

La flecha de cálculo será la flecha activa en toda la vida del edificio, es decir, se tiene en cuenta la flecha diferida por efectos de fluencia del hormigón estando este valor en torno al doble² del valor de la flecha instantánea obtenida en el modelo de cálculo. El valor de contraflecha se establecerá en torno a 1 % de la luz porque considera que la flecha diferida, que se obtiene teniendo en cuenta la fluencia del hormigón y que es mayor en los primeros meses desde la puesta en carga. Así, por ejemplo, la deformación a los pocos meses de la puesta en carga, cuando podría comenzar a ponerse en uso el edificio, puede ser de e incluso de la mitad del valor de la flecha final y del valor de contraflechado³. Este valor irá más lentamente aumentando hasta alcanzar la flecha final que se dará en torno a los 5 años.

Estructuralmente hablando, esta solución es adecuada, sin embargo, debe comprobarse el detalle constructivo de aquellos elementos frágiles que se colocan mientras esta flectando el forjado, sobretodo en los primeros meses de vida de la estructura, para que no rompan permitiendo ciertas holguras y movimientos que actúen solidariamente con la estructura.

- Muros de sótano. En el modelo estructural, los empujes del terreno no se han tenido en cuenta. La idea es que en el cálculo y posterior dimensionamiento los muros de sótano se realicen a mano. Para ello, se han tomado los valores de axiles, momentos y cortantes que vienen de la estructura así como las reacciones sobre el terreno y se le ha añadido el efecto del empuje del terreno sobre la estructura. Así para el armado a flexión del muro, lo he modelizado como una viga biapoyada con una carga repartida que es el empuje y sin contar, por ejemplo, con los momentos que habría los extremos de muro que reducirían el armado a flexión del muro pues tienen un efecto favorable. La distribución del empuje, dado que aumenta con la profundidad y no parte de cero, pues hay una carga sobre el terreno, es una distribución trapezoidal. Simplificando, he tomado una distribución rectangular según se puede apreciar en la imagen⁴:

² La EHE (art. 50.2.2.3) establece que el coeficiente para tener en cuenta la duración de la carga ξ es de 2,0 para periodos de tiempo superiores a los 5 años (vida útil edificio). Este valor junto a otros factores a tener en cuenta establecen el valor de la flecha diferida respecto a la instantánea pero la suma de ambas será como máximo el doble de la flecha instantánea.

³ Se había contraflechado para valores de flecha máxima diferida del edificio (a partir de los 5 años, $\xi = 2,0$). A pesar de que el comportamiento real del hormigón no es lineal, podemos estimar que el valor a los 3 meses es la mitad que el final pues $\xi(3\text{meses})=1,0$.

⁴ Figura 65-2 de Proyecto y calculo de estructuras de hormigón, J. Calavera (IIª Edición)

$$0,67 \cdot k' (\gamma t \cdot H + q)$$

Siendo $k' = 1 - \text{sen}\phi$ (Angulo de rozamiento del terreno)

- Losa de cimentación. En el dimensionamiento de la losa he supuesto que el comportamiento del terreno se comporta de manera elástica y homogénea y su comportamiento se puede englobar dentro del modelo Winkler. Este modelo funciona, llanamente explicado, como si del terreno se comportara como un muelle donde la deformación del terreno es proporcional a la carga que se le aplica. Esta relación es la siguiente:
 $\delta = -K \cdot F$
 donde el coeficiente K de proporcionalidad se denomina Coeficiente de Balasto y que es diferente para cada tipo de terreno. En mi caso, para arcillas duras, he tomado un coeficiente K30 de 150 MN/m³.
- El armado de todos los elementos estructurales sometidos a flexión de hormigón armado de la estructura (todos los que he calculado) han sido obtenidos mediante el uso de ábacos.

2.4. Características mecánicas del terreno y materiales estructurales.

2.4.1. Terreno⁶

La parcela de proyecto es de una geometría muy irregular y parte de unos desniveles, taludes y rellenos que crean varios espacios a diferentes cotas. La diferencia entre el punto más alto respecto del más bajo es de aproximadamente 3 m y está formado en su mayoría por rellenos de tierra vegetal o de poca resistencia que se han ido a lo largo del tiempo depositando en el.

Simplificando la estratificación del terreno y poniendo como referencia el punto más bajo, es decir el terreno hasta el punto más alto son rellenos que no tienen ningún tipo de resistencia portante y por tanto deben eliminarse para cimentar, las diferentes capas son:

0,00 m – 1,00 m	Terrenos vegetales
1,00 m – 6,00 m	Arcillas muy duras
6,00 m – 10,00 m	Gravas consolidadas

El nivel freático se encuentra a unos 8,00 m

Como he explicado antes, será necesario para el cálculo conocer el coeficiente de balasto. Así para cada tipo de terreno:

Terreno	Coeficiente de balasto k30 (MN/m ³)
Arcillas muy duras	150
Gravas consolidadas	150

2.4.2. Materiales estructurales

La elección de los materiales estructurales se ha basado principalmente en las características propias de cada material y las posibilidades que daban. En un principio, por el carácter industrial del ferrocarril, pensaba en que el edificio predominara el acero y el vidrio, predominando por tanto el acero como material estructural más utilizado, dejando el hormigón a los forjados. Posteriormente y definida la geometría de la estructura más detalladamente, el acero como material estructural más utilizado ha pasado al hormigón quedando este únicamente para los soportes de las oficinas. Esto es debido a que las grandes luces y las grandes cargas que tiene la estructura de las oficinas hace que una estructura de acero tenga unos cantos desmesurados en comparación a las características de mi proyecto, en un primer momento había estudiado la posibilidad de un emparillado de vigas de gran canto al estilo de la Neue Nationalgalerie de Berlín. El hormigón como material estructural para los forjados sí que permite unas dimensiones más adecuadas a mi diseño pues el reparto de los esfuerzos o sus deformaciones hace que se repartan de una manera menos rígida.

Los soportes de las oficinas se han mantenido de acero pues considero que desde un punto de vista formal conjuga mejor con el muro cortina que esta de cerramiento. También he considerado que en algunos casos, donde las sollicitaciones sobre el pilar son de una gran entidad, un perfil de acero me permite unas mejores características mecánicas con unas características geométricas más conformes a la idea del proyecto, por ejemplo, con la utilización de soportes con chapas soldadas o bien, con la utilización de perfiles armados.

El resto de elementos estructurales son de hormigón armado. En el caso de los elementos estructurales del sótano, desde un punto de durabilidad y también desde un punto de vista de facilidad de ejecución parece que el material ideal es el hormigón armado.

Los diferentes materiales estructurales que se utilizan y sus características en el proyecto son:

- Hormigón

Los tipos de hormigón armado utilizados en el proyecto son diferentes según las acciones que reciben y la zona del edificio donde esté. Según este último aspecto, la calidad mínima del hormigón será definida entre otras cosas por el tipo de ambiente en el que se sitúe. Así en el proyecto, según la EHE 08 (art. 8.2.2), se obtiene una clase general de exposición (tabla 2) y si la hubiera una clase específica (tabla 3) para las diferentes zonas que distingo:

Cimentación en contacto terreno	II a	Clase normal humedad alta
Solera bajo tráfico	II a – F	Clase normal humedad alta con sales fundentes
Forjado contacto terreno	II a	Clase normal humedad alta
Resto estructura aérea	II a	Clase normal humedad alta

Para cada clase de ambiente y para garantizar la durabilidad del elemento estructural, el tipo de hormigón tendrá una resistencia característica mínima, según la EHE 08 art. 37.3.2 de $f_{ck}=25$ Mpa (HA-25) para todos los hormigones excepto para el de solera (clase normal, humedad alta con sales fundentes) que tendrá una f_{ck} mínima de 30 MPa (HA-30).

⁵ Todos los valores de coeficiente de balasto han sido obtenidos de la tabla D29 del CTE DB-SE-C.

⁶ La estratificación del terreno se ha considerado pensando en unas características del terreno parecidas a las que me podría encontrar realmente pero estos valores son irreales y escogidos aleatoriamente.

Por cuestiones de resistencia y durante el cálculo y dimensionamiento de la estructura he aumentado la calidad del hormigón obteniendo así, para cada tipo de elemento estructural, las siguientes resistencias características:

Cimentaciones y muros de sótano	HA-30
Forjado reticular (techo sótano)	HA-30
Muros	HA-30
Forjados tipo plataforma (postesados)	HA-50

Por último, faltaría conocer los valores de tomado máximo de árido (TMA) y la consistencia del hormigón:

Para el TMA la EHE en el artículo 28.3.1 indica una serie de limitaciones que en el caso más restrictivo de la estructura que planteo es 75 mm. Por ello considero un TMA inferior a este, y a falta de un preciso cálculo de dosificación, de 20 mm

La consistencia del hormigón para todos los casos es blanda, pues según la EHE art. 31.5, que los hormigones por regla general tendrá un asentamiento no inferior a 6 mm que coincida con un grado de docilidad blanda. Además, dada la gran cantidad de armadura que puede haber en determinados puntos y para evitar coqueas, parece recomendable el uso de un hormigón con el suficiente grado de compactación como es el de una consistencia blanda.

Así y con todos los datos, los tipos de hormigón armado que se utilizan en el proyecto son⁷:

Cimentaciones y muros de sótano	HA-30 /B/20/IIa-F
Forjado reticular (techo sótano)	HA-30/B/20/IIa
Muros	HA-30/B/20/IIa
Forjados tipo plataforma (postesados)	HA-50/B/20/IIa

- Acero

Los tipos de acero que se utilizan en el proyecto son de dos tipos: laminado y para armar.

Acero laminado

El acero laminado es para aquellos elementos estructurales que son de acero y que he descrito anteriormente. Este acero será del siguiente tipo:

S 275 JR

Acero laminado de $f_{yk}=275$ MPa

Acero para armar.

El acero para armar que se utiliza en el hormigón armado es de calidad:

B 500 S

Existiría un tercer tipo de acero que sería el que forman las armaduras de postesado⁸. Por las simplificaciones en el modelo de cálculo he tomado un valor que podía entrar dentro del rango de mis condiciones aunque no he calculado exactamente cual sería los valores de tesado de los tendones y por tanto tampoco puedo dimensionar el número de tendones, su resistencia o el número de vainas necesarias para el postesado de cada elemento. Así, he tomado un valor medio de que cada vaina cuenta con 4 tendones trenzados de 0.6 "(15.7 mm) y cada tendón tiene una resistencia característica f_{pk} de 1770 N/mm².

Resistencia característica de los materiales y resistencia de cálculo.

Los materiales estructurales utilizados en el proyecto y descritos anteriormente, tienen una resistencia característica f_k de:

Hormigón armado HA-30	$f_{ck} = 30$ N/mm ²
Hormigón armado HA-50	$f_{ck} = 50$ N/mm ²
Acero laminado S 275 JR	$f_{yk} = 275$ N/mm ²
Acero de armar B 500 S	$f_{yk} = 500$ N/mm ²

2.5. Geometría del modelo estructural.

Según CTE DB-SE 3.3.1.1, "El análisis estructural se realiza mediante modelos en los que intervienen las denominadas variables básicas, que representan cantidades físicas que caracterizan las acciones, influencias ambientales, propiedades de materiales y del terreno, datos geométricos, etc."

Según el artículo 17 de la EHE: "El análisis estructural consiste en la determinación de los efectos originados por las acciones sobre la totalidad o parte de la estructura, con objeto de efectuar comprobaciones en los Estados Límite Últimos y de Servicio."

Para ello es preciso realizar un modelo o idealización de la estructura, consistente en la modelización de la geometría, de los materiales, de los vínculos entre elementos y de éstos con el exterior y de las cargas.

El análisis global se realiza mediante modelos e hipótesis simplificadoras, congruentes entre sí y con la realidad proyectada. Para ello se procede con un análisis elástico y lineal a nivel global, del que se obtienen los resultados de los efectos de las acciones (y sus combinaciones).

⁷Las características del tipo de hormigón que he supuesto son planteadas con datos explicados en esta memoria como la resistencia característica mínima. Hay dos valores que no he reflejado en la memoria porque considero que la empre otros que los he calculado pero que no he reflejado como el tamaño máximo del árido (EHE 08 art. 28.3.1) ya que el valor máximo de los elementos es de 75mm y por tanto es intrascendente este cálculo cuando cualquier tamaño de árido máximo habitual en edificación es inferior a este valor y por último la consistencia del hormigón que para todos los casos he considerado blanda (B)

⁸ En la memoria constructiva explico con más detalle cada elemento del sistema de postesado, como actúa y como se instala en la estructura.

- Modelo de la estructura

La estructura del presente proyecto, tal y como se puede apreciar en la documentación gráfica, tiene una modulación muy regular. Los ejes de la estructura se sitúan en una malla ortogonal de 8,00 x 8,00 m, relación escogida por ser la que mejor convenía por cuestiones de funcionalidad del aparcamiento en el sótano. Casi la totalidad de los elementos estructurales quedan incluidos en esta modulación, solo los diferentes vuelos de los forjados de las plataformas y las líneas de los muros de sótano se escapan de esta malla.

Las alturas de los diferentes forjados han quedado definidas por las medidas mínimas necesarias para el paso de vehículos, donde es necesario, y la altura libre mínima más el paso de instalaciones en el resto de casos. Las diferentes cotas del proyecto son las medidas más complejas de comprender. En este apartado y los planos anexos a la memoria de estructura he intentado situar las cotas de nivel de forjado (cara superior del elemento estructural) y cimentaciones. Las cotas de edificio acabado (más pavimento, soldados y acabados) aparecen en las memorias descriptivas y constructivas.

Por tanto, las diferentes cotas medidas respecto a los elementos estructurales y situando la cota 0 en el nivel más bajo de la parcela:

2.6. Capacidad portante y durabilidad.

El presente proyecto cumple las exigencias relativas a la capacidad portante y a la aptitud de servicio, incluida la durabilidad, establecidas en el documento SE del CTE, así como las exigencias de resistencia y estabilidad y de aptitud al servicio estipuladas en el artículo 5.1 de la EHE-08. Las comprobaciones de resistencia se han hecho mediante métodos aproximados.

Según CTE DB-SE 3.2.1: "Se denominan estados límite aquellas situaciones para las que, de ser superadas, puede considerarse que el edificio no cumple alguna de los requisitos estructurales para las que ha sido concebido."

Según EHE-08 (Art. 8): "Se definen como Estado Límite aquellas situaciones para las que, de ser superadas, puede considerarse que la estructura no cumple alguna de las funciones para las que ha sido proyectada."

Atendiendo conjuntamente a las especificaciones del CTE y de la EHE-08 Clasificamos los Estados Límite en tres grupos:

Estados Límite

Exigencia Básica SE 1: Resistencia y estabilidad

Estados Límite Caso de ser superados, constituyen un riesgo para las personas, ya sea porque producen una puesta fuera de servicio del edificio o el colapso total o parcial del mismo:

Últimos

- pérdida de equilibrio de toda la estructura o de una parte de ella
- fallo por deformación excesiva
- transformación de la estructura o parte de ella en un mecanismo
- rotura de elementos estructurales o sus uniones
- inestabilidad de elementos estructurales

Verificación de la resistencia y de la estabilidad (capacidad portante)

Exigencia Básica SE 2: Aptitud al servicio

Estados Límite Caso de ser superados, afectan al confort y al bienestar de los usuarios o de terceras personas, al correcto funcionamiento de del edificio o a la apariencia de la construcción:

de Servicio

- deformaciones totales y/o relativas
- vibraciones
- durabilidad

Verificación de la aptitud al servicio

Estados Límite Producido por las acciones químicas, físicas o biológicas, diferentes a las cargas y acciones del análisis estructural, que pueden comprometer la capacidad portante del edificio o degradar las características del hormigón o de las armaduras hasta límites inaceptables.

de Durabilidad

Verificación de la condición $t_L \geq t_d$

t_L Tiempo necesario para que el agente agresivo produzca un ataque o degradación significativa.

t_d Valor de cálculo de la vida útil.

Para la comprobación de la seguridad de esta estructura se han utilizado métodos aproximados. Se deberían haber desarrollado dos tipos de verificaciones, en aplicación del método de los Estados Límite como procedimiento para comprobar la seguridad: por un lado, la estabilidad y la resistencia (Estados Límite Últimos); y por otro lado, la aptitud al servicio (Estados Límite de Servicio).

Los efectos debidos a la influencia de acciones químicas, físicas o biológicas a las que está sometido en edificio no se van a tener en cuenta para hacer un cálculo específico o en conjunto a los esfuerzos mecánicos. Sin embargo si qué se tendrá en cuenta estos efectos para la elección de algunos materiales o detalles constructivos. Todas estas decisiones que se han tomado por el efecto de la durabilidad para evitar la pérdida de capacidad portante y pérdida de vida útil de la estructura.

Las condiciones de durabilidad del acero quedan definidas en el capítulo 3 del CTE DB-SE-A. Así, para evitar la corrosión del acero propone una serie de estrategias para todos los niveles (conjunto de toda la estructura, sus elementos y detalles) y fases de construcción (fabricación, almacenamiento del material o puesta en obra). El CTE propone también una serie de recomendaciones como evitar que las redes de saneamiento próximas a los elementos estructurales sean inaccesibles para su registro poner en contacto el acero con otros metales o yesos. Por último, también recomienda que los materiales que se coloquen en la estructura sean compatibles así como que deben cuidarse las zonas donde pueda haber huecos o áreas de difícil acceso donde se pueda acumular suciedad o productos abrasivos como algunos productos de limpieza. Todas estas recomendaciones se han tenido en cuenta y en aquellos casos donde han existido actuaciones adicionales se explican en la memoria constructiva.

En el caso del hormigón, los procesos llevados a cabo a favor de garantizar la durabilidad de la estructura son llevados, sobretudo, según la EHE-08 Capítulo 7 (artículo 37). En primer lugar y a pesar de la obviedad, es realizar una puesta en obra y construcción de la estructura de la forma más rigurosa y fiel a lo establecido en esta memoria, como por ejemplo es aplicar exactamente los recubrimientos que se establecen pues de esta manera se garantiza las condiciones de durabilidad y no sería necesario comprobar el Estado Límite de Durabilidad. Por todo ello, se deben adoptar los siguientes aspectos de la estructura que tienen en cuenta todos los mecanismos de degradación (EHE-08 37.2.1):

a) Selección de formas estructurales adecuadas (37.2.2)

Se evitará la acumulación de agua en superficies planas y se buscará la evacuación del agua de la estructura mediante imbornales y drenajes. Se garantizará por tanto el mayor grado de impermeabilización de la estructura para evitar que por medio de la porosidad del hormigón, la presencia del agua penetre más rápidamente hasta las armaduras llegando a corroer estas. Todas estas premisas se pueden apreciar en la memoria constructiva.

b) Consecución de una calidad adecuada del hormigón (37.2.3)

Se debe garantizar una correcta dosificación (cuidar la cantidad de A/C máxima o la cantidad del hormigón según su ambiente que aparecen en el artículo 37.3), una buena puesta en obra o curado.

c) Adopción de un recubrimiento adecuada de las armaduras (37.2.4 y 37.2.5)

Un recubrimiento suficiente de las armaduras significa alargar la vida útil de la estructura pues los efectos que provocan la corrosión tardan más en aparecer. La EHE establece como

recubrimiento nominal r_{nom} el recubrimiento desde la superficie exterior del elemento estructural hasta la superficie exterior de la armadura. Éste está definido como:

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

es decir, el recubrimiento nominal sería el recubrimiento mínimo (recubrimiento que debe haber en cualquier punto de la armadura) más un margen de incremento en función del nivel de control.

Así los recubrimientos de los elementos estructurales del proyecto se establecen conociendo los siguientes parámetros: el margen de recubrimiento Δr es igual a 10 mm, pues el nivel de control de obra es normal. El recubrimiento mínimo (incluido los estribos) debe ser no inferior a 1,25 tamaño máximo del árido, en piezas hormigonadas contra el terreno, el r_{min} será de 70 mm y como normal general no inferior a los valores de las tablas del artículo 37.2.4.1 de la EHE-08, así los valores de recubrimiento mínimo serán

ELEMENTO ESTRUCTURAL	TIPO DE HORMIGÓN	r_{min}	r_{nom}
Cimentaciones y muros de sótano contra el terreno	HA-30 /B/20/IIa-F	70	70
Forjado reticular (techo sótano)	HA-30/B/20/IIa	30	40
Muros	HA-30/B/20/IIa	30	40
Forjados tipo plataforma (postesados)	HA-50/B/20/IIa	25	35

En el caso de las armaduras activas postesas los r_{min} serán como máximo 80 mm y como mínimo el mayor de los siguientes valores: 40 mm; la mitad de la vaina de mayor diámetro o grupos de vainas en contacto, tal y como se puede apreciar en la imagen inferior que aparece en la EHE-08 art. 37.2.4.2.

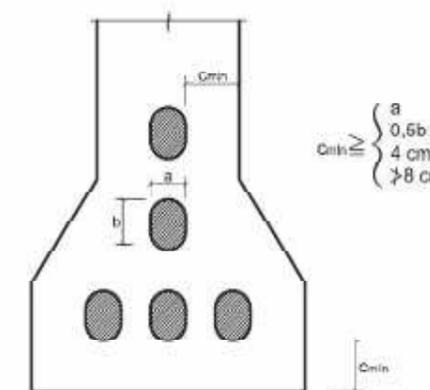


Figura 37.2.4.2

Así, en mi caso, para vainas separadas de un diámetro cada una de 60 mm, el r_{min} será en las dos direcciones de 40 mm, con lo que el r_{nom} de las armaduras activas será de 50 mm.

d) Control del valor máximo de abertura de fisura (37.2.6)

El control de la abertura de fisura es muy importante no solo desde un punto de vista de resistencia o aptitud de servicio sino que también desde la durabilidad pues una gran abertura de fisura significa una disminución de recubrimiento de la armadura y por tanto una menor durabilidad pues se aceleran por ejemplo los procesos de corrosión.

e) Disposición de protecciones superficiales (37.2.7)

Cuando existen agentes externos o casos de especial agresividad se establecen medidas especiales de protección. En mi caso, las medidas que he tomado son suficientes para garantizar la durabilidad de la estructura y su vida útil.

f) Adopción de medidas de protección de las armaduras frente a la corrosión (37.4)

Evitar la corrosión de las armaduras garantiza en una gran parte la durabilidad de la estructura y casi todas las medidas anteriores van encaminadas y ayudan a esta situación. Como en las medidas de protección de los aceros estructurales, se deben cumplir una serie de requisitos como el empleo de materiales que no reaccionen con el acero y aceleren su corrosión, como otros metales de potencial galvánico muy diferente, áridos reactivos o algún tipo de cementos con alto contenido de alcalinos en el que aceleran la corrosión en ambientes húmedos.

Además en el caso de las armaduras activas, se debe tener en cuenta el riesgo especial que se produce por la aparición de grietas microscópicas que provocan su rotura frágil y que son provocadas por microfisuras que tiene el acero de las armaduras activas, con lo que se debe cuidar el uso de algunos aditivos en el hormigón.

2.7. Acciones, combinaciones y coeficientes de seguridad.

Las acciones consideradas que soporta la estructura están ordenadas en diferentes hipótesis según sus características y que están descritas en el Anejo 2 de cálculo.

Las combinaciones de las hipótesis de cálculo que se han utilizado en el cálculo de la estructura están descritas en el Anejo 2 de cálculo. Estas combinaciones han sido realizadas utilizando las expresiones que aparecen en el CTE DB-SE 4.2.2 para las comprobaciones de capacidad portante (Estados Límites Últimos) y en el CTE DB-SE 4.3.2 para las combinaciones de aptitud de servicio (Estados Límites de Servicio). A su vez, para realizar cada combinación han sido necesarios los coeficientes parciales de seguridad (γ) y los coeficientes de simultaneidad (Ψ).

CTE DB-SE Tabla 4.1 Coeficientes parciales de seguridad (γ) para las acciones

Tipo de verificación	Tipo de acción	Situación persistente o transitoria	
		desfavorable	favorable
RESISTENCIA	Permanente		
	Peso propio, peso del terreno	1.35	0.80
	Empuje del terreno	1.35	0.70
	Presión del agua	1.20	0.90
ESTABILIDAD	Variable	1.50	0.00
		desestabilizador	Estabilizadora
	Permanente		
	Peso propio, peso del terreno	1.10	0.90
	Empuje del terreno	1.35	0.80
	Presión del agua	1.05	0.95
	Variable	1.50	0.00

Los coeficientes correspondientes a una situación extraordinaria (o sísmica) serán 1.00 si su efecto es desfavorable, y 0.00 si su efecto es favorable.
Los coeficientes correspondientes a la verificación de la resistencia del terreno son los definidos en la tabla 2.1 del DB SE-C del CTE.

CTE DB-SE Tabla 4.2 Coeficientes parciales de seguridad (Ψ) para las acciones

	Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2
Sobrecarga superficial de uso	0,7	0,5	0,3
Zonas residenciales (Categoría A)	0,7	0,5	0,3
Zonas administrativas (Categoría B)	0,7	0,7	0,6
Zonas destinadas al público (Categoría C)	0,7	0,7	0,6
Zonas comerciales (Categoría D)	0,7	0,7	0,6
Zonas de tráfico y de aparcamiento de vehículo ligeros con un peso total inferior a 30 kN (Categoría F)	0,7	0,7	0,6
Cubiertas transitables (Categoría G)	(1)		
Cubiertas accesibles únicamente para mantenimiento (Categoría H)	0	0	
Nieve			
- Para altitudes > 1000 m	0,7	0,5	0,2
- Para altitudes \leq 1000m	0,5	0,2	0
Viento	0,6	0,5	0
Temperatura	0,6	0,5	0
Acciones variables del terreno	0,7	0,7	0,7

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

Los materiales estructurales tendrán coeficientes de seguridad de minoración de la resistencia que aparecen en el CTE DB-SE-A 2.3.3 en el caso de elementos estructurales fabricados con aceros y en la tabla 15.3 de la EHE-08, en el caso de elementos fabricados con hormigón armado.

Las resistencias características de los materiales estructurales se minoran a la hora de calcular a ELU para poder así tener una estructura con un grado de seguridad mayor. Estos valores, llamados coeficientes parciales de seguridad del material aparecen en el CTE DB-SE-A 2.3.3 en el caso de elementos estructurales fabricados con aceros y en la tabla 15.3 de la EHE-08, en el caso de elementos fabricados con hormigón armado. Para cada material, estos coeficientes son:

Hormigón armado	Situación persistente: $\gamma_c = 1,5$ Situación accidental: $\gamma_c = 1,3$
Acero laminado	$\gamma_s = 1,05^9$
Acero de armar (activo y pasivo)	Situación persistente: $\gamma_s = 1,15$ Situación accidental: $\gamma_s = 1,0$

Conocidos los valores de resistencia característica (f_k) y sus coeficientes parciales de seguridad (γ) se obtienen los valores de resistencia de cálculo (f_d) de los materiales de la siguiente manera:

$$f_d = f_k / \gamma$$

2.8. Análisis y métodos de cálculo.

- Método de cálculo de la estructura

Se ha considerado para el cálculo de todos los modelos estructurales un cálculo elástico y lineal, sin la influencia de los efectos de segundo orden. Adicionalmente, en el cálculo de cada elemento se explican aquellas condiciones particulares que han sido tomadas para el cálculo de dichos elementos.

- Análisis y verificación de la estructura

La verificación de los elementos estructurales se realizará mediante coeficientes parciales, tal y como se describen en las combinaciones de acciones; así como de la respuesta estructural se tomarán valores característicos de los materiales estructurales minorando su resistencia con coeficientes de seguridad. En las verificaciones de los elementos estructurales, se tomarán los valores que se supongan más característicos de cada barra, es decir, la sección de la barra que esté más solicitada o que su combinación y características geométricas se suponga que pueda ser más desfavorable.

- Verificaciones

Se considerará que hay suficiente estabilidad en un conjunto o en partes de él independientes, si el valor de cálculo del efecto de las acciones desestabilizadoras es menor o igual que el que provoca el efecto de las acciones estabilizadoras.

Se considera que hay suficiente resistencia en la estructura portante, si para todas las situaciones de dimensionado se cumple que el valor de cálculo del efecto de las acciones (E_d)

sobre cualquier sección de un elemento es mayor o igual que el valor de la resistencia del cálculo del material (R_d) de dicho elemento, es decir se cumple que:

$$E_d \leq R_d$$

Donde los valores de las acciones han sido mayorados y la resistencia de materiales minorada para garantizar un suficiente grado de seguridad de la estructura. El comportamiento de la estructura se considera que es adecuado, en relación a sus deformaciones, vibraciones o deterioro si se cumple que en las situaciones de dimensionado, el efecto de las acciones no alcanza los límites admisibles que produce dicho efecto.

2.9. Control de calidad.

Se tomarán las medidas oportunas en desarrollo de cada fase del proyecto para que se cumplan que la obra se ha realizado según está redactado en el proyecto.

Durante la construcción de las obras la dirección de obra y el director de ejecución se encargaran los controles siguientes:

- Control de recepción en obra de productos y equipos, tal y como está descrito posteriormente en el pliego de condiciones. Para verificar el cumplimiento de las exigencias básicas de resistencia de los materiales se harán los ensayos y pruebas de los materiales estructurales. En el caso particular del hormigón se hará un control estadístico de los diferentes lotes y partidas según EHE-08.
- Control de ejecución de obra. Se verificará el replanteo, correcta ejecución y disposición de cada elemento. La comprobación se realizará con los medios y procedimientos adecuados en cada caso.
- Control de obra terminada. Se realizarán las comprobaciones y pruebas de servicio que verifiquen el correcto acabado de la obra.

Para efectos del cálculo y los condicionantes que implican a la hora de elegir recubrimientos u otras características en que difieren según el tipo de control de calidad, este proyecto tiene un control normal.

⁹ Corresponde al valor γ_{M0} , que según CTE DB-SE-A corresponde a lo

3. ACCIONES EN LA EDIFICACIÓN

3.1. Clasificación de acciones

Las acciones que se aplican sobre la estructura del presente proyecto se pueden dividir, según su variación en el tiempo en:

- Acciones permanentes (G). Son aquellas que actúan en todo instante. Pueden ser constantes como el peso propio o no, como las acciones reológicas.
- Acciones variables (Q). Son aquellas que pueden actuar o no sobre el edificio como el viento o el uso.
- Acciones accidentales (A). Son aquellas cuya probabilidad de ocurrencia es pequeña pero de gran importancia como sismo o impacto.

La clasificación según este criterio es muy importante, pues de esta manera, podemos crear las diferentes hipótesis de cálculo con cada tipo de acción y con ellas a su vez podemos crear las correspondientes combinaciones de hipótesis para poder calcular las sollicitaciones a las que está sometida la estructura.

3.2. Acciones permanentes (G)

Las acciones permanentes que actúan sobre la estructura de este proyecto son el peso propio y las acciones del terreno.

El peso propio que actúa sobre cada elemento estructural es el siguiente:

Cimentación		
Base compactada	20 kN/m3	h=0,80 m; 16kN/m2
Solera de hormigón armado c 15 cm		7,5 kN/m2
Instalaciones saneamiento		0,2 kN/m2
		23,7 kN/m2

Forjado techo sótano		
Terreno natural de relleno compresible	20 kN/m3	Plaza (h 1,50m): 30 kN/m2
Terreno vegetal	17 kN/m3	25,5 kN/m2
Elemento para forma cámara ventilada de polipropileno (PP) de 70cm de alto		0,1 kN/m2
Solera de hormigón armado de 10 cm		5 kN/m2
Pavimento granito 3 mm sobre capa mortero		1,51 kN/m2
Instalaciones colgadas		0,1 kN/m2
		Plaza: 36,61 kN/m2¹⁰ Resto 6,71 kN/m2

Cerramiento pesado de hormigón visto	25 kN/m3	h = 5,585 m y e = 0,30 m; 41,89 kN/m
Cerramiento ligero de muro cortina		h= 5,885 m; 4 kN/m2 23,54 kN/m

¹⁰ Para simplificar y facilitar el cálculo, se toma para una zona a una misma cota la situación más desfavorable, es decir, se considera que el relleno de tierra es del material con un mayor peso específico.

Forjado plataforma primera planta exterior		
Cubierta plana con acabado de grava o terreno vegetal		2,5 kN/m2
Pavimento granito 3 mm sobre capa terreno	27 kN/m3	0,81 kN/m2
Instalaciones colgadas		0,1 kN/m2
		3,41 kN/m2

Barandilla acero inoxidable de barros; h= 1,10 m		0,15 kN/m
--	--	------------------

Forjado plataforma interior oficinas		
Pavimento técnico registrable elevado de paneles con acabado de granito de 60 x 60 cm		0,75 kN/m2
Tabiquería ligera		1 kN/ m2
Instalaciones colgadas		0,1 kN/m2
		1,85 kN/m2

Muro cortina doble hoja acristalada ¹¹¹²	0,4 kN/m2	h=4,375 m; 1,75 kN/m
---	-----------	-----------------------------

Forjado plataforma cubierta		
Cubierta plana con acabado de grava o terreno vegetal		2,5 kN/m2
Pavimento granito 3 mm sobre capa terreno	27 kN/m3	0,81 kN/m2
Instalaciones colgadas		0,1 kN/m2
		3,41 kN/m2

Forjado plataforma tren		
Raíles, hormigón de pendiente e instalaciones ¹³		5 kN/m2

3.3. Acciones variables

3.3.1. Sobrecargas de uso

Las sobrecargas de uso son las cargas que gravitan sobre la estructura por razón de su uso. Para la simplificación del cálculo se puede considerar el valor de esta sobrecarga como una carga distribuida uniformemente.

Las diferentes sobrecargas de uso que inciden sobre la estructura son, según la zona, las obtenidas por la siguiente tabla 3.1 del CTE DB-SE-AE

¹¹ Se toma como peso de este elemento el máximo, es decir el acristalamiento fijo.

¹² En el apartado de predimensionado se hace una estimación del tipo de perfiles de la subestructura del muro cortina y se hace también la estimación de las cargas que transmite dicha subestructura a la estructura principal.

¹³ Se ha estimado un valor en el que se tiene en cuenta la solución de cubierta sin ventilar más el peso de las instalaciones que puede tener como las catenarias o cableados pero repartida esta carga, a veces puntual, a lo largo de todo el elemento.

Tabla 3.1. Valores característicos de las sobrecargas de uso

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

Analizando los diferentes usos y clasificándolos en las diferentes categorías que utiliza la anterior tabla obtenemos los siguientes valores:

USO PROYECTO	CATEGORIA CTE	CARGA UNIFORME
Cafetería, quiosco	D1 Locales comerciales	5 kN/m ²
Oficinas	B Zonas administrativas	2 kN/m ²
Vestíbulos oficinas	C3 Zonas sin obstáculos que impidan el libre movimiento	5 kN/m ²
Espacio públicos plazas y plataforma	F Cubiertas transitable. Uso público, acceso a ellas desde clase B y C5	2 kN/m ² 5 kN/m ²
Instalaciones estación y andenes	C5 Zonas de aglomeración	5 kN/m ²
Cubierta edificio	G1 Cubierta accesible para mantenimiento. Inclinación < 20°	1 kN/m ²
Tren ¹⁴	Vagón de 60 m y 120 T estacionado	8 kN/m ²

¹⁴ Considero que es importante tener en cuenta el peso del metro estacionado y q_y que no cuento con los conocimientos para saber hacer un cálculo más exacto y tener en cuenta por tanto el efecto de las vibraciones, cargas dinámicas,... del vehículo en movimiento y frenada. Como digo, solo cuento con los conocimientos para estimar el valor del vehículo parado, lo que he hecho es, puesto que el estacionamiento es intermitente, introducir dentro de la sobrecarga de uso el peso del vehículo típico de Metrovalencia por unidad de superficie.

Además, se tendrá en cuenta una serie de incrementos de la carga como:

- Zonas de acceso y evacuación de edificios de oficinas. Se incrementara en 1 kN/2 el valor que haya, en mi caso, en los núcleos de comunicación y acceso como mesetas, escaleras y vestíbulo.
- Sobrecarga por balcón. En los bordes de los voladizos, de la plataforma de primera planta en mi caso, se dispondrá de una carga línea de 2 kN/m en los bordes de estos voladizos.
- Barandillas. En las partes donde sitúo una barandilla, plataforma primera planta y accesos de comunicación, se deberá poner una fuerza horizontal sobre ella de, en mi caso y desde un punto de vista de seguridad pues calcularé la misma para el caso más desfavorable, es decir, la que tiene una categoría de uso C5; 3,0 kN/m.

3.3.2. Viento (q_e)

Las acciones de viento que inciden sobre la estructura del edificio pueden expresar según la siguiente expresión:

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

siendo:

q_b = presión dinámica del viento que se toma 0,42, valor correspondiente a la zona A, zona donde se encuentra la ciudad de Bétera.

c_e = coeficiente de exposición obtenido de la tabla 3.4 del CTE DB-SE-AE, en este caso y para simplificar se toma el valor más desfavorable de los diferentes que afecta a la estructura, es decir el de mayor altura. Este valor es 2,6

Tabla 3.4. Valores del coeficiente de exposición c_e

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

c_p = coeficiente eólico, que varía según el tipo de elemento y dirección de éste.

Como existe un valor variable que afecta al resultado final de la carga de viento q_e , se ha de calcular todos los casos para obtener el más desfavorable en cada situación.

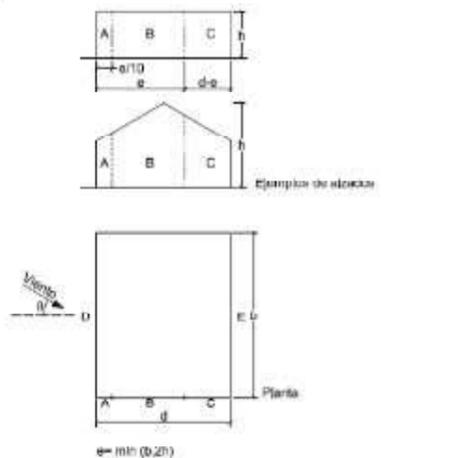
De esta manera, las situaciones que se dan son las siguientes:

- Viento en paramentos verticales.

Este caso sucede en todos la envolvente vertical. Cada paramento de la envolvente tiene una superficie mayor de 10 m² y la situación más desfavorable es aquella en la

que incide sobre la fachada más corta del edificio cuya relación h/d es mayor de 0,25 pero menor de 10.

Tabla D.3 Paramentos verticales



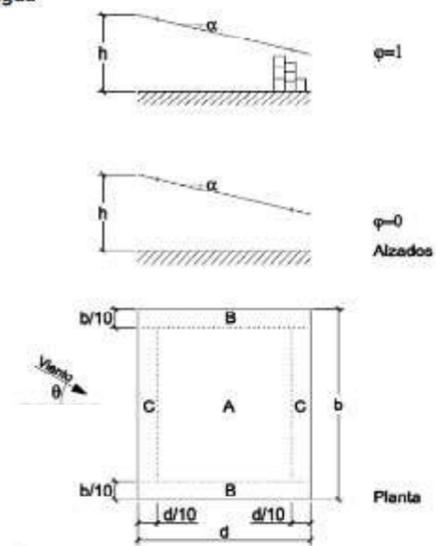
A (m ²)	h/d	Zona (según figura) -45° < θ < 45°				
		A	B	C	D	E
> 10	5	-1,2	-0,8	-0,5	0,8	-0,7
	1	*	*	*	*	-0,5
	≤ 0,25	*	*	*	0,7	-0,3
5	5	-1,3	-0,9	-0,5	0,9	-0,7
	1	*	*	*	*	-0,5
	≤ 0,25	*	*	*	0,8	-0,3
2	5	-1,3	-1,0	-0,5	0,9	-0,7
	1	*	*	*	*	-0,5
	≤ 0,25	*	*	*	0,7	-0,3
≤ 1	5	-1,4	-1,1	-0,5	1,0	-0,7
	1	*	*	*	*	-0,5
	≤ 0,25	*	*	*	*	-0,3

Los resultados que se obtienen, simplificando la casuística a la situación más desfavorable, es de cp igual a 1,2 de succión y 0,8 de presión. Por tanto, se obtiene una qe de 1,31 kN/m2 de succión y de 0,87 kN/m2.

- Viento sobre cubierta. Marquesina a un agua

Dado la gran envergadura de los voladizos y para ir del lado de la seguridad, he pensado que la el viento incide sobre los forjados de cubierta como una marquesina a un agua, con un Angulo α sobre la horizontal de 0 y un grado de obstrucción φ entre 0 y 1.

Tabla D.10 Marquesinas a un agua



Pendiente de la cubierta α	Efecto del viento hacia	Factor de obstrucción φ	Coeficientes de presión exterior c _{p,ext}		
			Zona (según figura)		
			A	B	C
0°	Abajo	0 ≤ φ ≤ 1	0,6	1,0	1,1
	Amba	0	-0,6	-1,3	-1,4
	Amba	1	-1,5	-1,8	-2,2
5°	Abajo	0 ≤ φ ≤ 1	0,8	2,1	1,3
	Amba	0	-1,1	-1,7	-1,8
	Amba	1	-1,6	-2,2	-2,5
10°	Abajo	0 ≤ φ ≤ 1	1,2	2,4	1,6
	Amba	0	-1,5	-2,0	-2,1
	Amba	1	-2,1	-2,6	-2,7
15°	Abajo	0 ≤ φ ≤ 1	1,4	2,7	1,8
	Amba	0	-1,8	-2,4	-2,5
	Amba	1	-1,6	-2,9	-3,0
20°	Abajo	0 ≤ φ ≤ 1	1,7	2,9	2,1
	Amba	0	-2,2	-2,8	-2,9
	Amba	1	-1,6	-2,9	-3,0
25°	Abajo	0 ≤ φ ≤ 1	2,0	3,1	2,3
	Amba	0	-2,6	-3,2	-3,2
	Amba	1	-1,5	-2,5	-2,8
30°	Abajo	0 ≤ φ ≤ 1	2,2	3,2	2,4
	Amba	0	-3,0	-3,8	-3,6
	Amba	1	-1,5	-2,2	-2,7

Los resultados que se obtienen, simplificando la casuística a la situación más desfavorable, es de cp igual a 1,8 a presión. Por tanto, se obtiene una qe de 1,97 kN/m2 de viento a presión.

En resumen, las fuerzas de viento que actúan sobre la estructura del proyecto son:

Cerramientos verticales	Paramentos verticales. Tabla D3	Presión: 0,87 kN/m ² Succión: 1,31 kN/m ²
Cubiertas y forjados horizontales	Marquesinas a 1 agua. Tabla D10.	Presión: 1,97 kN/m ²

3.3.3. Acciones térmicas

De acuerdo al 3.4.1.3 del CTE DB-SE-AE, la disposición de juntas de dilatación de forma que no existan elementos continuos de más de 40 m de longitud, permite disminuir suficientemente los efectos de las variaciones de temperatura, como para no considerar los efectos de las acciones térmicas. En mi caso, tengo una estructura de diferentes elementos, que aunque bastante regulares, el mayor de ellos tiene una longitud de 142 m. Según la norma se debería estudiar los efectos térmicos en la estructura.

La normativa existente no es muy rigurosa en las acciones debidas al efecto de las acciones térmicas, solo no indica que en un principio no debe despreciarse y que para una estructura en la que los elementos están protegidos en su interior, como es en mi caso, el incremento térmico ΔT en el año es de 20° C.

Dadas estas limitaciones he acudido a bibliografía especializada, concretamente al libro *Proyecto y cálculo de estructuras de hormigón: en masa, armado y pretensado* 2ª edición, rojo, 2 volúmenes 1999. En este libro se hace referencia al artículo "Expansion Joints in Buildings: Technical Report No 65 (1974)" sobre juntas de dilatación en edificios, en el que aparece la siguiente tabla basados en ensayos reales sobre el comportamiento no lineal del hormigón frente a la dilatación térmica:

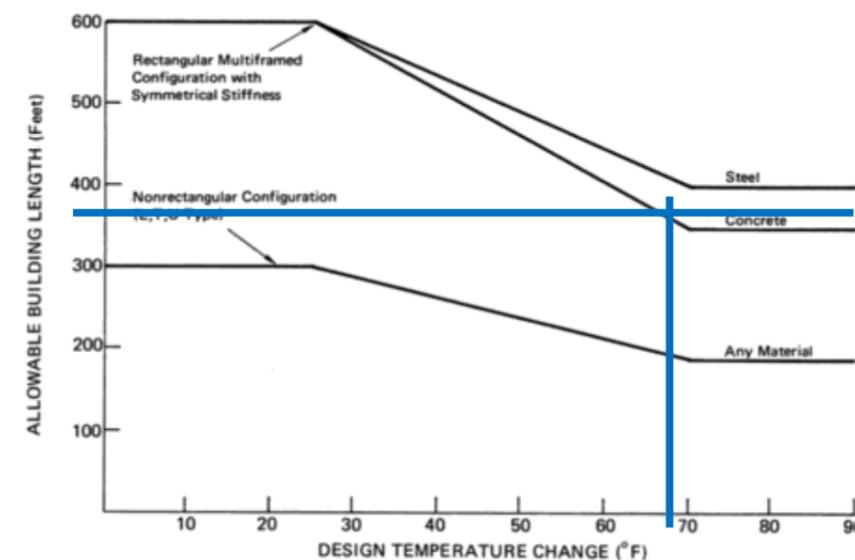


FIGURE 1 Maximum allowable building length without use of expansion joints for various design temperature changes. These curves are directly applicable to buildings of beam-and-column construction, hinged at the base, and with heated interiors. When other conditions prevail, the following rules are applicable:

- If the building will be heated only and will have hinged-column bases, use the allowable length as specified;
- If the building will be air conditioned as well as heated, increase the allowable length by 15 percent (provided the environmental control system will run continuously);
- If the building will be unheated, decrease the allowable length by 33 percent;
- If the building will have fixed-column bases, decrease the allowable length by 15 percent;
- If the building will have substantially greater stiffness against lateral displacement at one end of the plan dimension, decrease the allowable length by 25 percent.

When more than one of these design conditions prevail in a building, the percentile factor to be applied should be the algebraic sum of the adjustment factors of all the various applicable conditions.

Esta tabla recopila los valores de un estudio en que se indica hasta qué distancia se permite construir un edificio sin juntas en cada incremento de temperatura. El incremento estimado en nuestro caso es de 20° C, lo que equivale a 68 ° F. Este incremento de temperatura es muy superior al real. Siguiendo la formulación extraída de la misma bibliografía que el anterior estudio, el incremento de temperatura puede ser en torno a la tercera parte, es decir unos 6,5 °C¹⁵. Sin embargo, dado que el CTE indica este rango de temperaturas y es más restrictivo para estar desde el lado de la seguridad tomare que el ΔT sea 20°C aunque, dado que el CTE no

¹⁵ *Proyecto y cálculo de estructuras de hormigón: en masa, armado y pretensado* 2ª edición, J. Calavera, En el capítulo 24 el incremento de temperatura viene dado por la diferencia entre la temperatura media de verano entre la temperatura media en los meses de construcción, para Bétera según datos de la AEMET sería de 23,9 – 17,8 = 6,1 °C

indica como calcular esta sobrecarga térmica, utilizaré este estudio en que se basa la bibliografía que he consultado.

Estimado el incremento de temperatura, entrando en la gráfica anterior se obtiene que para una estructura de hormigón la máxima dimensión de la estructura será de unos 380 pies que es inferior a la dimensión de mi estructura que es de 142 m (465 pies). Por tanto se ha de construir juntas de dilatación por efectos térmicos del edificio o bien tener en cuenta estos efectos en el cálculo. En mi caso y dado que es posible mediante el programa informático que utilizado realizar el cálculo de los efectos térmicos, los resultados que he obtenido del modelo ya están incluidos la diferencia de comportamiento que tiene la estructura respecto a si no los tuviera.

3.3.4.Nieve

La sobrecarga de nieve que actúa sobre la estructura se define con la siguiente expresión:

$$q_n = \mu \cdot s_k$$

Siendo:

μ = coeficiente de forma de cubierta, que según el apartado 3.5.3 del CTE DB-SE-AE para una cubierta plana (0° de inclinación) con impedimento para el deslizamiento de nieve, el valor es 1.

s_k = valor característico sobre terreno horizontal. En el caso de Bétera, que es una ciudad de la zona 5 a menos de 200 m sobre el nivel del mar, el valor según la tabla E.2 del CTE DB-SE-AE es de 0,2 kN/m²

Así la carga de nieve q_n para todo el proyecto es de:

$$q_n = 1 \cdot 0,2 = 0,2 \text{ kN/m}^2$$

3.3.5.Acciones químicas, físicas y biológicas

Las acciones químicas que pueden causar la corrosión de los elementos de acero se pueden caracterizar mediante la velocidad de corrosión que se refiere a la pérdida de acero por unidad de superficie del elemento afectado y por unidad de tiempo. La velocidad de corrosión depende de parámetros ambientales tales como la disponibilidad del agente agresivo necesario para que se active el proceso de la corrosión, la temperatura, la humedad relativa, el viento o la radiación solar, pero también de las características del acero y del tratamiento de sus superficies, así como de la geometría de la estructura y de sus detalles constructivos.

Los efectos de estas acciones se suponen que no van a afectar a la estructura ya que supongo que con las limitaciones geométricas y constructivas de la estructura garantizo un grado suficiente de durabilidad de la estructura que impide que en el período de servicio del edificio estos agentes químicos, físicos o biológicos no afecten a la estructura. Esos condicionantes que en el caso del acero se encuentran definidos en el CTE DB-SE-A capítulo 3 y en el caso del hormigón en el capítulo 7 de la EHE-08; los he explicado anteriormente en el apartado 2.6 anterior de la presente memoria.

3.4. Acciones accidentales

3.4.1.Sismo

La norma específica para el cálculo de las acciones sísmicas que afectan a la estructura es la *Norma de construcción Sismoresistente (NCSE-02)*. Esta normativa es de obligatoria aplicación en todos los casos aunque exime de cálculo a algunos tipos de edificios y en según qué condiciones. Por ello pasaré a comprobar una serie de parámetros para conocer si es necesaria la aplicación de la norma y para conocer en todo las recomendaciones que mi proyecto debe adoptar para poder tener un buen comportamiento frente a sismo.

- Clasificación de las construcciones (apartado 1.2.2)

El proyecto es una estación de ferrocarril y como tal es un edificio de importancia especial. Aunque existen además de otros usos en el proyecto, todo junto forma un conjunto y considero que todo deba ser clasificado en la misma categoría.

- Criterios de aplicación de la norma (apartado 1.2.3)

El edificio, que radica en Bétera, tiene una aceleración básica de 0,06 g¹⁶ y es de importancia especial. Por todo esto, no existen excepciones para el cálculo y por tanto la norma ha de ser aplicable en este proyecto.

- Aceleración sísmica de cálculo (apartado 2.2)

La aceleración sísmica básica para la ciudad de Bétera es de 0,06 g y tiene un coeficiente de contribución k de 1,0.

La aceleración sísmica de cálculo se define como:

$$a_c = S \cdot \rho \cdot a_b$$

Siendo:

a_b = la aceleración sísmica, en este caso 0,06 g

ρ = coeficiente adimensional de riesgo, para edificios de importancia especial es 1.3

S = coeficiente de amplificación del terreno. Cuando la aceleración básica (a_b) es \leq de 0,1 g, S es igual a $C/1,25$, siendo C a su vez un coeficiente de terreno (según apartado 2.4)

C = es un suelo de tipo III, pues la capa superior es un suelo cohesivo firme.

Según la tabla 2.1, $C= 1,6$. A pesar de que el terreno tiene varios estratos, todos con los que cuento son del mismo tipo de terreno y por tanto tienen el mismo coeficiente C .

¹⁶ Valor obtenido del anejo 1 del NCSE-02

Tabla 2.1
COEFICIENTES DEL TERRENO

TIPO DE TERRENO	COEFICIENTE C
I	1,0
II	1,3
III	1,6
IV	2,0

Por tanto, la aceleración sísmica de cálculo será:

$$a_c = 1,6/1,25 \cdot 1,3 \cdot 0,06 g = 0,1 g$$

- Espectro de respuesta elástica (apartado 2.3)

Esta Norma establece un espectro normalizado de respuesta elástica en la superficie libre del terreno (Figura 2.2), para aceleraciones horizontales, correspondiente a un oscilador lineal simple con un amortiguamiento de referencia del 5% respecto al crítico, definido por los siguientes valores:

$$\begin{aligned} \text{Si } T < T_A & \quad a(T) = 1 + 1,5 \cdot T/T_A \\ \text{Si } T_A \leq T \leq T_B & \quad a(T) = 2,5 \\ \text{Si } T > T_B & \quad a(T) = K \cdot C/T \end{aligned}$$

siendo:

$a(T)$: Valor del espectro normalizado de respuesta elástica.

T : Período propio del oscilador en segundos.

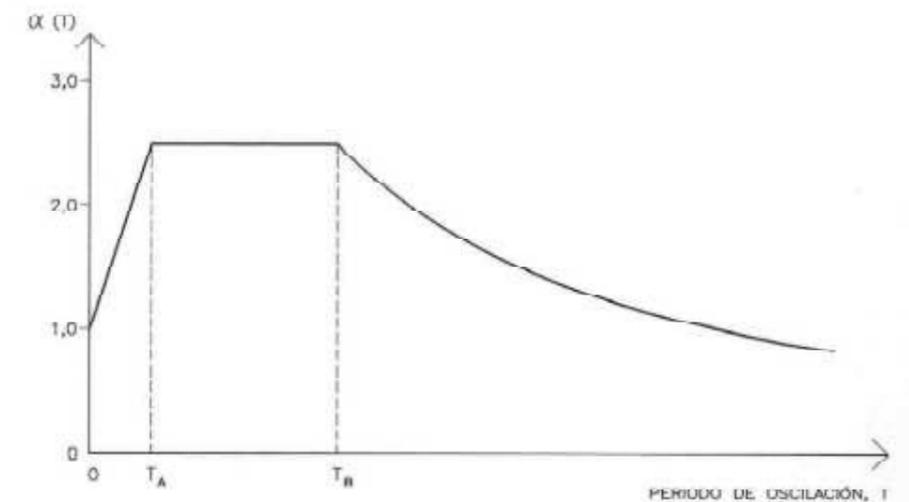
K : Coeficiente de contribución, referido en 2.1.

C : Coeficiente del terreno, que tiene en cuenta las características geotécnicas del terreno de cimentación y se detalla en el apartado 2.4.

T_A, T_B : Períodos característicos del espectro de respuesta, de valores:

$$T_A = K \cdot C/10$$

$$T_B = K \cdot C/2,5$$



Así,

$$T_A = 1,0 \cdot 1,6/10 = 0,16$$

$$T_B = 1,0 \cdot 1,6/2,5 = 0,64$$

- Cálculo masas que intervienen en la estructura (apartado 3.2.)

Considero 4 principales masas, la de planta baja, plataforma 1ª planta oficinas, 2 planta oficinas y planta cubierta. Habrá que tener en cuenta que las masas que se tienen en cuenta son el peso propio de la estructura, las cargas permanentes y una fracción de las restantes masas.

- Cálculo por el método simplificado (apartado 3.5)

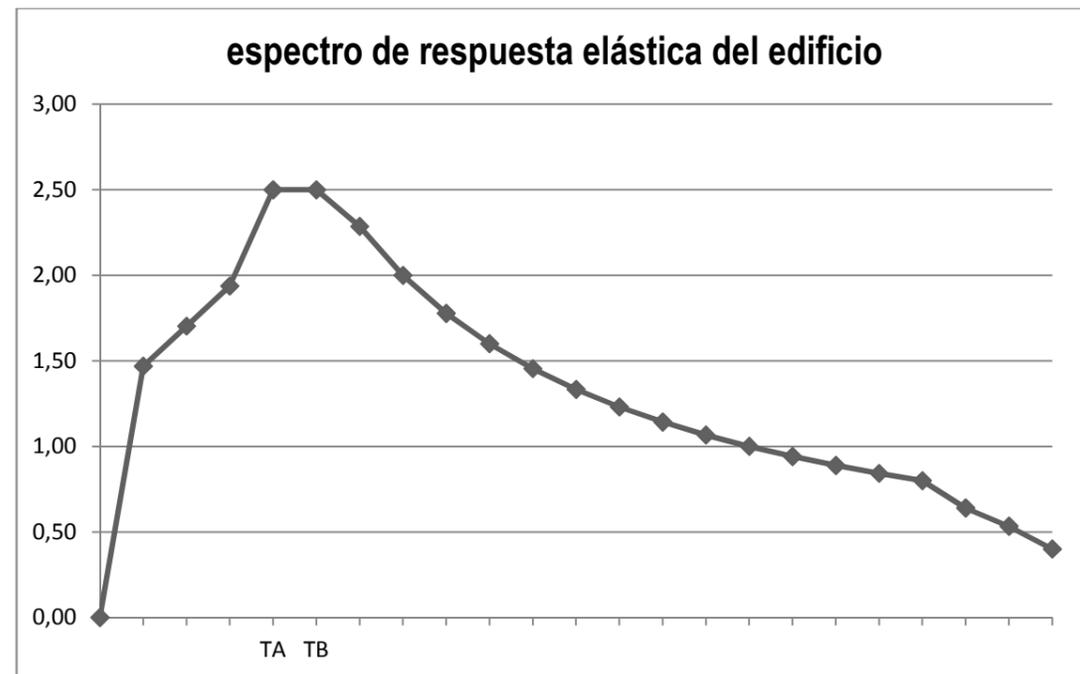
Para poder considerar el método simplificado ha de comprobarse que se cumplan una serie de requisitos que indica la norma. Algunos de estos requisitos no se cumplen, como por ejemplo la existencia de no continuidad de los soportes o los grandes salientes en alzado de los voladizos, por lo que el método simplificado no es aplicable en este caso.

Finalmente, el sismo lo he calculado mediante la utilización del programa informático SAP2000 que es donde he calculado las solicitaciones y deformaciones de la estructura. Para el cálculo ha sido necesario conocer la función del espectro de respuesta elástica de mi estructura y el factor de escala, pues el programa ya calcula las fuerzas sísmicas. Así el factor de escala será:

$$\text{Facto de escala} = S \cdot \rho \cdot a_b \cdot \beta$$

Siendo S , coeficiente de ampliación del terreno (1,6/1,25), ρ coeficiente adimensional de riesgo (1,3), a_b aceleración básica y β coeficiente de respuesta (según apartado 3.7.31 $\beta=0,36$)

Así el factor de escala es de 0,54. Para deformaciones verticales, la norma considera que debe tomarse un 70% al menos, en este caso 0,38.



3.4.2. Incendio

Las consideraciones para el dimensionado de la estructura a las acciones debidas a las agresiones térmicas por incendio quedan recogidas en el DB-SI que se detalla en la parte correspondiente de la *Memoria III. Cumplimiento del CTE* de este documento.

Además de las disposiciones que se toman por estas agresiones, se debe tener en cuenta la sobrecarga de uso que tienen los vehículos destinados a los servicios de protección contra incendios. Para ello se considerará una acción de 20 kN/m² dispuestos en una superficie de 3x8 m en una banda de 5 m de anchos, y las zonas de maniobra, por donde se prevea que pueda circular dichos vehículos.

3.4.3. Impacto

Esta sobrecarga se produce por el impacto de elementos sobre la estructura como por ejemplo los vehículos. En el caso de este proyecto se considera la acción del impacto de los vehículos en el sótano de aparcamiento sobre los soportes. La carga que actúa sobre ellos es de 50 kN en la dirección paralela a la vía y de 25 kN en la dirección perpendicular, actuando no simultáneamente, y aplicadas a una altura de 0,6 kN.

3.5. Hipótesis de cálculo

Tal y como se ha comentado en los apartados anteriores donde describía el método de cálculo y los métodos para la verificación de la seguridad estructural, las diferentes acciones que inciden en la estructura se agrupan en función de sus características para después combinarlas. De esta manera, las combinaciones de las acciones en cada situación son las siguientes:

- Hipótesis 1. Cargas permanentes
- Hipótesis 2. Sobrecargas de uso
- Hipótesis 3. Sobrecargas de nieve
- Hipótesis 4. Sobrecargas de viento E-O presión
- Hipótesis 5. Sobrecargas de viento E-O succión
- Hipótesis 6. Sobrecargas de viento N-S presión
- Hipótesis 7. Sobrecargas de viento N-S succión
- Hipótesis 8. Carga de impacto dirección longitudinal
- Hipótesis 9. Carga de impacto dirección transversal
- Hipótesis 10. Carga de sismo dirección longitudinal
- Hipótesis 11. Carga de sismo dirección transversal

3.6. Combinación de las hipótesis

Para cada situación de la vida del edificio se debe crear una combinación, relacionando las diferentes hipótesis anteriormente definidas, en la que quede recogida las condiciones en el que las acciones se apliquen sobre la estructura. Estas situaciones en las que se dimensiona la estructura se clasifican según su variación en el tiempo entre persistentes, transitorias y extraordinarias.

A continuación defino cada una de estas situaciones para E.L.U y E.L.S según las diferentes expresiones y coeficientes definidas en el apartado 2.7 de esta memoria.

Combinaciones para E.L.U

Combinación 1. Variable fundamental de uso										
H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	H9	H10	H11
1,35	1,5	0,75	0	0	0	0	0	0	0	0
Combinación 2. Variable fundamental de nieve										
H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	H9	H10	H11
1,35	0	1,5	0	0	0	0	0	0	0	0
Combinación 3. Variable fundamental de viento H4										
H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	H9	H10	H11
1,35	0	0,75	1,5	0	0	0	0	0	0	0
Combinación 4. Variable fundamental de viento H5										
H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	H9	H10	H11
0,8	0	0	0	1,5	0	0	0	0	0	0
Combinación 5. Variable fundamental de viento H6										
H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	H9	H10	H11
1,35	0	0,75	0	0	1,5	0	0	0	0	0
Combinación 6. Variable fundamental de viento H7										
H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	H9	H10	H11
0,8	0	0	0	0	0	1,5	0	0	0	0
Combinación 7. Impacto H8 + Viento H4										
H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	H9	H10	H11
1,35	0	0	0,5	0	0	0	1	0	0	0
Combinación 8. Impacto H9 + Viento H4										
H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	H9	H10	H11
1,35	0	0	0,5	0	0	0	0	1	0	0
Combinación 9. Impacto H8 + Viento H6										
H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	H9	H10	H11
1,35	0	0	0	0	0,5	0	1	0	0	0
Combinación 10. Impacto H9 + Viento H6										
H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	H9	H10	H11
1,35	0	0	0	0	0,5	0	0	1	0	0
Combinación 11. Sismo H10 + Viento H4										
H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	H9	H10	H11
1	0	0	0,5	0	0	0	0	0	1	0
Combinación 12. Sismo H11 + Viento H4										
H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	H9	H10	H11
1	0	0	0,5	0	0	0	0	0	0	1
Combinación 13. Sismo H10 + Viento H6										
H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	H9	H10	H11
1	0	0	0	0	0,5	0	0	0	1	0
Combinación 14. Sismo H11 + Viento H6										
H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	H9	H10	H11
1	0	0	0	0	0,5	0	0	0	0	1

Combinaciones para E.L.S

Combinación 1. Variable fundamental de uso										
H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	H9	H10	H11
1	1	0,75	0	0	0	0	0	0	0	0
Combinación 2. Variable fundamental de nieve										
H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	H9	H10	H11
1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Combinación 3. Variable fundamental de viento H4										
H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	H9	H10	H11
1	0	0,5	1	0	0	0	0	0	0	0
Combinación 4. Variable fundamental de viento H5										
H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	H9	H10	H11
1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Combinación 5. Variable fundamental de viento H6										
H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	H9	H10	H11
1	0	0,5	0	0	1	0	0	0	0	0
Combinación 6. Variable fundamental de viento H7										
H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	H9	H10	H11
1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0

4. PREDIMENSIONADO DE LA ESTRUCTURA

4.1. Elementos sustentantes. Soportes y muros

El predimensionado de estos elementos no se ha realizado como tal, pues he comprobado que debido al continuo redimensionamiento de los forjados ha sido imposible establecer unos valores válidos para introducir en el modelo de cálculo. Para ello y basándome en la similitud con otros proyectos de características semejantes y/o cargas similares he considerado que los diferentes elementos tengan las siguientes secciones:

- Muros de sótano y muros de carga. Muro de espesor de 30 cm
- Soportes de hormigón sótano. 35 x 35 cm
- Soportes de acero laminado. Perfiles HEB-360

4.2. Forjados

El predimensionado y diseño de cada tipo de forjado se ha realizado según criterios geométricos y tablas basadas en situaciones reales. Se ha pensado que para facilitar y simplificar el cálculo se predimensione cada tipo de forjado de una misma manera desde el punto de vista más desfavorable y sea la cuantía de armado la que se adapte a cada situación particular.

Los diferentes forjados son:

- Losa maciza.

Este tipo forjado forma parte del techo de sótano así como los forjados intermedios de dentro de los núcleos de comunicación. Se ha optado por esta solución y no por una de forjado aligerado, por ejemplo se pensó en un reticular con casetón recuperable, pero el canto necesario era desmesurado para esta solución era desmesurado para cumplir a la flecha que daba.

El canto mínimo de losa maciza por predimensionado en tablas es de 30 cm de canto (L/24-30) llegando a 40 cm en la parte del forjado que está bajo la plaza de la estación. Esta zona cuenta con una carga muy grande debido a que cuenta con una capa de terreno vegetal que permite el crecimiento de árboles y las flechas en el centro de forjado eran bastante grande.

El armado será una malla regular en ambas caras de la losa con refuerzos en las solicitaciones sean mayores así como en los encuentros con los pilares.

- Forjados aligerados in situ.

Este forjado se encuentra en como forjados de las oficinas y la cubierta de éstas. La luz máxima del forjado entre soportes es de 24,00 m. Con esta luz cumpliendo la relación canto/luz de 1/24 da un canto de forjado de 1,00 m. en los forjados de primera planta y planta segunda y para el de cubierta 1,20 m de canto.

Durante la fase de diseño, las deformaciones de los voladizos hacían que se aumentara de canto y rigidez de la estructura colocando casetones más pequeños con lo que los nervios y losas del forjado eran mayores. Al final se ha llegado a una solución de un canto de 1,20 m en el forjado 1 y 2 y un canto de 1,50 en el forjado de cubierta. Con estos valores se contraflecha los forjados en dirección transversal consiguiendo que la flecha activa del edificio (instantánea de cálculo más la diferida que a lo largo de la vida útil del edificio) sea admisible. Además, se ha intentado que en el punto donde se encontrarían los cerramientos, la flecha en todos los forjados sea la misma, de manera que al asentar el riesgo de rotura quede resuelto.

Para el modelizado de los forjados aligerados también debe definirse también el intereje de los nervios de los forjados, que serán de entre 1,5 – 2 veces el canto. Por modulación de la estructura, considero que en este proyecto sería bastante adecuado un intereje de 1,6 m. Las partes de la losa aligerada que se macizan para absorber cortantes y evitar punzonamiento son como mínimo de 0,15 veces la luz del vano del que se trata o bien como mínimo 2 veces el canto, es decir, 2,40 m en los forjados 1 y 2 y 3,0 m en el forjado de cubierta.

Otros parámetros de la sección de la losa aligerada serían el tamaño del nervio y el de las losas macizas dentro de la sección aligerada tipo, es decir, la partes superior e inferior a las piezas de aligerado. Los valores que se han tomado han sido estimados fijándome en ejemplos reales que utilizan esta tipología y que resumo a continuación:

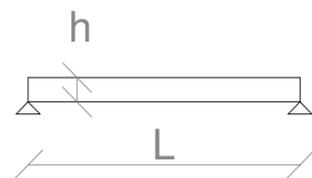
- o Losa aligerada in situ.
- o H: Canto general 1,20 m; 1,50 en cubierta.
- o i: intereje de los aligeramientos (separación a los ejes de los nervios), 1,60 m
- o nervios: ancho de 40 cm
- o losas macizas de la sección aligerada: canto de 25 cm (caso general) 30 cm (en cubierta)
- o piezas de aligeramiento 1,20 x 1,20 x 0,50 (caso general); 1,20 x 1,20 x 0,90 (cubierta)

Para el diseño y cálculo del forjado se ha tomado las mismas consideraciones geométricas para el macizado de los encuentros, es decir, 0,30 veces la luz.

4.3. Escaleras

Para el predimensionado de la escalera se busca simplificar y reducir la modelización a una viga biapoyada de luz igual al tramo de la escalera más el rellano, en el caso del tipo de escalera de dos tramos entre muros; y como un sistema de dos vigas empotradas y su voladizo.

Escalera de dos tramos apoyada

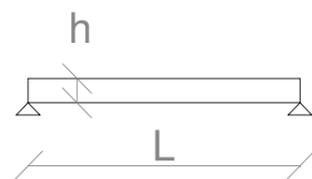


L= tramo escalera + descansillo
h= canto losa escalera

La escalera más desfavorable será por tanto la escalera con el tramo de escalera más descansillo más distante de sus puntos de apoyo. Ésta se encuentra en el acceso norte de las oficinas y tiene una luz (L) de 6.00 m.

Predimensionado la losa con las mismas tablas de cálculo con la he calculo los forjado anteriores el canto para una losa maciza es de $h = L/24$, obteniendo por tanto un canto de 25 cm.

Escalera de dos tramos apoyada



L= tramo escalera + descansillo
h= canto losa escalera

La escalera más desfavorable será por tanto la escalera con el tramo de escalera más descansillo más distante de sus puntos de apoyo. Ésta se encuentra en el acceso norte de las oficinas y tiene una luz (L) de 6.00 m.

Predimensionado la losa con las mismas tablas de cálculo con la he calculo los forjado anteriores el canto para una losa maciza es de $h = L/24$, obteniendo por tanto un canto de 25 cm.

4.4. Cimentaciones

Se ha modelizado la estructura con empotramientos rígidos. Con las reacciones obtenidas se predimensionara la geometría de las cimentaciones en el apartado siguiente.

4.5. Muro cortina.

A pesar de no formar parte de la estructura principal del edificio he pensado importante que el predimensionado de que para elegir la dimensión correcta de los elementos de esta subestructura.

El sistema está formado por una cuadrícula de perfiles laminados de aluminio anclados a la estructura principal. De todos los elementos que forman el sistema, son los montantes, elementos verticales que en este caso van anclados a los forjados y separados cada 80 cm, los que soportan las acciones de viento, principalmente, y de su propio peso.

Para el predimensionado de estos elementos se simplifica a una viga apoyada siendo cada apoyo cada uno de los anclajes a la estructura principal.

Así, la viga apoyada en tres puntos (los tres forjados) y dos vanos de 3,8 m podemos simplificarla en dos partes de una viga apoyada-empotrada solicitaciones las calculo aquí:

$$q = 1,35 G + 1,5 Q_{viento}$$

$$q = 1,35 \cdot 0,4 \text{ kN/m}^2 \cdot 0,8 \text{ m} + 1,5 \cdot 0,87 \text{ kN/m}^2 \cdot 0,8 \text{ m} = 1,48 \text{ kN/m}$$

$$M_{\text{viga apoyada empotrada máx}}^{17} = q \cdot L^2 / 8 = 1,48 \cdot 3,8^2 / 8 = 2,67 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$R_{\text{reacción horizontal 1 tramo min}} = 3/8 \cdot q \cdot L^2 = 3/8 \cdot 1,48 \cdot 3,8^2 = 8,01 \text{ kN}^{18}$$

$$R_{\text{reacción horizontal 1 tramo máx}} = 5/8 \cdot q \cdot L^2 = 5/8 \cdot 1,48 \cdot 3,8^2 = 13,58 \text{ kN}^{19}$$

$$W = M/fd^{20} = 14,83 \text{ cm}^3,$$

que sale según la empresa suministradora, montantes de 10 cm

El predimensionado se hace únicamente a resistencia, pues las deformaciones no son muy relevantes ya que cuenta con los arriostramientos de los travesaños, que aunque no los cuento para el predimensionado a resistencia por estar desde un punto de vista más conservador y desfavorable, si que ayudan a la estabilidad y evitar flechas excesivas en el elemento.

¹⁷ Para simplificar el cálculo divido la viga en pequeñas subestructuras más simples y así obtengo la viga empotrada-apoyada.

¹⁸ Valor cada 0,8 m sobre la estructura del forjado de cubierta y el forjado de planta 1

¹⁹ Valor mitad, es decir, hay que poner el doble, cada 0,8 en el forjado de planta 2.

²⁰ He calculado en estado elástico para una fd del aluminio de 180 MPa, valor medio entre 160 y 200 MPa habituales en el acero.

5. CÁLCULO DE CIMENTACIONES

Cada elemento, losa y muros se han dimensionado de forma sistemática con una hoja de cálculo tomando valores que he considerado característicos de la estructura. A continuación detallo el proceso este proceso para cada elemento estructural:

5.1. Muros de sótano

El dimensionamiento de estos elementos se ha realizado mediante cálculos "a mano". Conocidos los empujes del terreno, se ha considerado que el muro actúa como una viga biapoyada y carga repartida q , que es la distribución rectangular equivalente al empuje pasivo del terreno y que cumple la relación $0,67 \cdot k' \cdot (\gamma \cdot H + q)$ siendo $k' = 1 - \sin\phi$ (Angulo de rozamiento del terreno).

Con estos valores, el momento en el centro de vano que la viga es de $q \cdot L^2 / 8$ con lo que se obtiene un $M_d = 83,08 \text{ kN}\cdot\text{m}$. Entrando en el ábaco general de la flexión con el valor μ correspondiente y teniendo en cuenta que se calcula el muro para un ancho de muro de 0,30 m y un ámbito de de un metro, se obtiene una U_s de 480 kN/m que supone un momento máximo de cálculo de 105,8 kN·m/m.

Para la armadura horizontal la cuantía mínima exigida por norma para muros es de 3,2 ‰ de la sección total de hormigón. Así para cada metro lineal de muro la cuantía mínima será de 420,27 kN/m que deberá repartirse entre las dos caras, por lo que el momento máximo a tracción que aguanta la sección en esta dirección es de 52,9 kN·m/m.

Comprobando los valores de momento máximo así como sus correspondientes cortantes en las sollicitaciones obtenidas por el modelo de cálculo, se da que las armaduras tanto verticales como horizontales cumplen a resistencia a flector en todo lugar pero no así a cortante en esquinas y en encuentros con el forjado. La solución sería colocar armadura de cortante o bien aumentar la armadura de flexión. Yo he tomado la segunda opción pues hay numerosos puntos donde no se cumple.

Con el aumento de cuantía de armadura he llegado hasta una U_s 582,79 kN/m en armaduras verticales y una U_s de 349,67/m en armaduras horizontales. Estos valores hacen que todos los elementos de la estructura cumplan con estas cuantías excepto algunos encuentros que detallaré posteriormente.

Las armaduras que he elegido para son:

ARMADO BASE CADA METRO LINAL DE MURO	Us min /m	Trasdós	Intradós
Armado vertical	582,79 kN/m	φ16 c/ 15 cm	φ16 c/ 15 cm
Armado horizontal	349,67 kN/m	φ16 c/ 25 cm	φ16 c/ 25 cm

En la construcción del muro se aplican una serie de empalmes con otras armaduras y esperas. La longitud básica de anclaje de todas ellas para armaduras de φ16 es de 40 cm en caso de armaduras coladas en posición I y 58 en el caso de posición II. Las longitudes de anclaje en cada caso están representadas en los planos de detalle del muro.

Calculada las armaduras del muro falta calcular las armaduras de la zapata del muro. Como parte de la cimentación de la losa, los valores de los muros se desarrollaran a continuación en el apartado 5.2 de este capítulo.

5.2. Losa

La losa de cimentación está formado por una armadura base superior e inferior y un canto constante de 1,1 m. Se comprobara que los asientos y deformaciones son admisibles. La cuantía del armado será igual tanto en la cara superior como en la inferior colocando armaduras de refuerzo en aquellos lugares donde sea necesaria.

- Asientos

En primer lugar, compruebo que la superficie de la losa es suficiente para que geotécnicamente la cimentación sea válida. Para ello calculo el asiento máximo de un punto de la losa, según la relación $\delta = K \cdot F$, donde K, es el coeficiente de balasto K_{AB} que para suelos cohesivos es de:

$$K_{AB} = K_{30} \cdot \left(1 + \frac{B}{2 \cdot L}\right)$$

Obteniendo en este caso un $K_{AB} = 111.678 \text{ N}$, siendo $K_{30} = 150 \text{ MN/m}^3$ y B y L el ancho y la longitud de la losa respectivamente.

Con este valor, se obtiene que el asiento máximo en la losa es de 20 mm, valores que se dan bajo los núcleos de comunicación 3 y 4. El CTE no establece asientos máximos admisibles, sin embargo si tomamos valores de la NBE-AE-88, para estructuras de hormigón armado en suelos cohesivos los asientos generales máximos son de 75 mm, con lo que se puede decir que los asientos son aceptables. Lo que si establece el CTE son relaciones de distorsión angular. Esta es la relación entre asiento diferencial de dos puntos cualesquiera la distancia que los separa ($\epsilon_{AB} = \delta_{AB}/LAB$). Así, si tomamos el punto de asiento máximo respecto al punto de asiento mínimo más cercano, obtengo que:

$$\epsilon_{AB} = (\delta_A - \delta_B) / LAB = (20 \text{ mm} - 1 \text{ mm}) / 12.000 \text{ mm} = 0,0016 \text{ (relación 1/625)}$$

El CTE DB-SE-C en la tabla 2.2 establece que para estructuras con tabiquería, la distorsión angular límite será de 1/500, por lo que la distorsión angular máxima que hay en mi proyecto es admisible.

Además de comprobar que la cimentación tiene unos asientos admisibles, sería conveniente comprobar si existen otros riesgos como el basculamiento de la estructura o si la retracción pueda afectar al servicio de la losa.

El efecto de la retracción, bajo mi criterio, losa puede no ser considerada en el cálculo ya que a pesar del gran volumen de hormigón que hay, la losa tiene bastantes puntos de confinamiento (muro de sótano perimetral, terreno y muros) repartidos de forma homogénea que absorben las tensiones producidas por el hormigón cuando a este se le impide la libre retracción.

En cuanto al basculamiento del edificio, habría que comprobar que resultante de las fuerzas recaiga dentro del núcleo central de inercia. La losa de cimentación tiene una superficie de 32,3m x 152,0 m, y la resultante debe quedar dentro del que forma el núcleo central de dimensiones 5,38 m como semieje menor y 25,33 m como semieje mayor medidos desde el centro de gravedad de la

superficie de la losa. Calculando las resultantes de las fuerzas respecto el eje de gravedad de la cimentación obtengo que esta se encontrar a 1,57 m por encima del eje largo y a 16,56 m a la derecha del eje corto, resultados que se encuentran dentro del rombo. Esto indica que tal y como ha sido modelizada la losa y con las simplificaciones en el cálculo que se han hecho en el cálculo, solo habría que dimensionar el armado y que detallo a continuación.

Una vez comprobado la estabilidad geotécnica de la losa, calcularé el armado necesario que ha de colocarse.

5.2.1. Armado base

Se ha tomado como armado base una malla tanto en cara superior como inferior de Φ 20 cada 20 cm en ambas direcciones y tanto para el armado superior como el inferior. Estos valores se han obtenido como la cuantía geométrica mínima por cada metro y tiene una cuantía U_s/m de 661,5 kN/m.

5.2.2. Refuerzos bajo muro y soportes.

La armadura base es suficiente para la mayoría de la losa excepto para algunas zonas bajo muros y soportes. He considerado un rango significativo de solicitaciones y así obtengo para cada intervalo: algunos soportes y muros de los núcleos. Estos son:

Aumento M_d/m	Aumento U_s/m	Refuerzo / m
<3500 kN·m/m	3.150 kN/m	6 ϕ 40
<2100 kN·m/m	1890 kN/m	6 ϕ 32
< 1750 kN·m/m	168 kN/m	5 ϕ 25, 2 ϕ 32
< 1200 kN·m/m	1050,00 kN/m	5 ϕ 25
<800kN·m/m	840 kN/m	4 ϕ 25

5.2.3. Cortante

Se ha de comprobar que los esfuerzos de cortante de cálculo (V_{rd}) sean menores que la resistencia frente por rotura a compresión del alma (V_{u1}) y a tracción (V_{u2}).

La primera comprobación, $V_{rd} < V_{u1}$, se cumple en todos los puntos de la losa. Sin embargo, la segunda comprobación $V_{rd} < V_{u2}$, no se cumple y por tanto será necesario poner armadura de cortante.

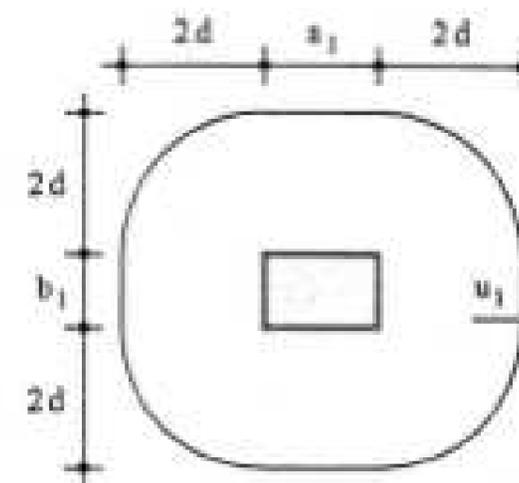
Para el dimensionamiento de las armaduras de cortante, hay que tener en cuenta la resistencia del hormigón y la armadura longitudinal en la sección. Así, para un rango significativo de puntos donde el cortante no cumple y una separación de los estribos verticales de 10 cm, la armadura de cortante será de:

Aumento V_{su}/m	Aumento U_s/m	Refuerzo / m
< 1200 kN/m	103,05 kN/m	Estribos de 6 ramas del 8
< 600 kN/m	39,56 kN/m	Estribos de 2 ramas del 8

5.2.4. Punzonamiento de la losa

La resistencia a punzonamiento es la resistencia frente a los efectos transversales producidos cuando en una losa sin armadura transversal existen unas cargas o reacciones concentradas.

La superficie que debe comprobarse en torno al soporte que transmite las cargas es denominada superficie crítica y en términos generales es el área que hay a 2 canto útil desde las caras del soporte.



Para que sea necesario el dimensionamiento a punzonamiento se debe dar que la tensión máxima en el perímetro crítico u_1 sea menor que la tensión de cálculo, $\tau_{sd} > \tau_{rd}$.

Según la EHE, la τ_{rd} es igual a:

$$\tau_{rd} = \frac{0,18}{\gamma_c} \cdot \xi \cdot (100 \cdot \rho \cdot f_{cv})^{1/3} + 0,1 \cdot \sigma' d \leq \frac{0,075}{\gamma_c} \cdot \xi^{3/2} \cdot f_{cv}^{1/2} + 0,1 \cdot \sigma' d$$

siendo en mi caso, para una losa de cimentación de armado ϕ 20 c/ 20cm, $\tau_{rd}=1.912,53$ kN. La tensión de cálculo será τ_{sd} y contando que tomo una excentricidad mínima en soportes interiores de $\beta=1,15$ de :

$$\tau_{sd} = \frac{\beta \cdot F_{sd}}{u_1 \cdot d}$$

que en el caso más desfavorable de la losa, reacción mayor del soporte en base de

$$\tau_{sd} = 722,82 \text{ kN} < 1.912,53 \text{ kN} = \tau_{rd}$$

por lo que no es necesaria la colocación de armadura de punzonamiento en la losa de cimentación.

6. CÁLCULO FORJADO TECHO SÓTANO

El forjado de techo de sótano tiene varias particularidades. La primera de ellas es que cuenta con una parte inclinada, aunque no sea relevante para el cálculo. Y la otra es el cambio de sección entre la zona que contiene tierras para la vegetación y la que no.

6.1. Armado base

El armado base de la losa según sus solicitaciones es para cada zona el siguiente:

Canto losa	Armado	Momento agotamiento
30 cm	ϕ 20 c/25 cm en las dos direcciones	137,5 kN·m/m
40 cm	ϕ 20 c/25 cm en las dos direcciones	196,0 kN·m/m

6.2. Armado refuerzo

Con los valores de armadura base se cubre la gran parte de la losa, sin embargo hay zonas como los centros de vano y los encuentros con pilares y muros que necesitan o bien armadura en una de sus caras. Así, para cada canto de losa y para unos rangos de aumento de carga se reforzara las siguientes zonas de esta manera:

Canto losa	Añadir hasta	Armado propuesto
40 cm	800 kN/m	5 ϕ 40
40 cm	300 kN/m	4 ϕ 25
40 cm	150 kN/m	5 ϕ 16
30 cm	450 kN/m	4 ϕ 40
30 cm	300 kN/m	4 ϕ 32
30 cm	100 kN/m	5 ϕ 16

6.3. Armado cortante

El dimensionamiento frente al agotamiento por cortante es necesario comprobar que el cortante de cálculo V_{rd} sea menor que la resistencia a compresión del alma (V_{u1}) y la resistencia a tracción (V_{u2}) que son los modelos de rotura de la pieza.

El esfuerzo cortante por compresión V_{u1} es de 2100 kN/m y de 1500 kN/m en los casos de losa con canto 40 cm y 30 cm respectivamente. En toda la superficie de la losa se da que el cortante es admisible bajo este criterio

El esfuerzo cortante V_{u2} es la suma del esfuerzo que puede soportar a tracción el hormigón y la cuantía de armadura a tracción más la resistencia de las armaduras de cortante. Según este modelo de rotura, el armado a cortante en la losa se no es necesario excepto en dos encuentros con muros de la losa.

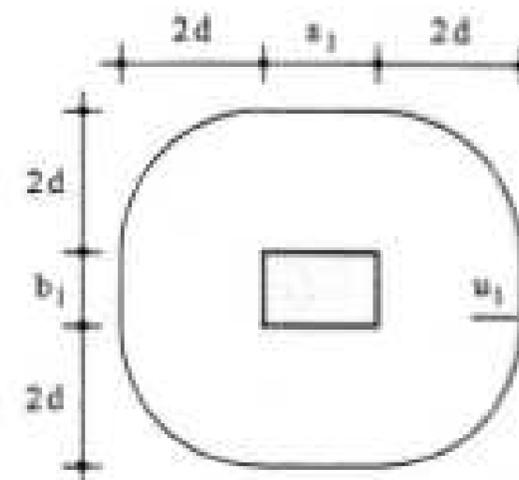
Los refuerzos a cortante que he de dimensionar son de dos tipos, los que se encuentran en bordes y encuentros lineales, que realizaré un zuncho de reparto con estribos de 4 ramas y armaduras de ϕ 8 cada 15 cm; y la armadura en encuentros con soportes. En este ultimo caso, coincide con la armadura a colocar de punzonamiento, es decir, sucede que en el mismo punto donde se necesita armadura a cortante existe armadura a punzonamiento, por ello, una vez obtenida la armadura a

punzonamiento necesaria (mayor en un principio que la que necesito a cortante) compruebo y resulta que para todos los casos, el esfuerzo a cortante queda equilibrado.

6.4. Armado punzonamiento

La resistencia a punzonamiento es la resistencia frente a los efectos transversales producidos cuando en una losa sin armadura transversal existen unas cargas o reacciones concentradas.

La superficie que debe comprobarse en torno al soporte que transmite las cargas es denominada superficie crítica y en términos generales es el área que hay a 2 canto útil desde las caras del soporte.



Para que sea necesario el dimensionamiento a punzonamiento se debe dar que la tensión máxima en el perímetro crítico u_1 sea menor que la tensión de cálculo, $\tau_{sd} > \tau_{rd}$.

Según la EHE, la τ_{rd} es igual a:

$$\tau_{rd} = \frac{0,18}{\gamma_c} \cdot \xi \cdot (100 \cdot \rho \cdot f_{cv})^{1/3} + 0,1 \cdot \sigma' d \leq \frac{0,075}{\gamma_c} \cdot \xi^{3/2} \cdot f_{cv}^{1/2} + 0,1 \cdot \sigma' d$$

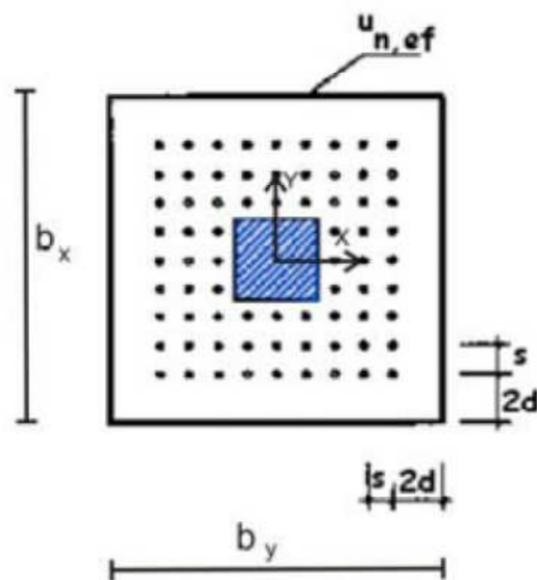
siendo en mi caso, para una losa maciza de armado $\phi 20$ c/ 25cm, $\tau_{rd}=2.967,25$ kN para una losa de 40 cm de canto y 3.481,02 kN para una losa maciza de 30 cm.

La tensión de cálculo será τ_{sd} y contando que tomo una excentricidad mínima en soportes interiores de $\beta=1,15$ de:

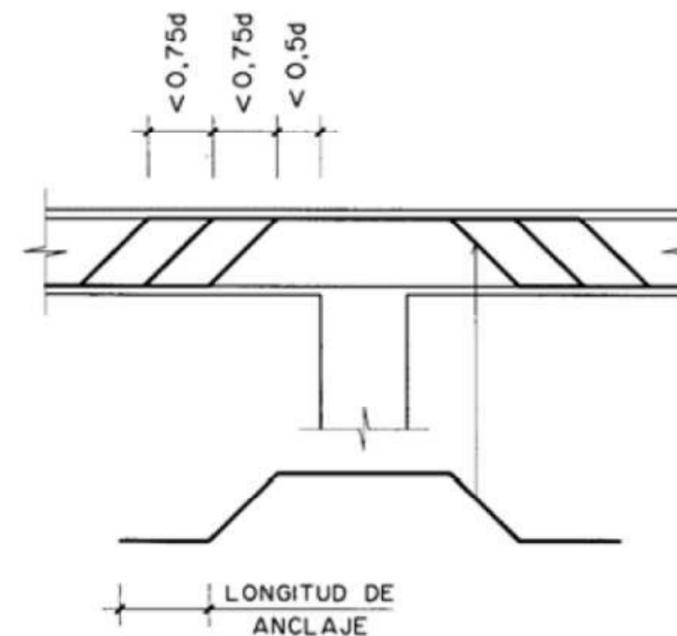
$$\tau_{sd} = \frac{\beta \cdot F_{sd}}{u_1 \cdot d}$$

Según la tensión que resiste la tensión tangencial de la sección, obtengo que todos los puntos donde exista una fuerza superior a 3.285,47 kN cuando el canto es de 30 cm y 5.055,63 kN cuando el canto es de 40 cm, no van a cumplir a punzonamiento. Por ello calculo el armado a punzonamiento de todos los puntos donde no cumple. Como se da que la mayoría de los encuentros con estructura sustente no cumple, tomare unos valores significativos y extrapolaré el armado a los lugares donde se necesite.

El armado de punzonamiento tendrá la siguiente forma:



Armado de punzonamiento (EHE-08 fig 46.5.a)



Armado de punzonamiento (EHE-08 fig 46.5.b)

Para las losas macizas que necesiten un armado de punzonamiento se deben hacerse las siguientes comprobaciones:

- Zona de armado.

El armado transversal necesario será igual a la cuantía que debemos añadir a la que ya tiene la losa por sí misma sin armadura de punzonamiento, es decir, debe satisfacer la siguiente ecuación (EHE art. 46.4.1):

$$\tau_{sd} \leq 0,75\tau_{rd} + 1,5 \cdot \frac{A_{sw} \cdot f_{ya} \cdot s_{ena}}{s \cdot u_1}$$

- Zona exterior a la armadura.

Es necesario comprobar que no se requiere armadura de punzonamiento en el límite donde deja de ser necesaria. Para ello debe satisfacer la siguiente ecuación (EHE 46.4.2):

$$F_{sd,ef} \leq \left(\frac{0,18}{\gamma_c} \xi (100 \cdot \rho \cdot f_{cv})^{\frac{1}{3}} + 0,1\sigma'd \right) u_{n,ef} \cdot d$$

- Zona adyacente al soporte.

Se debe comprobar la siguiente ecuación (EHE art 46.4.3):

$$\frac{F_{sd,ef}}{u_0 \cdot d} \leq 0,5f_{cd}$$

Comprobando en cada sección que indica el método de la EHE-08 descrito, para armadura transversal de barras levantadas a 45° ($\alpha=45$), las armaduras a colocar en cada caso son:

Limite N	Canto losa	Diámetro	Distancia "s" entre estribos
< 10.500 kN	30 cm	Φ25	15 cm (d/2)
< 8500 kN	40 cm	Φ20	17 cm (d/2)
< 8500 kN	30 cm	Φ25	15 cm (d/2)
< 6000 kN	40 cm	Φ12	17 cm (d/2)
< 6000 kN	30 cm	Φ16	15 cm (d/2)

7. CÁLULO FOJADOS PLATAFORMAS

Los forjados son losas aligeradas in situ postesadas. Obtenidas las solicitaciones y deformadas de la estructura se ha comprobado la flecha máxima de los forjados con el valor máximo $L/500$. Se ha comprobado, como ya se preveía, que esta limitación de flecha sería la más restrictiva respecto al dimensionado de los forjados ya que en un principio el valor de la flecha de los elementos constructivos era de aproximadamente 5-6 veces el valor de la flecha admisible en punta de voladizo.

La solución que se ha buscado ha sido alcanzar una flecha suficiente que permita que contraflechando²¹ el forjado alcanzar los valores admisibles. Para ello se aumenta el canto y la rigidez de los forjados (colando más armaduras postesadas) hasta alcanzar un valor máximo de 8 cm en cubierta, 5,6 cm en el forjado 2 y 6,4 en el forjado 1. Además de estas limitaciones, también he buscado que en el punto de todos los forjados donde se encuentra el cerramiento tengan una flecha final aproximada para conseguir que el cerramiento descienda acompasado y así tenga menor riesgo de rotura. Así, las características geométricas de cada forjado es la siguiente:

FORJADO	CANTO	INTEREJE	CASETÓN ²² (a x b x h)	ANCHO NERVIO	CANTO LOSA
1 y 2	1,20 m	1,60 m	1,20 x 1,20 x 0,60 m	0,40 m	0,30 m
Cubierta	1,50 m	1,60 m	1,20 x 1,20 x 0,90 m	0,40 m	0,30 m

el canto final de la estructura es de 1,5 en cubierta y 1,2 en el resto de forjados. El armado de ellas lo detallo a continuación.

7.1. Flecha y contraflecha

Como he introducido anteriormente la flecha en los forjados es la variable más restrictiva a la hora de dimensionar los forjados tipo plataforma. Considerando que para alcanzar una flecha admisible se debería aumentar la rigidez enormemente repercutiendo en un aumento importante de canto, se ha decidido que los forjados se postesen y se contraflechen. En el caso del postesado y dado que no se ha calculado la tensión de las armaduras activas de tesado, se ha aumentado la rigidez del forjado, pues ese es uno de los efectos de este tipo de forjados. En el caso del contraflechado, los valores que aplico los explico a continuación.

He estimado que puedo aplicar una contraflecha de 1/100 como máximo, ya que un valor mayor podría ser problemático desde un punto de vista del usuario. El valor final que aplicaré será tal que el valor de la flecha activa final sea tal que su valor sea admisible, es decir:

$$\text{flecha activa} - \text{contraflecha} > \text{flecha admisible}$$

²¹ He considerado que un valor aceptable de contraflecha que no afecte demasiado al servicio del edificio es de aproximadamente 1/100 de la luz contraflechada. Esta cuestión es explicada en el apartado de

²² Las medidas que aparecen son las medidas del casetón tipo de cada forjado, para zonas donde se necesite uno de menor tamaño se tomará uno de la misma altura pero de un lado en base mitad que el original (0,60 m).

La flecha activa será la flecha instantánea obtenida en ELS con la combinación cuasipermanente de todos los elementos que afectan al peso propio de la estructura y las cargas permanentes más la flecha diferida a lo largo de la vida útil del edificio. En números gordos, la flecha diferida más la flecha instantánea es de aproximadamente el doble de la flecha instantánea obtenida en cálculo

Así entonces, conocido como calcular la flecha que obtendré así como la contraflecha que le daré al forjado, dimensiono los forjados aumentando regiones de postesado y/o canto hasta obtener unos valores admisibles. Estos valores admisibles, no solo deben ser validos desde un punto de vista normativo ($f_{max} < L/500$) sino que también deben estar acompasados en el plano donde estará el muro cortina ya que de esta manera, con el diseño constructivo adecuado, conseguiré que no se fracture.

Los resultados que he obtenido son los siguientes:

Forjado	Luz	Flecha instantánea	Flecha inst+ flecha dif	Contraflecha	Contraflecha máx adm	Flecha final	Flecha admisible
1 (borde)	8,00 m	27,2 mm	54,4 mm	50 mm	80 mm	5,6 mm	16 mm
1 (muro cortina)	7,00 m	24,7 mm	49,4 mm	45 mm	70 mm	4,4 mm	14 mm
2	7,00 m	23,5 mm	47,0 mm	45 mm	70 mm	2,0 mm	14 mm
Cubierta (borde)	10,00 m	25,3 mm	50,6 mm	65 mm	100 mm	24,4	20 mm
Cubierta (muro cortina)	7,00 m	22,9 mm	45,8 mm	45 mm	70 mm	0,8 mm	14 mm

Como se puede observar, la flecha final es admisible en todos los puntos y además la diferencia de desplazamiento entre el forjado de cubierta y forjado 1, arranque y coronación del muro cortina, es de 3,6 mm, valor que es asumible por el propio muro cortina.

7.2. Armadura base

He elegido una malla de armadura, según el rango de sollicitaciones, que cubra los valores respecto a esfuerzos normales de la mayor área de la estructura posible (sin entrar en sobredimensionados) para luego reforzar aquellas zonas que hay picos de esfuerzo. Por construcción y para absorber tanto momentos positivos y negativos por igual, la malla es de igual dimensión tanto en la parte superior como inferior de las losas aligeradas.

Para la plataforma superior (cubierta) he supuesto una armadura ortogonal de ϕ 16 cada 25 cm que da una capacidad mecánica de 524,41 kN/m y un momento de agotamiento de 18.221,67 kN·m/m²³.

Para las plataformas 1 y 2, la armadura que forma la malla son ϕ 25 cada 20 cm que da una capacidad mecánica de 1707,39 kN y un momento de agotamiento de 12.343,33 kN·m/m.

7.3. Refuerzos

Donde la armadura base no cumplía se ha colocado, donde hiciera falta, refuerzos de armadura. Estos puntos son los siguientes:

FORJADO	LUGAR	Diferencia Md/m	Aumento Us/m	Armado propuesto
F2	Encuentro núcleo 3 (EF 4203)	M11 4270 kN/m	8042,78 kN/m	10 ϕ 32
F1	Encuentros núcleo 4 (EF 3970)	M11 6011 kN/m	6433,98 kN/m	8 ϕ 32
F1	Encuentro núcleo 3 (EF 4289)	M11 4023 kN/m	8042,78 kN/m	10 ϕ 32

7.4. Cortante

La verificación a cortante de la pieza se basa en la comprobación de que la pieza no agote en dos supuestos, por compresión oblicua del alma ($Vu1$) y por tracción del alma ($Vu2$) cuyos valores de agotamiento serán mayores que el cortante sollicitación en sus respectivas secciones de referencia. La comprobación a cortante se realizara sobre los nervios de del forjado que será donde se establecerán la armadura a cortante, si esta fuera necesaria.

Agotamiento por compresión del alma $Vu1$.

Para hormigones armados de f_{ck} menor a 60 MPa, el cortante $Vu1$ es igual a 11.500 kN/m, en el caso de los forjados 1 y 2 y 14.500 kN/m en el caso del forjado de cubierta, valores muy superior a cualquier sollicitación de la estructura a cortante.

El agotamiento por tracción del alma $Vu2$.

Se necesitara armadura de cortante en diferentes puntos de los forjados y se colocaran en los nervios. El dimensionamiento se ha hecho calculando la armadura de cortante necesaria para unos valores significativos. Así tenemos que hay que poner en donde sea necesario:

Forjado	Vsu a poner / m	Armadura / m
1 y 2	< 3.500 kN/m	2 ϕ 25 c/10 cm
1 y 2	< 1.500 kN/m	2 ϕ 16 c/10 cm
1 y 2	< 750 kN/m	2 ϕ 10 c/10 cm
Cubierta	< 3.200 kN/m	2 ϕ 20 c/10 cm
Cubierta	< 1.600 kN/m	2 ϕ 12 c/10 cm
Cubierta	< 800 kN/m	2 ϕ 10 c/15 cm

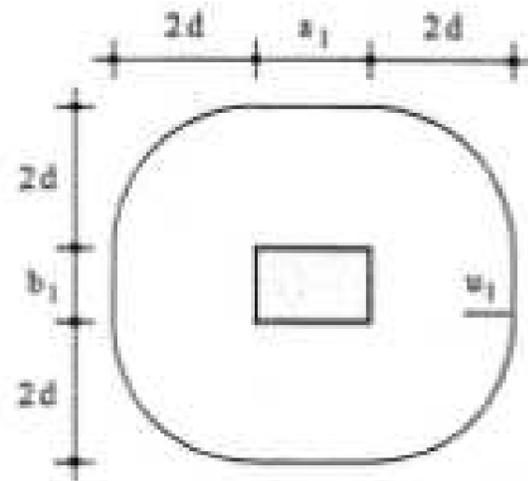
Las armaduras a cortante mayores de ϕ 10 no podrán ejecutarse como estribos y para ello se construirán a modo de patillas en forma de "C" que quedaran ancladas en las losas superiores e inferiores.

²³ Los valores están expresados en kN·m/m ya que los resultados extraídos del programa de cálculo están en estas unidades.

7.5. Punzonamiento

La resistencia a punzonamiento es la resistencia frente a los efectos transversales producidos cuando en una losa sin armadura transversal existen unas cargas o reacciones concentradas.

La superficie que debe comprobarse en torno al soporte que transmite las cargas es denominada superficie crítica y en términos generales es el área que hay a 2 canto útil desde las caras del soporte.



Para que sea necesario el dimensionamiento a punzonamiento se debe dar que la tensión máxima en el perímetro crítico u_1 sea menor que la tensión de cálculo, $\tau_{sd} > \tau_{rd}$.

Según la EHE, la τ_{rd} es igual a:

$$\tau_{rd} = \frac{0,18}{\gamma_c} \cdot \xi \cdot (100 \cdot \rho \cdot f_{cv})^{1/3} + 0,1 \cdot \sigma' d \leq \frac{0,075}{\gamma_c} \cdot \xi^{3/2} \cdot f_{cv}^{1/2} + 0,1 \cdot \sigma' d$$

siendo en mi caso, para los dos tipos de forjado

	Armado base	τ_{rd}
Forjado cubierta	ϕ 16 c/ 25 cm	1.437,98 kN
Forjado plataforma 1 y 2	ϕ 25 c/ 20 cm	2.129,30 kN

La tensión de cálculo será τ_{sd} y contando que tomo una excentricidad mínima en soportes interiores de $\beta=1,15$ de:

$$\tau_{sd} = \frac{\beta \cdot F_{sd}}{u_1 \cdot d}$$

que en el caso más desfavorable de todos los forjados (soporte de axil 11.968,37 kN) es de:

$$\tau_{sd} = 764,692 \text{ kN} < 1.437,98 \text{ kN} = \tau_{rd}$$

por lo que no es necesaria la colocación de armadura de punzonamiento en los forjados.

8. CÁLCULO ELEMENTOS SUSTENTANTES

Los soportes están contruidos con dos tipos de materiales:

- Hormigón armado HA-30 con acero de armar B-500
- Acero laminado S-275.

En el caso de los soportes de hormigón armado hay que tener una serie las siguientes consideraciones:

- La separación mínima entre armaduras longitudinales es el valor máximo a 2cm, Φ max, 1,25 tamaño máximo árido. En el caso de elementos con armaduras de Φ 16 es de 2 cm. Sin embargo, debido a que para armaduras comprimidas el hormigón ha de tener un recubrimiento mínimo de 3 Φ , el recubrimiento será de 48 mm, redondeando a 5cm.
- La armadura comprimida debe estar atada por estribos separados una distancia máxima de 30 cm, la dimensión menor del soporte o de 15 Φ . Estos estribos tendrán un diámetro mayor a $\frac{1}{4}$ del diámetro máximo de armadura.
- La cuantía mínima de armadura a compresión será de 0,05 Nd y menor de 0,5 \cdot fcd \cdot Ac.
- La resistencia característica de las armaduras en el cálculo no será superior a 400 N/mm² independientemente del tipo de acero de armar.

8.1. Pilares sótano

Los pilares de sótano son de sección rectangular y hormigón armado HA-30. El armado se ha calculado de la siguiente manera

- Estados limite frente a esfuerzos normales

Los soportes tienen momentos en ambos ejes por lo que el dimensionamiento sería a flexión esviada, sin embargo dado la dificultad del cálculo y que los valores no son muy grandes en comparación a los axiles la forma en los que he dimensionado la armadura es a flexión simple mediante los ábacos de flexión.

En el cálculo, la cuantía mecánica necesaria era mínima dado la poca magnitud de los momentos, por ello la armadura que se ha colocado ha sido calculada por los mínimos que establece la EHE. En concreto los cálculos la cuantía de armadura colocada en los soportes es 0,05 \cdot Nd. Como estos valores dependen del axil, he distinguido 3 tipos siendo sus respectivos armados:

Tipo I	Nd < 2937 kN	Us = 178,58 kN/cara	2 Φ 16
Tipo II	Nd < 6022 kN	Us = 301,14 kN/cara	4 Φ 16
Tipo II	Nd < 9500 kN	Us = 475,04 kN/cara	6 Φ 16

Esta armadura es la mínima que hay que colocar por compresión. Por motivos constructivos he colocado la misma armadura tanto a tracción como a compresión y puesto que la flexión es esviada coloco lo mismo en las 4 caras.

- Estados limite de inestabilidad (pandeo)

Un efecto a tener en cuenta en piezas comprimidas y de cierta esbeltez, como son los soportes del sótano, es el pandeo.

En primer lugar, hay que determinar si el pandeo es necesario tenerlo en cuenta según la norma. Para ello se debe conocer la traslacionalidad de la estructura del edificio y la esbeltez del soporte. La estructura en su conjunto es seguramente traslacional, sin embargo, sí que podría considerar que el conjunto formado por la losa, soportes, muros y forjado de techo de sótano como una unidad que permanece estable a los esfuerzos horizontales.

Para como si es necesaria la comprobación a pandeo así como el método de hacerlo, es necesario conocer la esbeltez mecánica λ m y la esbeltez inferior λ inf. El caso más desfavorable del soporte más esbelto, longitud de 4,615 m y canto de 0,30 m, y suponiendo que esta biempotrado, la esbeltez mecánica será 26.64 inferior 100 (λ inf mínima) por lo que los efectos de inestabilidad producidos por el pandeo no se tienen en cuenta.

- Estados limite a esfuerzo cortante

La verificación a cortante de la pieza se basa en la comprobación de que la pieza no agote en dos supuestos, por compresión oblicua del alma (Vu1) y por tracción del alma (Vu2) cuyos valores de agotamiento serán mayores que el cortante sollicitación en sus respectivas secciones de referencia.

Agotamiento por compresión del alma Vu1. Para hormigones armados de fck menor a 60 MPa, estribos colocados a 90 ° y suponiendo un Angulo de fisuración del alma de $\theta = 45^\circ$, Vu1 es igual a 405 kN, valor muy superior a los cortantes que hay en los soportes.

El agotamiento por tracción del alma Vu2. Para pieza de hormigón armado con armadura de cortante y unos estribos de Φ 6 y separados cada 15 cm, Vu2 da 1546 kN como mínimo que es muy superior a los cortantes máximos que se dan en cualquier soporte.

Debido al atado de las armaduras longitudinales, la EHE establece que en los soportes y con el fin de evitar el pandeo de las armaduras longitudinales, se debe arriostrar al menos una de cada dos barras consecutivas de la misma cara y aquella cuya separación sea superior a 15 cm.

- Armado final

Por cuestiones de recubrimiento y separación de armaduras mínimas se ha aumentado la sección de los pilares tipo II y III. Dado que el armado es igual a cuatro caras, el aumento de la sección se ha dado en ambas direcciones, tanto en "b" como en "h". Por tanto el armado final será de la siguiente manera.

Tipo	Dimensión b x h	Armado longitudinal	Armado cortante
Tipo I	30 cm x 30 cm	2 Φ 16 por cara	c Φ 6 c/ 15 cm
Tipo II	35 cm x 35 cm	4 Φ 16 por cara	c Φ 6 c/ 15 cm
Tipo III	45 cm x 45 cm	6 Φ 16 por cara	c Φ 6 c/ 15 cm

8.2. Muros de carga

Los muros de carga se han dimensionado con un canto de 30 cm. El armado mínimo que hay que colocar por limitación geométrica es de 3,2 ‰ para armadura vertical y 0,9 ‰ en el caso de armaduras horizontales. De esta manera el armado mínimo que se debe poner es:

	Us/m	Armado/m
Armado vertical	417,39 kN	Ø 16 c/ 20 cm
Armado horizontal	117,39 kN	Ø 16 c/ 25 cm

Con estos datos compruebo si es necesario reforzar los muros y respecto a esfuerzos normales la armadura base es suficiente.

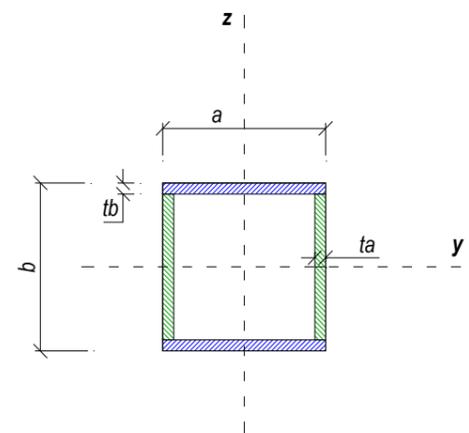
Se comprobaba el cortante que no se produce rotura por cortante donde se cumplirá que el cortante de cálculo es menor que la resistencia a compresión y tracción del alma. En todas los muros estructurales, el cortante cumple sin necesidad de armadura de cortante con la excepción de los puntos de encuentro con forjados y la cimentación. Dado que el entronque de los forjados o la losa las supongo que se hace con una buena adherencia, estas armaduras podrían considerarse como armaduras que pueden absorber estos esfuerzos de cortante. Utilizando la cuantía mínima en la situación más desfavorable (situación no real, solo usada como estimación para hacer unos números previos), los esfuerzos de cortante estarían equilibrados.

8.3. Pilares metálicos

Para el dimensionamiento de estos soportes se ha utilizado acero S275. En un principio se pensó en utilizar soportes perfiles normalizados de acero laminado tipo HEB, sin embargo, dada los grandes valores de axil y momentos en ambas direcciones que se dan en los soportes, la utilización de perfiles normalizados suponía el empleo de perfiles de un gran tamaño (mínimo el HEB-360) en la mayoría de ellos. Para resolver el dimensionado y tener unas dimensiones de soporte aceptables para el diseño se ha utilizado perfiles armados de acero S-275.

La sección de perfil armado en todos los casos es de un perfil cuadrado formado por dos almas y dos alas. Se han escogido para el dimensionado unos soportes característicos que supusieran una muestra significativa de todos los casos. Las secciones se han dimensionado para cada uno de los casos variando el espesor de las chapas que lo forman y la sección del perfil general.

Las sección armada para todos los casos partes del siguiente modelo:



Según el tipo de perfil, los valores para cada uno de las variables cambiaran pero siendo en todo caso de esta forma e intentando que las dimensiones de axb no superen los 30x30 cm. Para todos los casos, esta sección es de tipo 1.

La clase de sección es para todos los casos resueltos 1.

En el dimensionamiento de los soportes se debe comprobar los siguientes aspectos:

- A flexocompresión.

Para todos los casos del presente proyecto pues la sección de todos los soportes es tipo clase 1, se debe cumplir la siguiente expresión:

$$\frac{N_{ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$

- Interacción de esfuerzo cortante

Para evitar tener en cuenta el efecto de de la interacción entre el axil, momento y cortante en soportes, se debe cumplir que:

$$V_{Ed} \leq 0,5 \cdot V_{pl,Rd}$$

En todos los casos, el cortante no debe tenerse en cuenta en el cálculo.

- Pandeo

Para secciones cerradas de clase tipo 1, se debe comprobar las siguientes relaciones:

$$\frac{N_{Ed}}{X_y \cdot A \cdot f_{yd}} + K_y \cdot \frac{c_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{X_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + 0,6 \cdot k_z \cdot \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

$$\frac{N_{Ed}}{X_y \cdot A \cdot f_{yd}} + 0,6 \cdot K_y \cdot \frac{c_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

Para la obtención de todos los coeficientes, hay que tener en cuenta que en el cálculo se ha tomado como que la barra está biapoyada, es decir la longitud de pandeo es igual a la real ($L_k=L$)²⁴.

Para todos los casos, los soportes cumplen a pandeo.

- Resultados finales.

TIPO	a	b	ta	Tb
Tipo I	30 cm	30cm	2cm	2cm
Tipo II	45 cm	30 cm	2 cm	3 cm

Así, los soportes de tipo I cubren los valores de los soportes en casi todo los casos excepto en los de un momento de gran magnitud. En este caso se colocara los soprtes tipo II.

²⁴ A pesar de que constructivamente sea empotrada-empotrada, dada la gran diferencia de de rigidez entre los forjados y los soportes la deformada de estos elementos cuenta con una gran movimiento en sus extremos, así para estar desde el lado de la seguridad $\beta=1$ en vez de $\beta=0,5$, por lo que $L_k=\beta \cdot L=L$

MEMORIA IV. ESTRUCTURA

1. JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA

- 1.1. Objeto del proyecto
- 1.2. Descripción de la solución estructural proyectada
- 1.3. Justificación de la cimentación
- 1.4. Justificación de la estabilidad estructural
- 1.5. Descripción de los modelos de calculo

2. SEGURIDAD ESTRUCTURAL

- 2.1. Programa de necesidades
- 2.2. Periodo de servicio
- 2.3. Tipo de modelo estructural
- 2.4. Características mecánicas del terreno y materiales estructurales
- 2.5. Geometría del modelo estructural
- 2.6. Capacidad portante y durabilidad
- 2.7. Acciones, combinaciones y coeficientes de seguridad
- 2.8. Análisis y métodos de calculo
- 2.9. Control de calidad

3. ACCIONES EN LA EDIFICACIÓN

- 3.1. Clasificación de acciones
- 3.2. Acciones permanentes
- 3.3. Acciones variables
- 3.4. Acciones accidentales
- 3.5. Hipótesis de calculo
- 3.6. Combinaciones de hipótesis

4. PREDIMENSIONADO DE LA ESTRUCTURA

- 4.1. Elementos sustentantes. Soportes y muros
- 4.2. Forjados
- 4.3. Escaleras
- 4.4. Cimentaciones
- 4.5. Muro cortina

5. CALCULO DE CIMENTACIONES

- 5.1. Muros de sótano
- 5.2. Losa

6. CALCULO DE FORJADO DE TECHO DE SOTANO

- 6.1. Armado base
- 6.2. Armado de refuerzo
- 6.3. Armado de cortante
- 6.4. Armado de punzonamiento

7. CALCULO FORJADOS PLATAFORMA

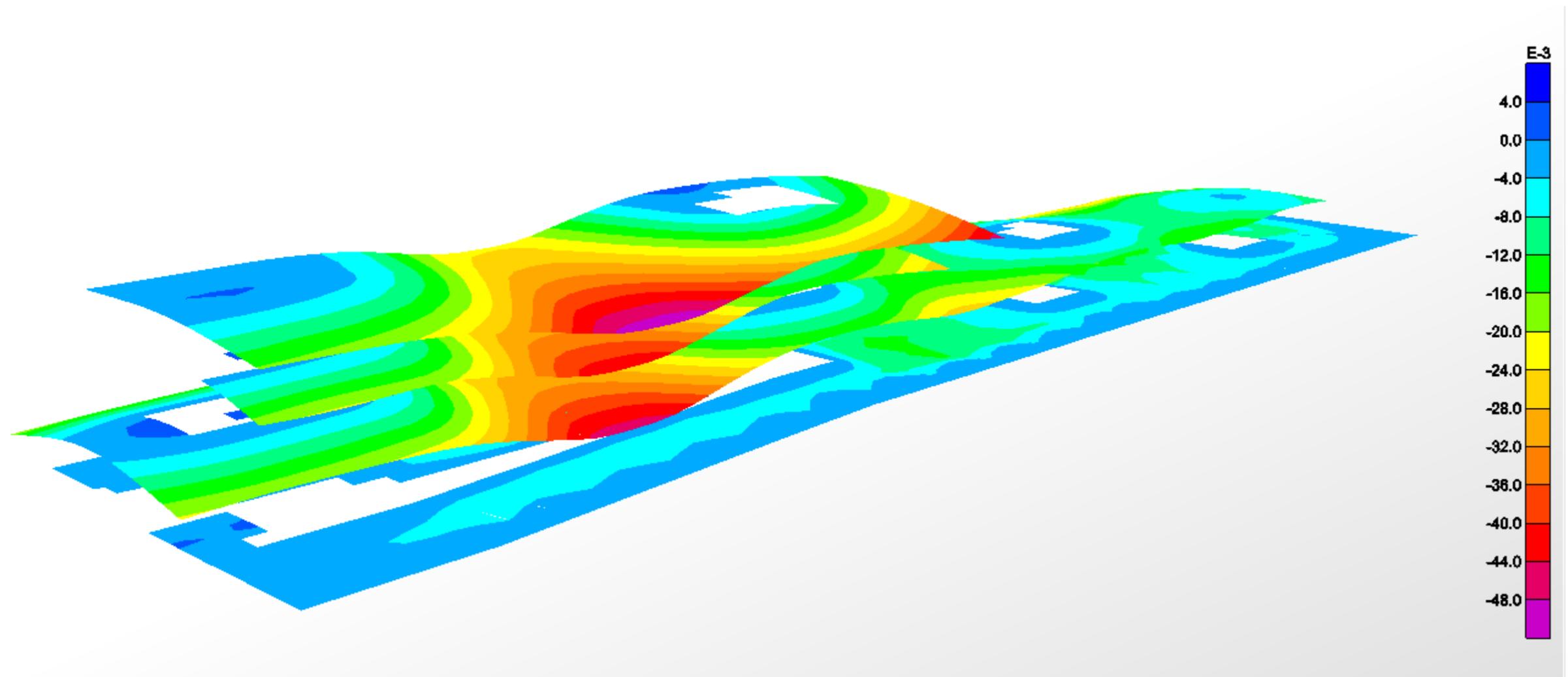
- 7.1. Flecha y contraflecha
- 7.2. Armado base
- 7.3. Refuerzos
- 7.4. Cortante
- 7.5. Punzonamiento

8. CALCULO DE ELEMENTOS SUSTENTANTES

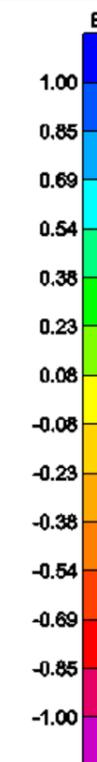
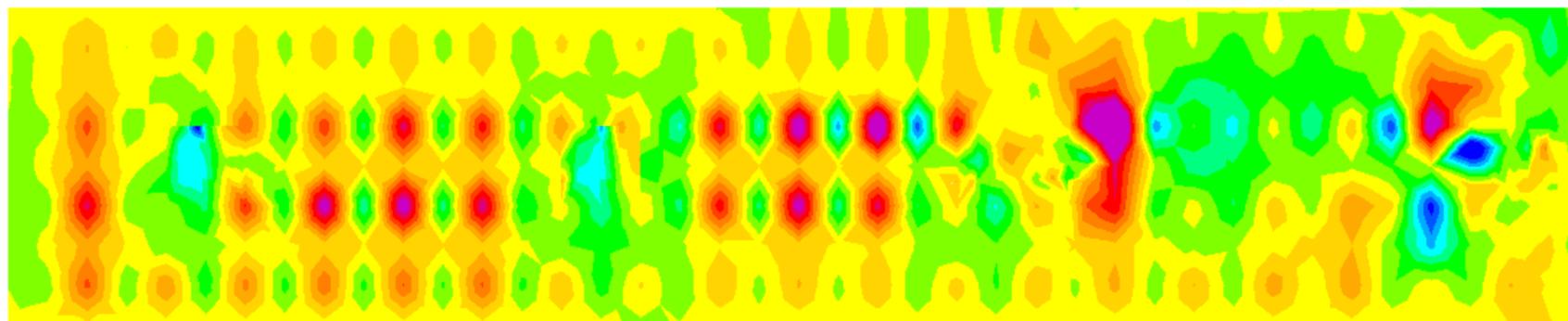
- 8.1. Pilares de sótano
- 8.2. Muros de carga
- 8.3. Pilares metálicos

ANEXO GRÁFICO

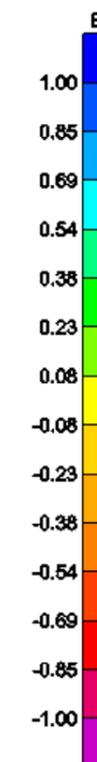
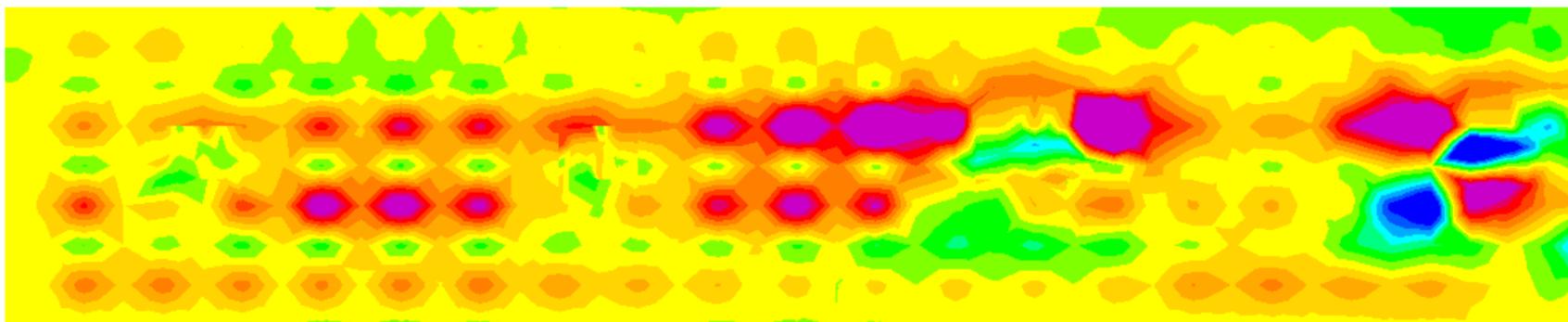
DEFORMACIÓN Uz (medida en mm) EN LOS FORJADOS CON LA COMBINACIÓN CUASIPERMANETE



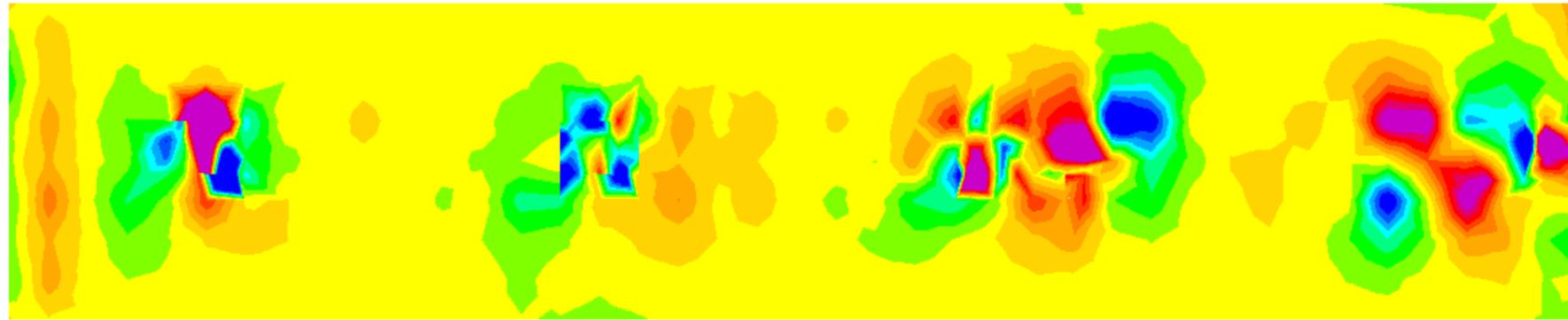
MOMENTO FLECTOR M11 LOSA CIMENTACIÓN



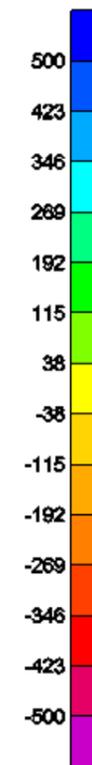
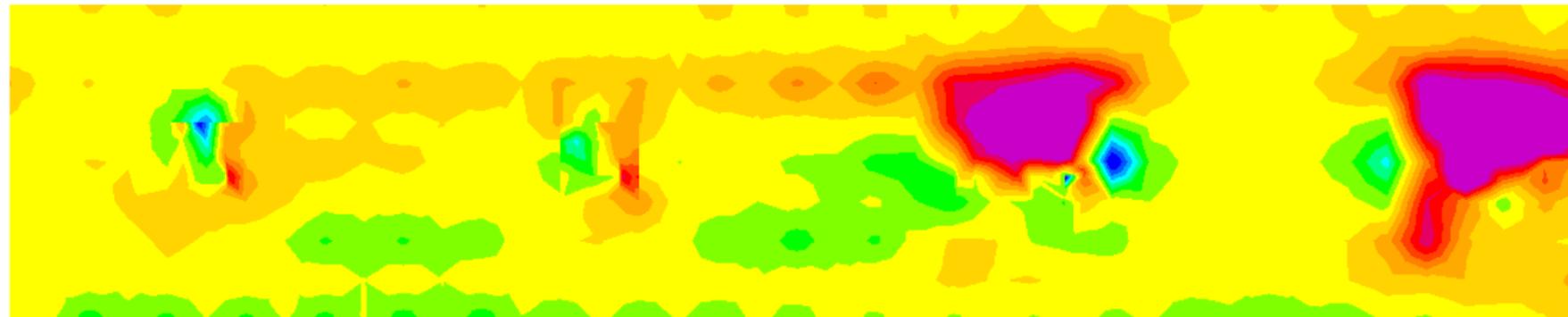
MOMENTO FLECTOR M22 LOSA CIMENTACIÓN



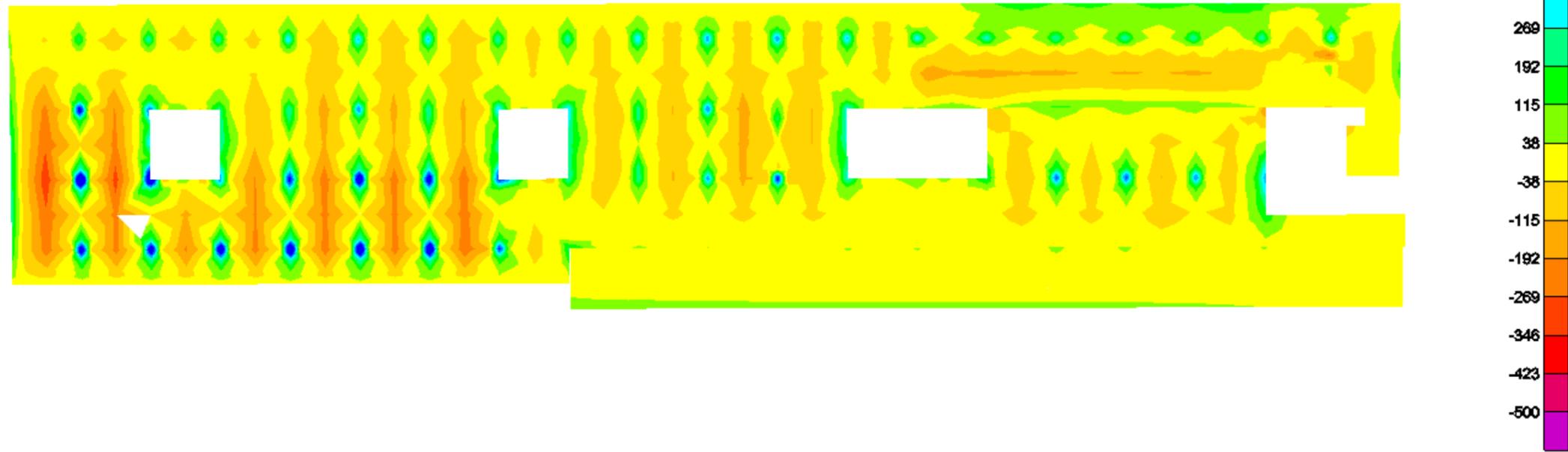
CORTANTE V13 LOSA CIMENTACIÓN



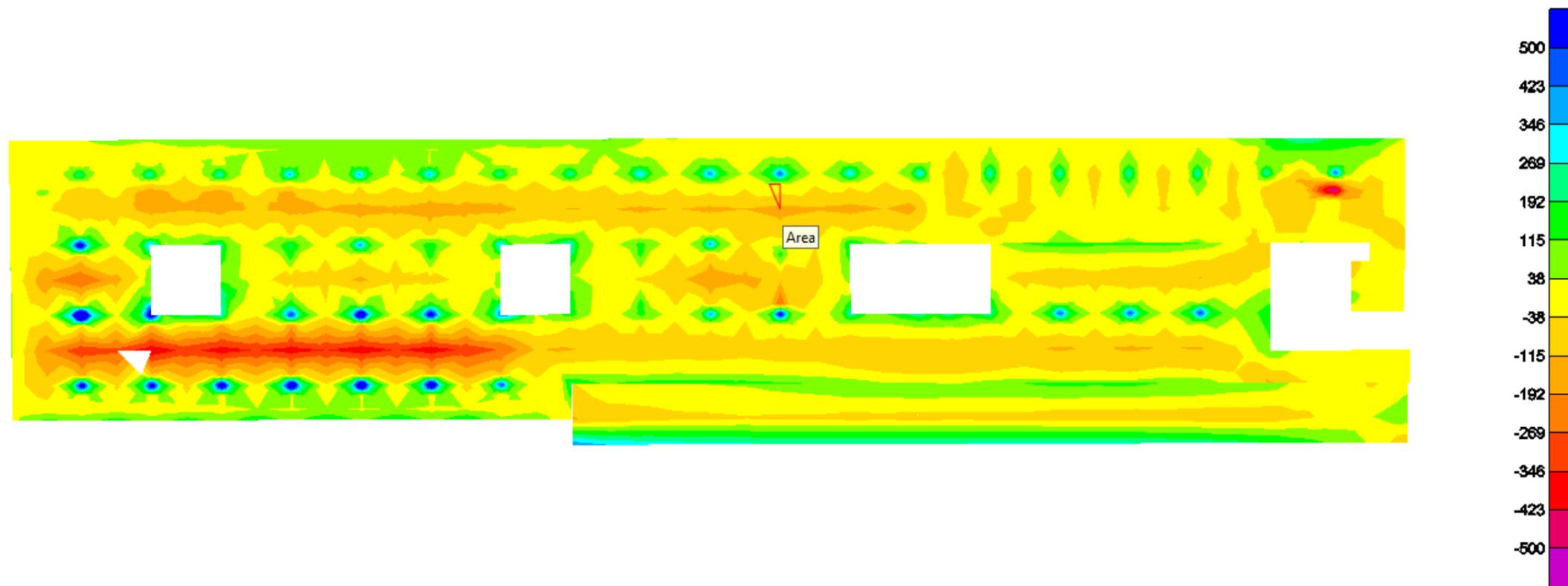
CORTANTE V23 LOSA CIMENTACIÓN



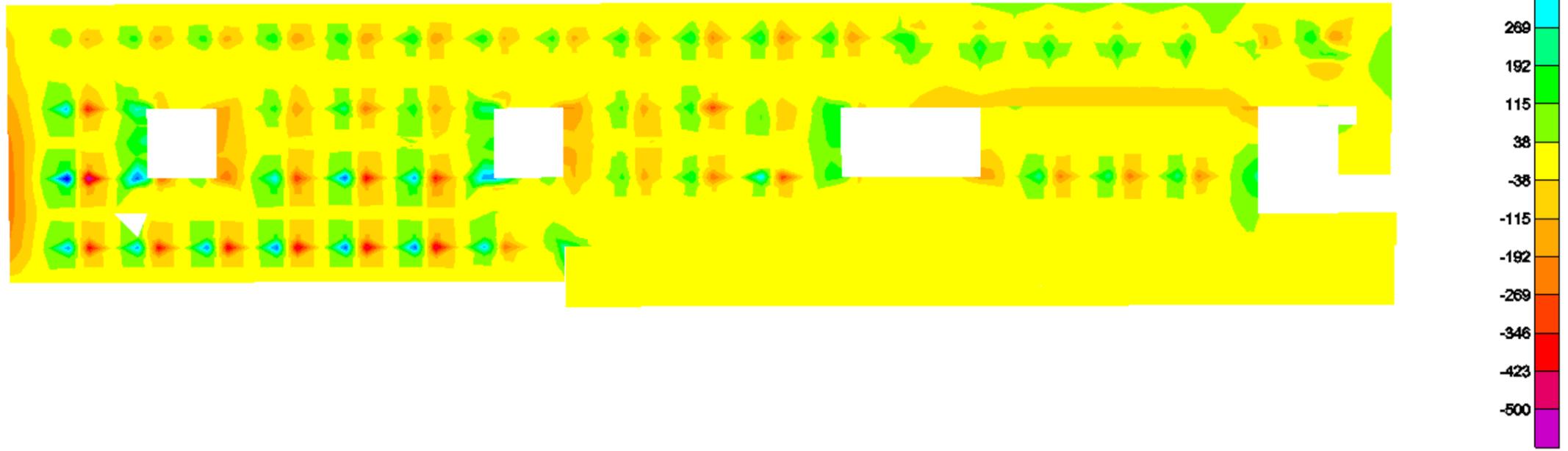
MOMENTO FLECTOR M11 FORJADO 0



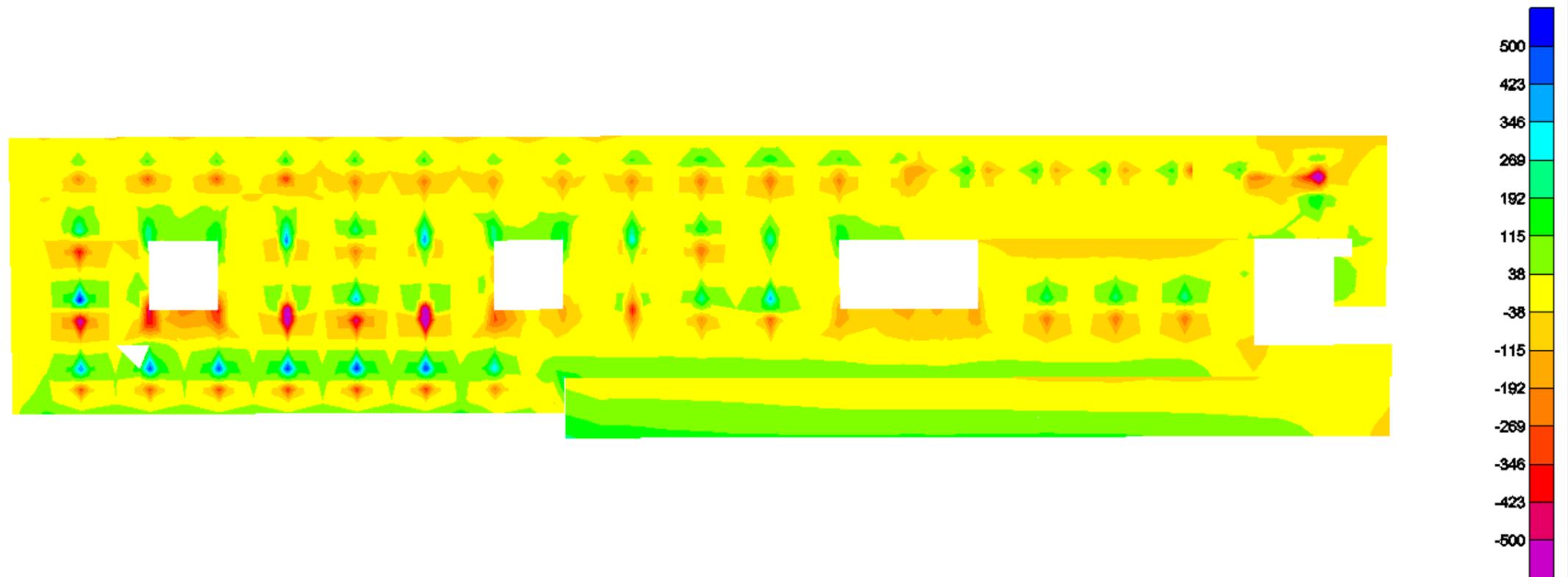
MOMENTO FLECTOR M22 FORJADO 0



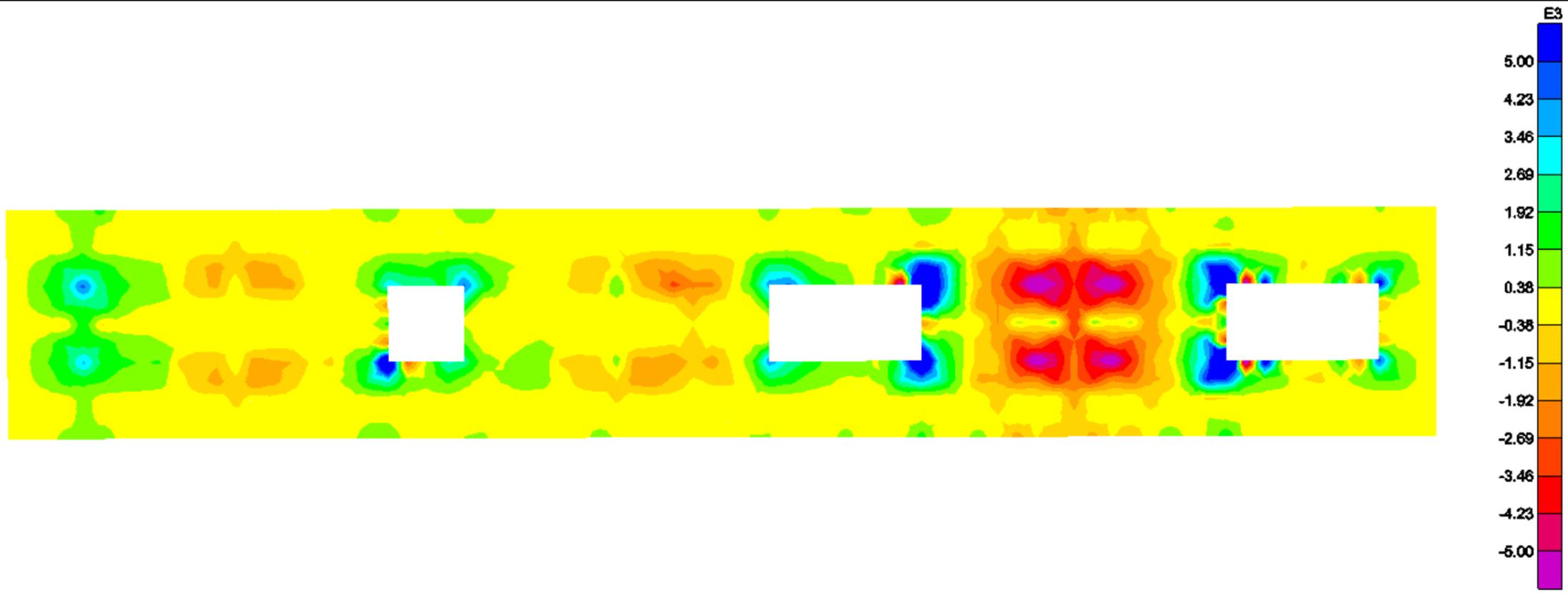
CORTANTE V13 FORJADO 0



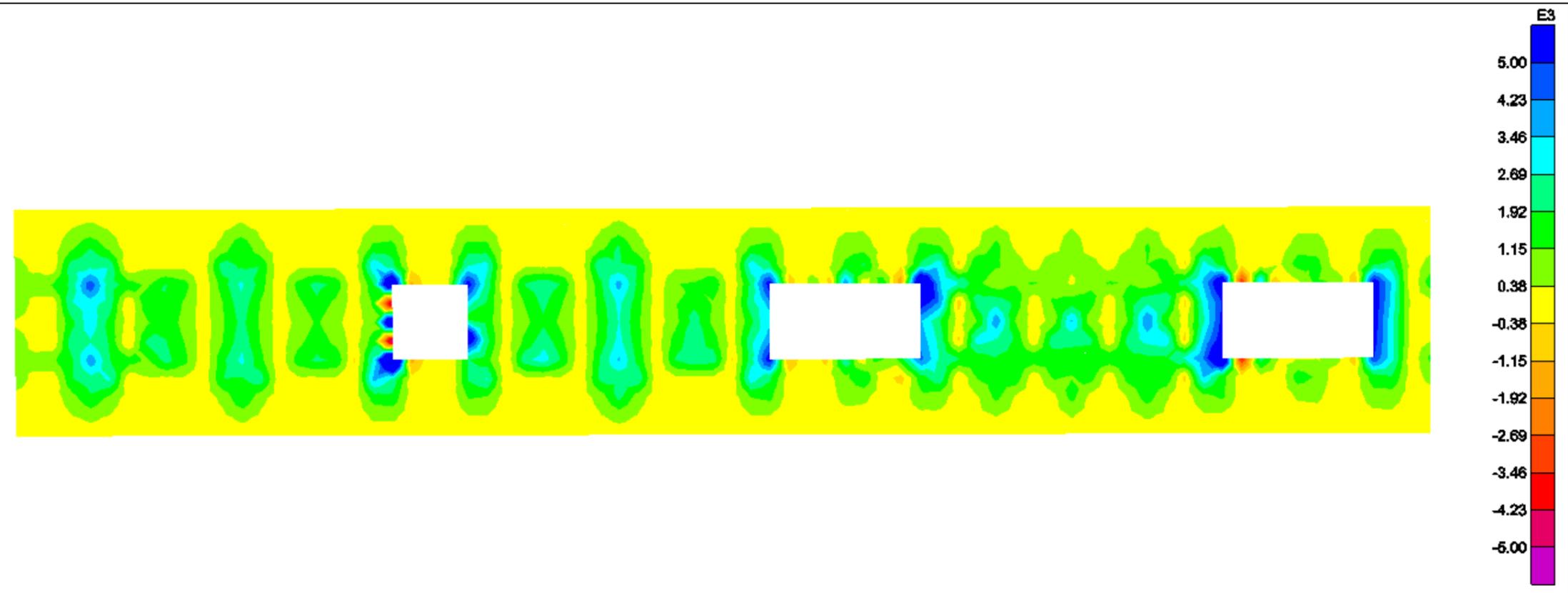
CORTANTE V23 FORJADO 0



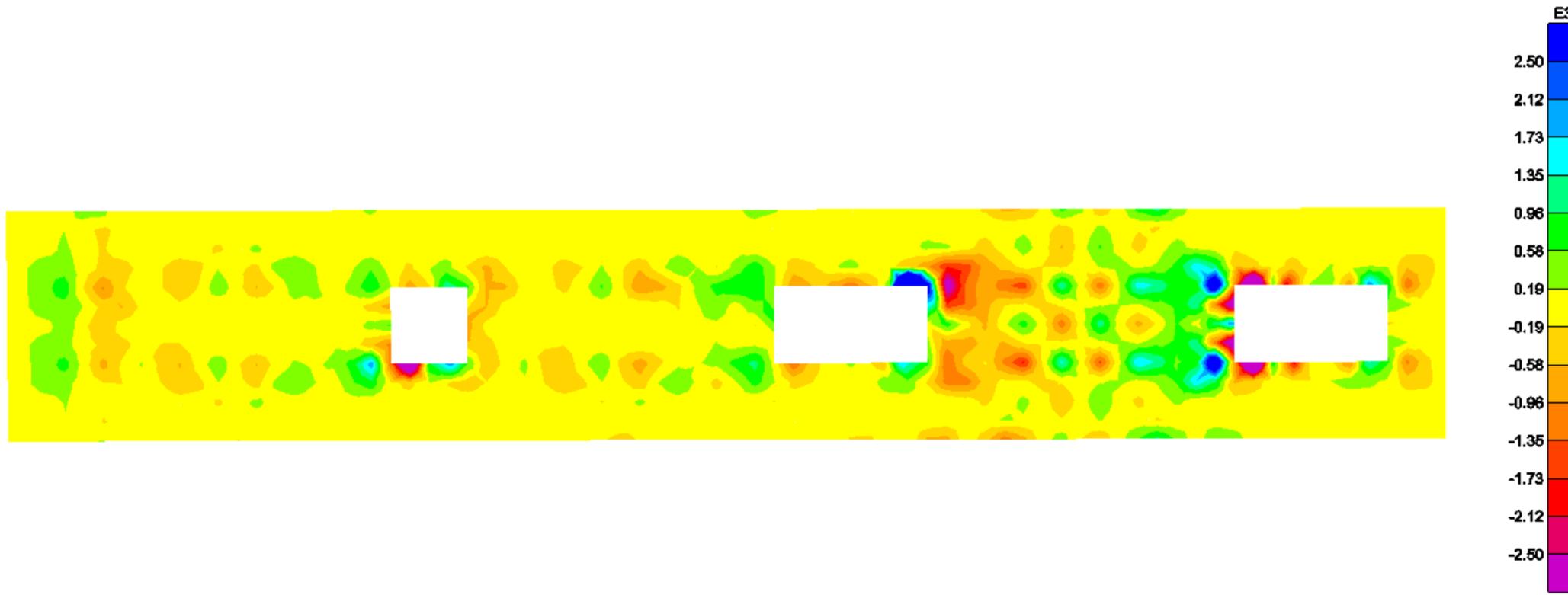
MOMENTO FLECTOR M11 EN FORJADO 1



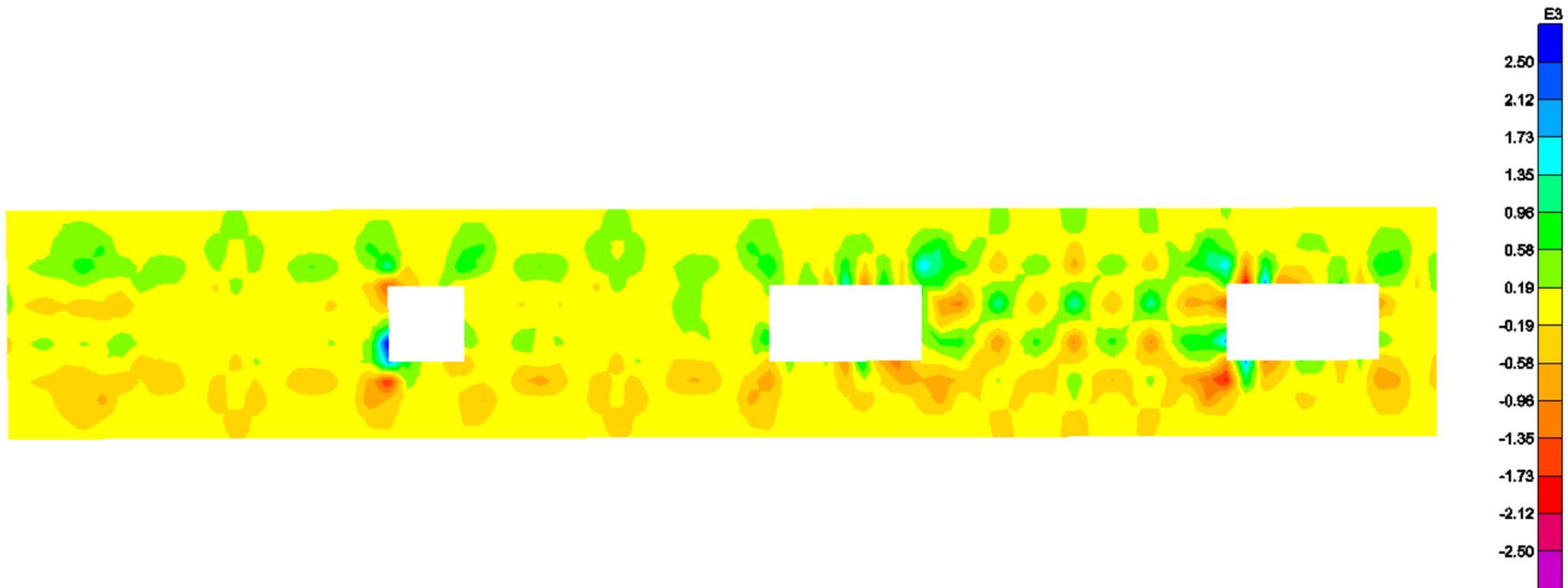
MOMENTO FLECTOR M22 EN FORJADO 1



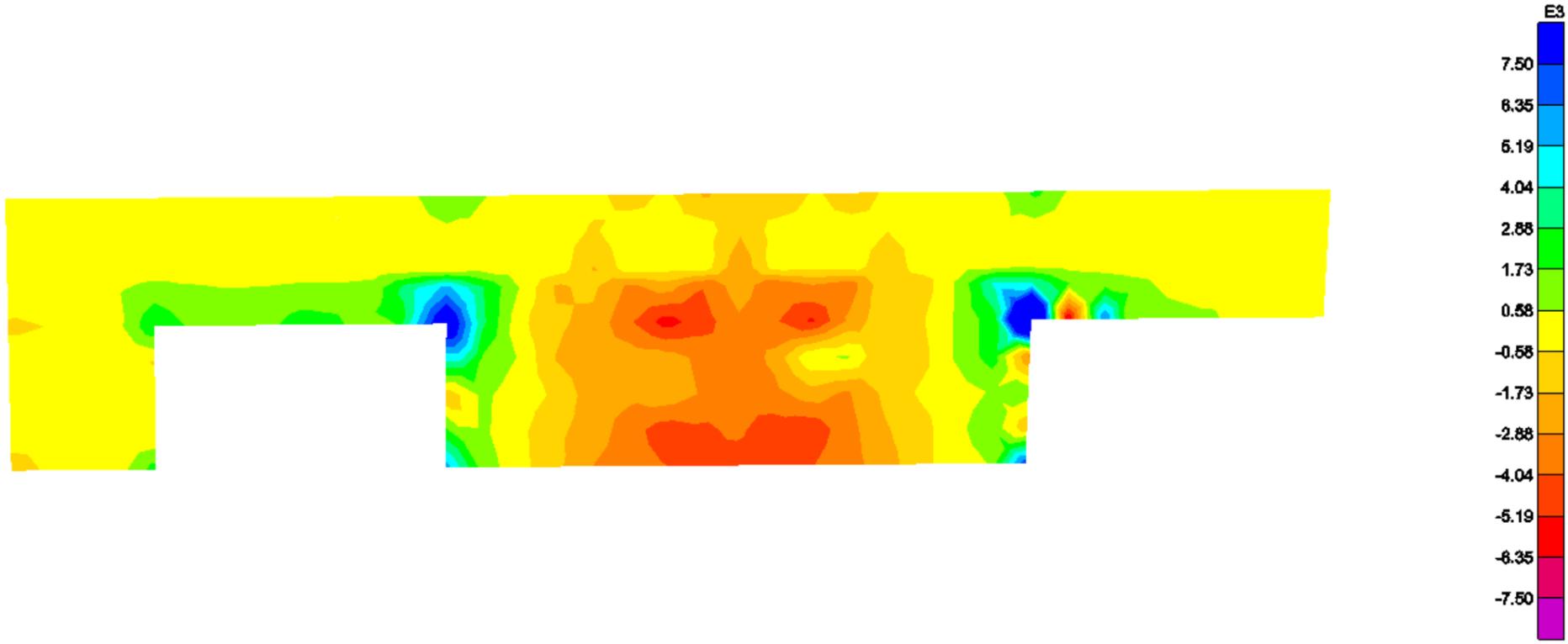
CORTANTE V13 FORJADO 1



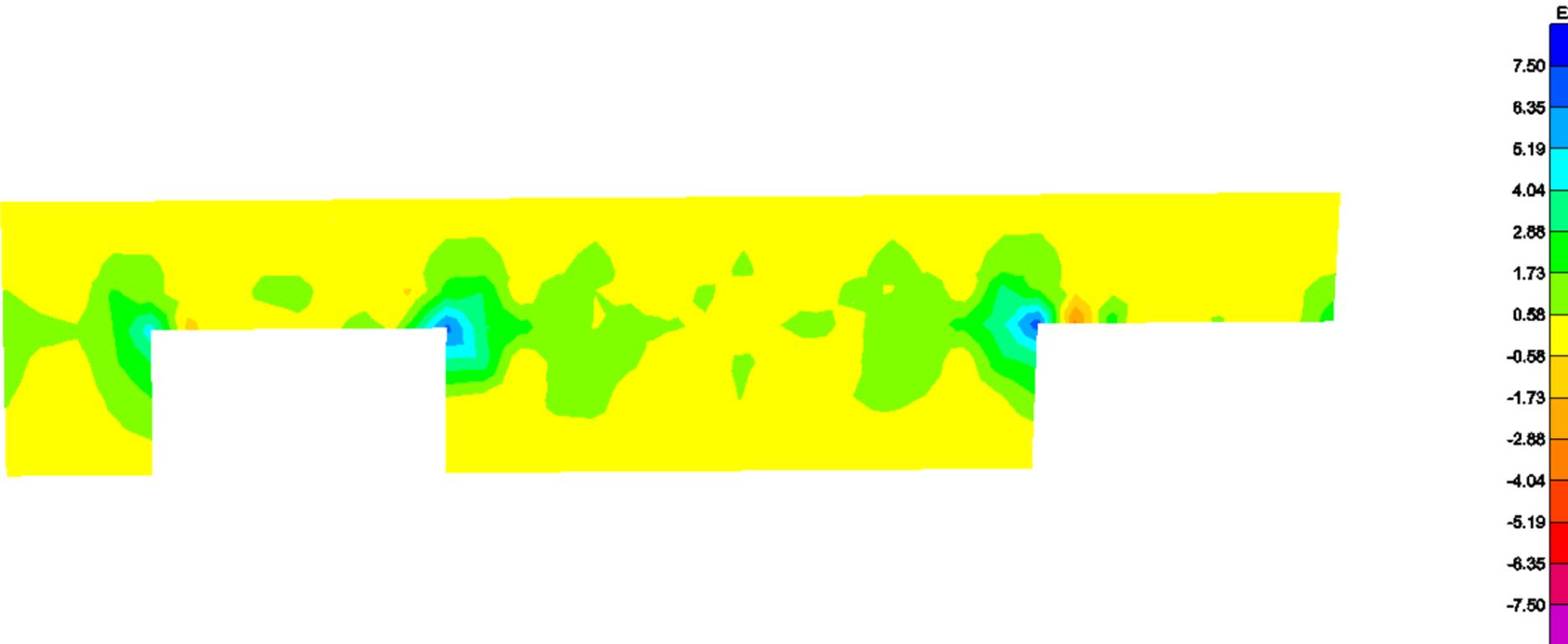
CORTANTE V23. FORJADO 1



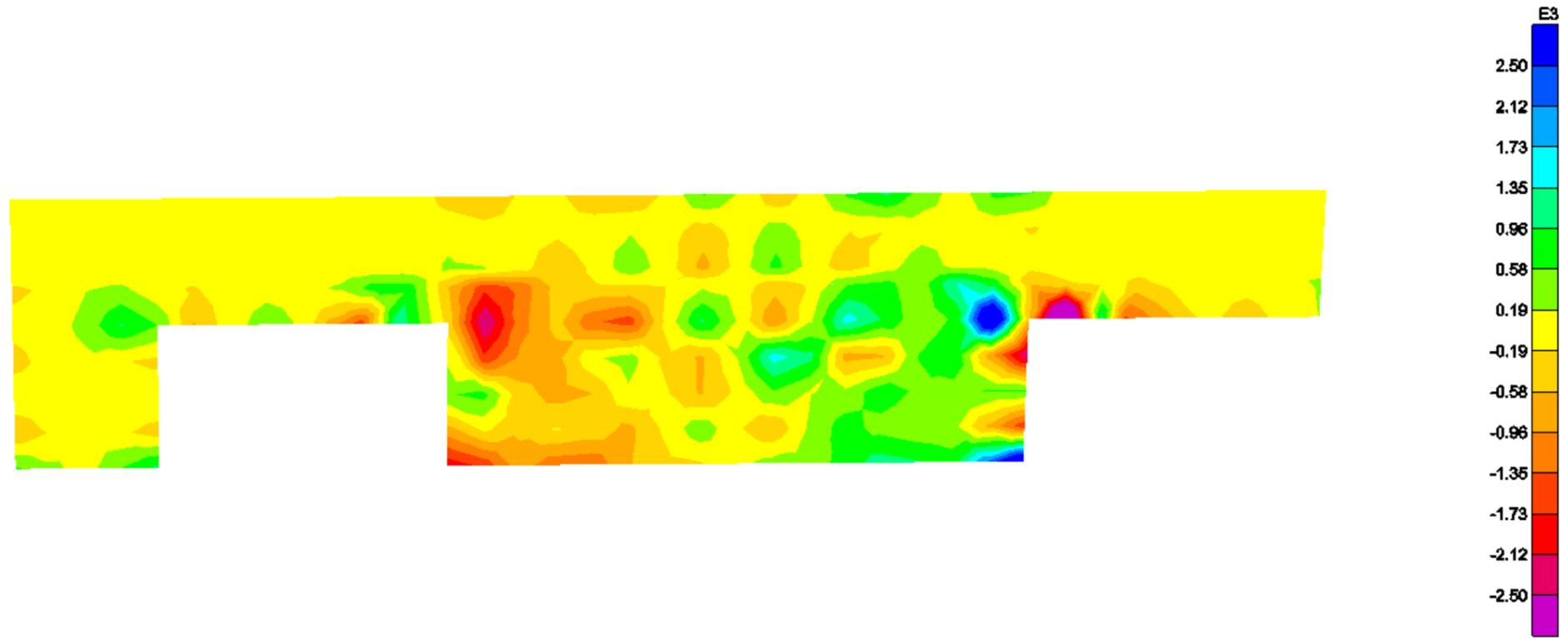
MOMENTO FLECTOR M11 EN FORJADO 2



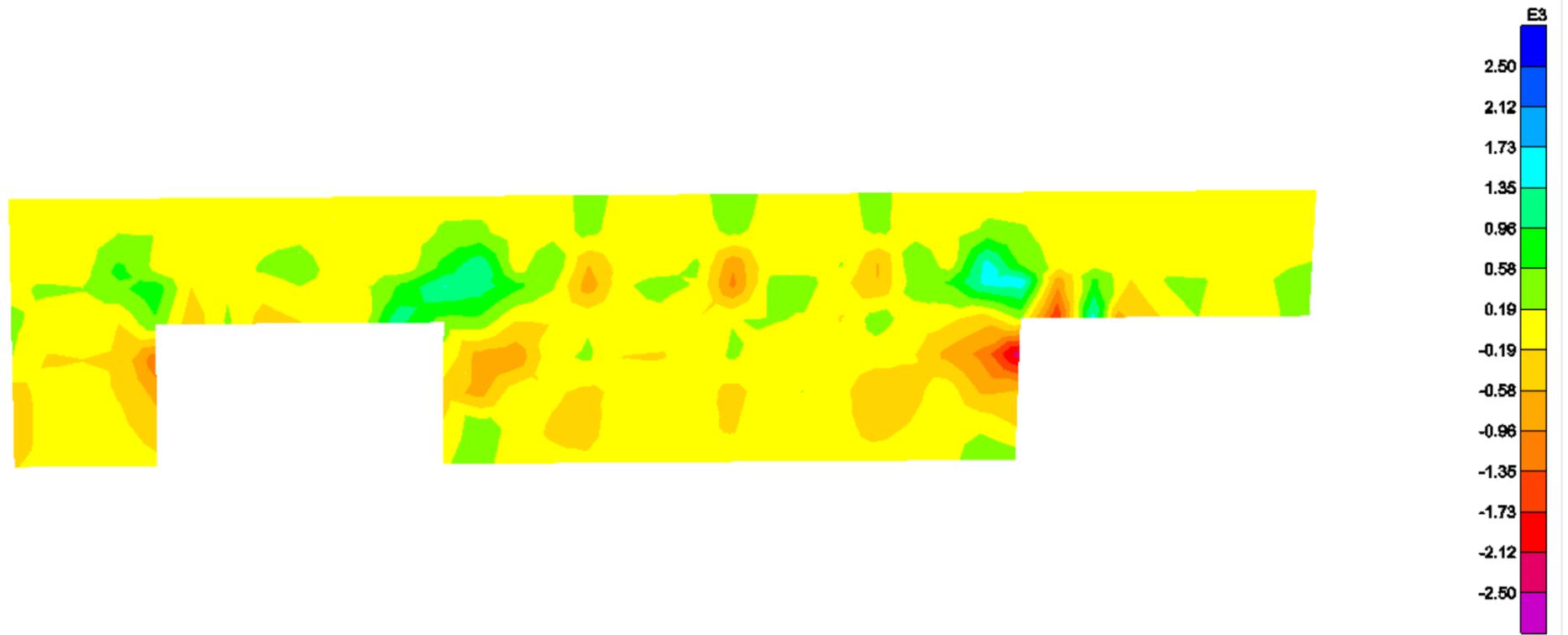
MOMENTO FLECTOR M22 FORJADO 2



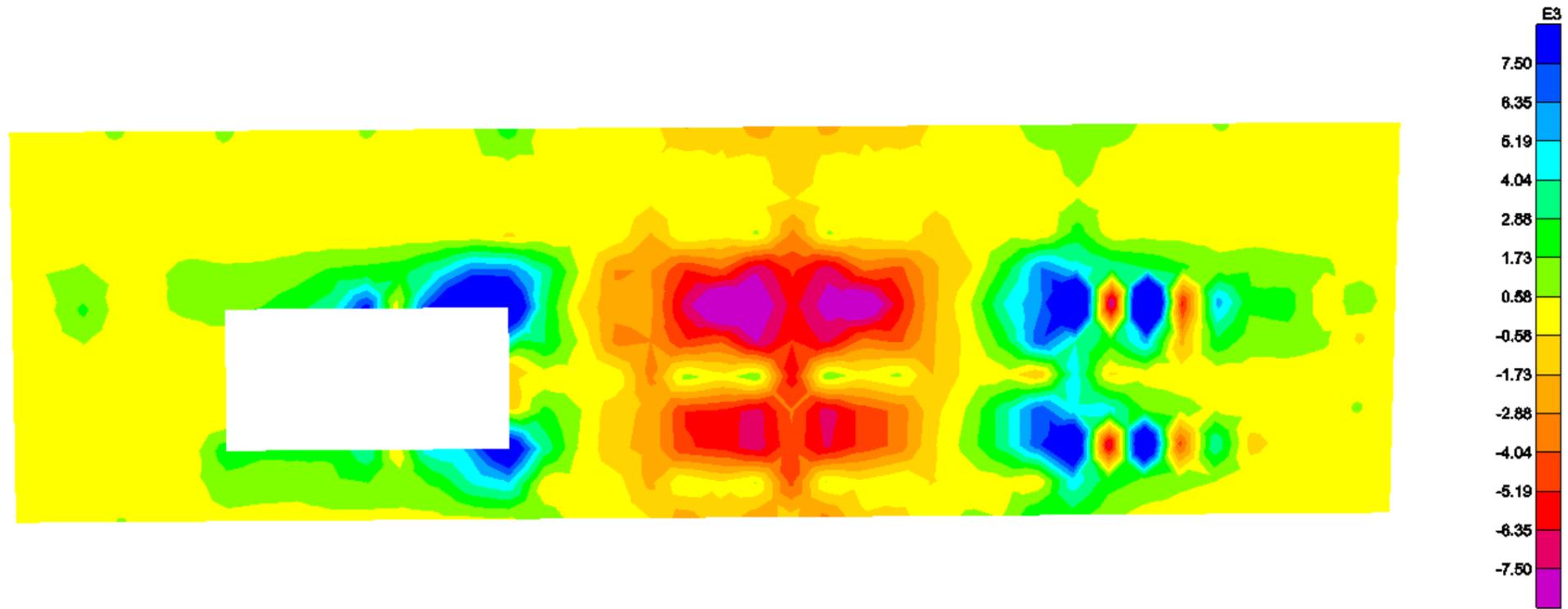
CORTANTE V13 FORJADO 2



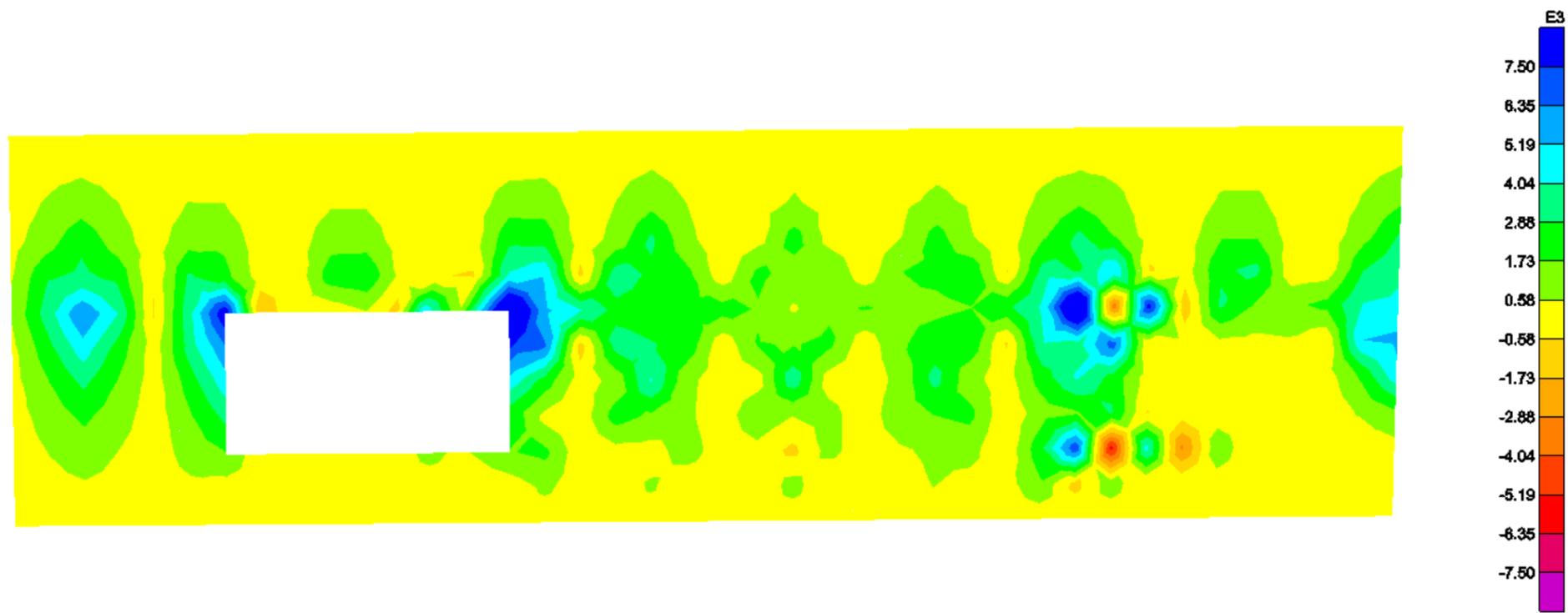
CORTANTE V23. LOSA FORJADO 2



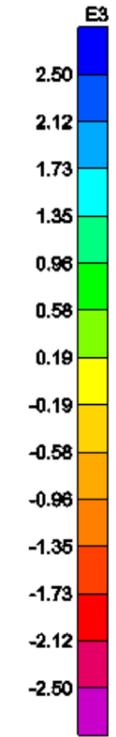
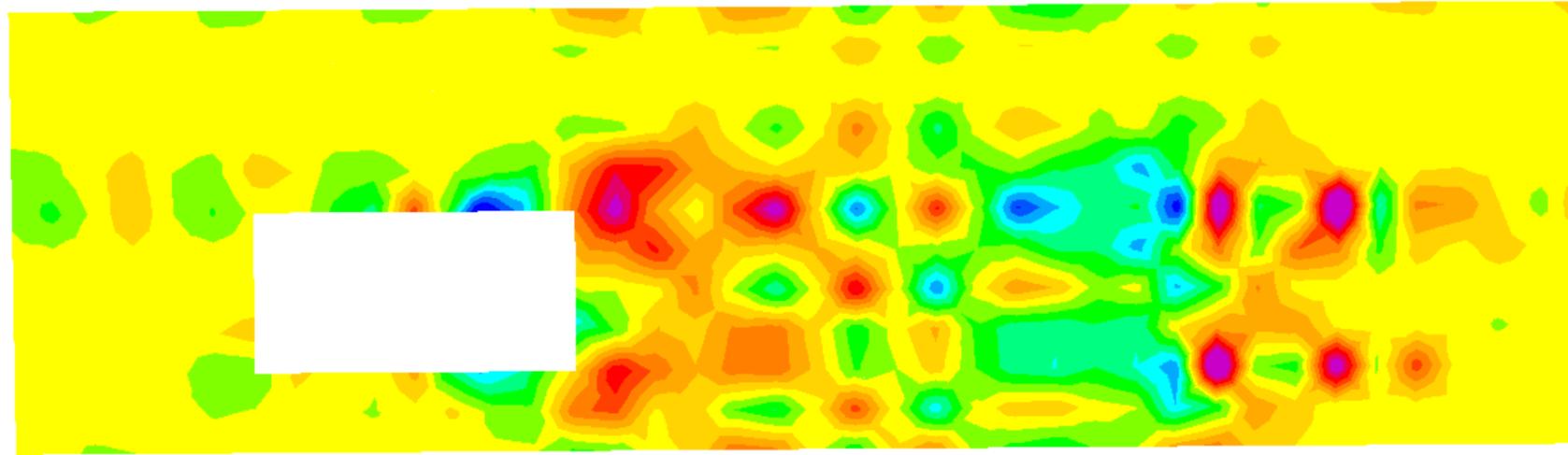
MOMENTO FLECTOR M11 FORJADO CUBIERTA



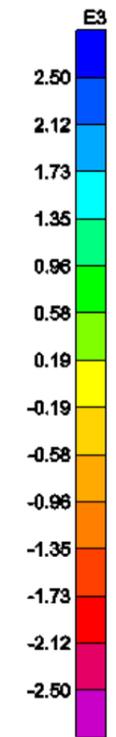
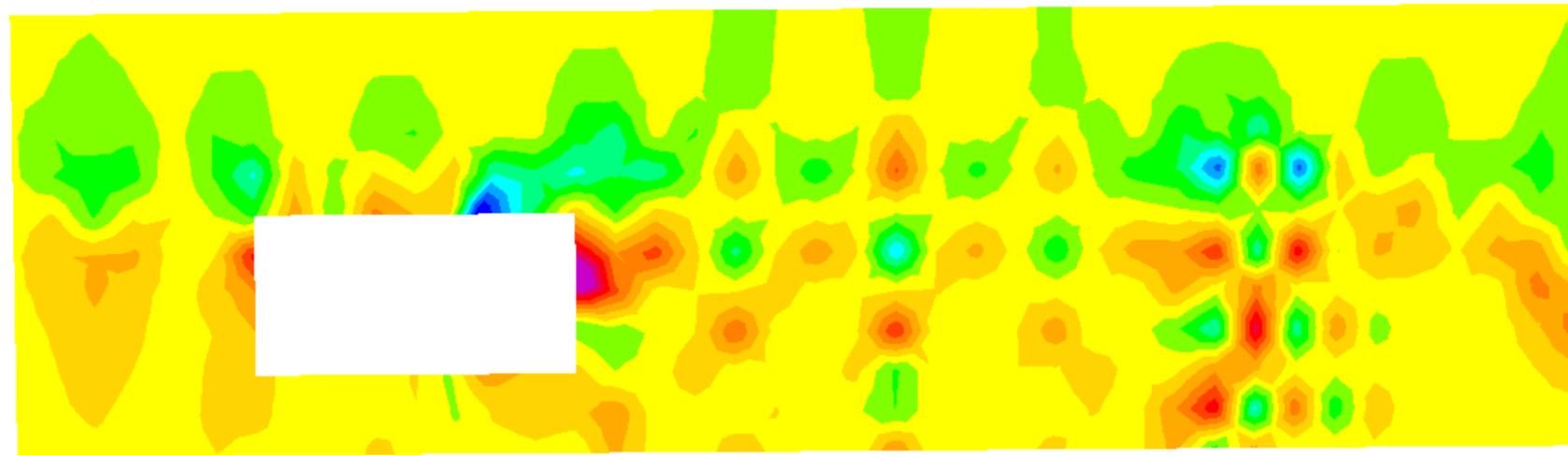
MOMENTO FLECTOR M22 FORJADO CUBIERTA



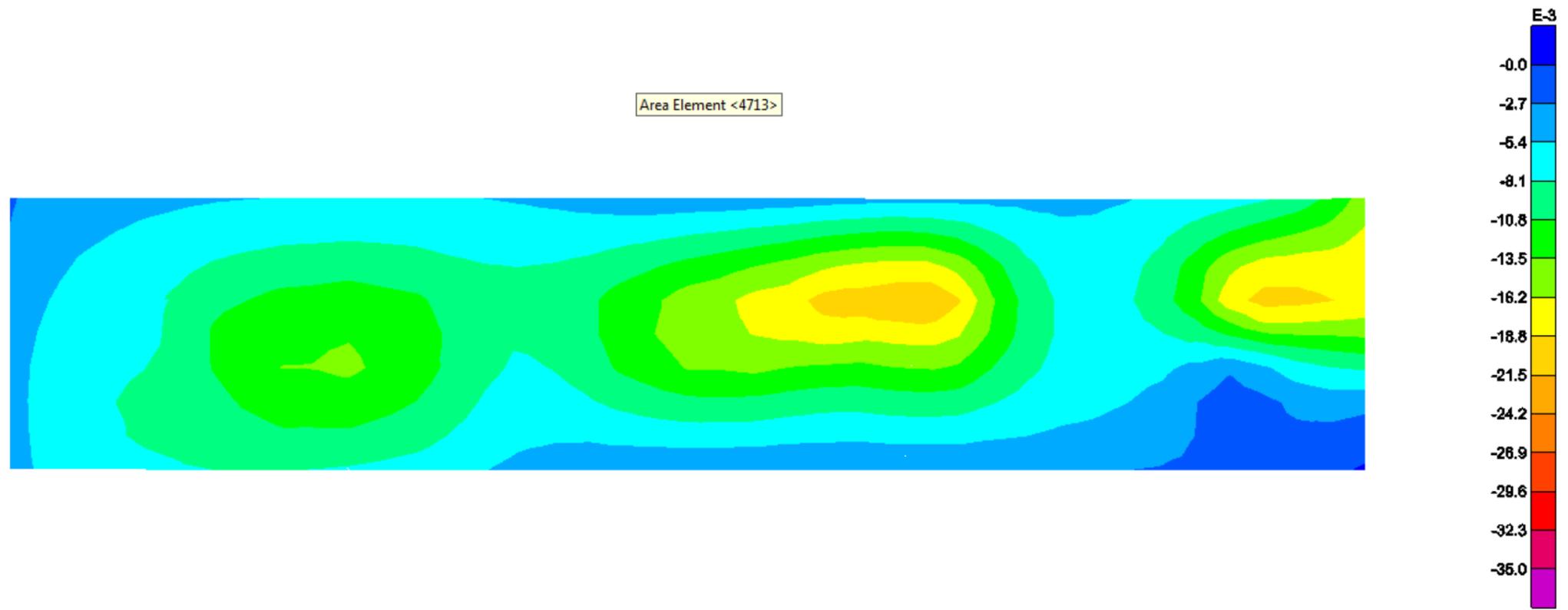
CORTANTE V13 FORJADO CUBIERTA



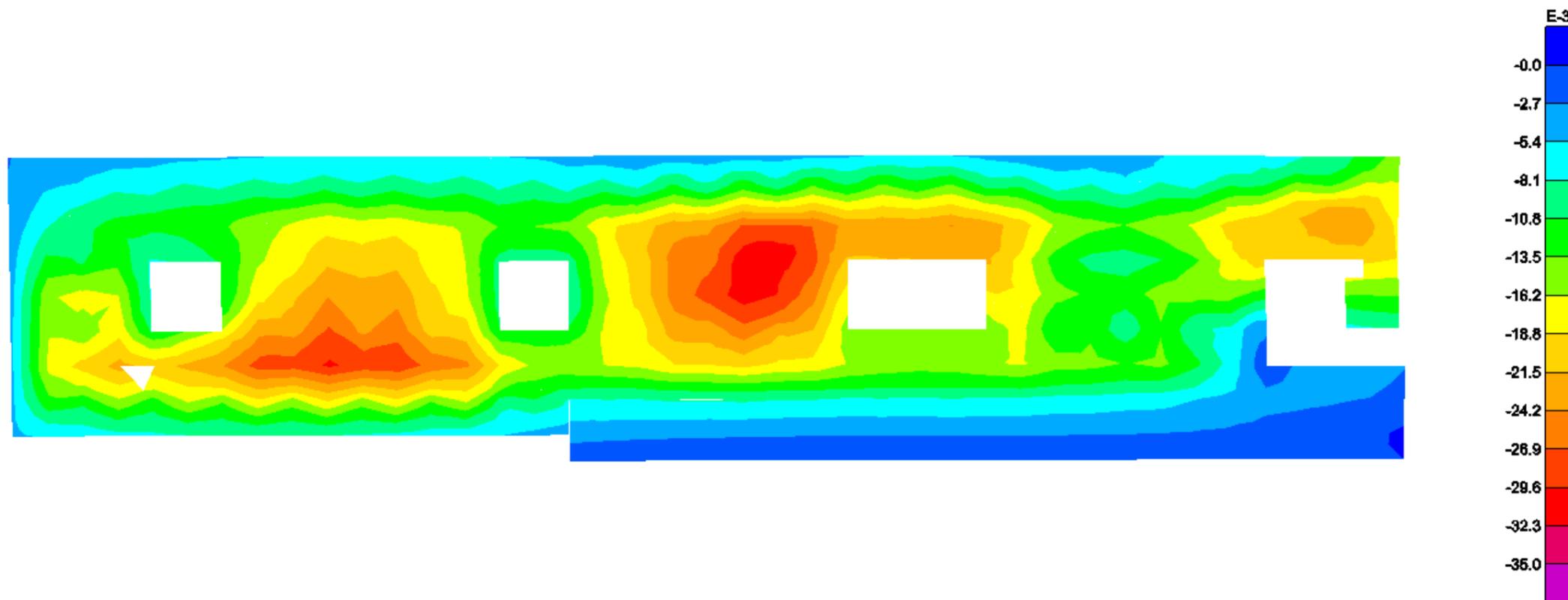
CORTANTE V23 FORJADO CUBIERTA



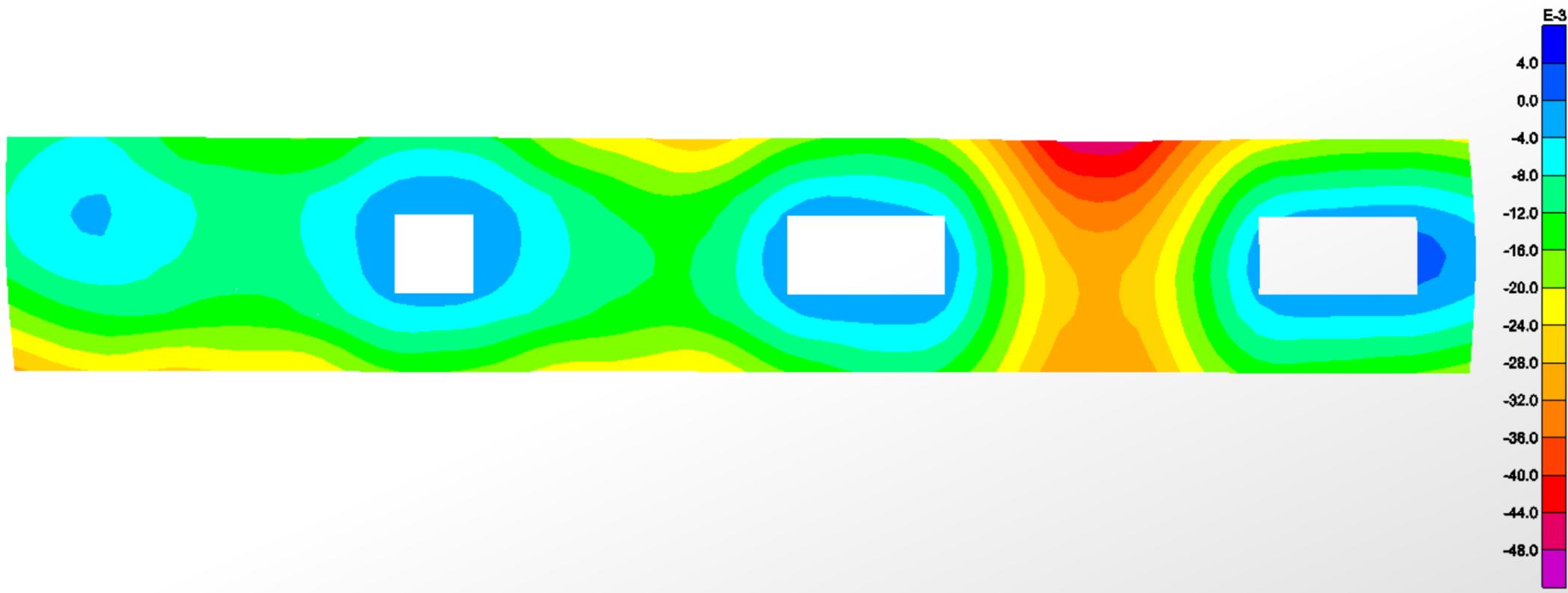
ASIENTOS DE LA LOSA (deformaciones Uz)



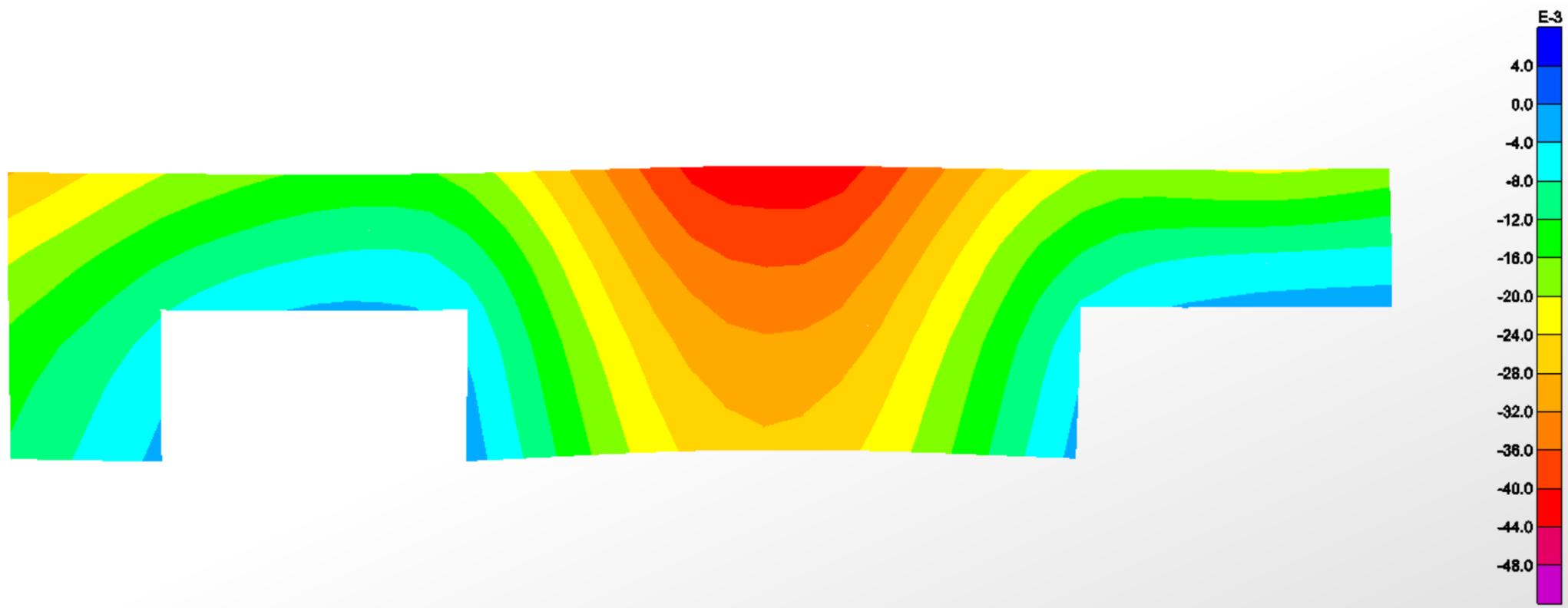
DEFORMACIÓN Uz (medida en mm) EN FORJADO 0



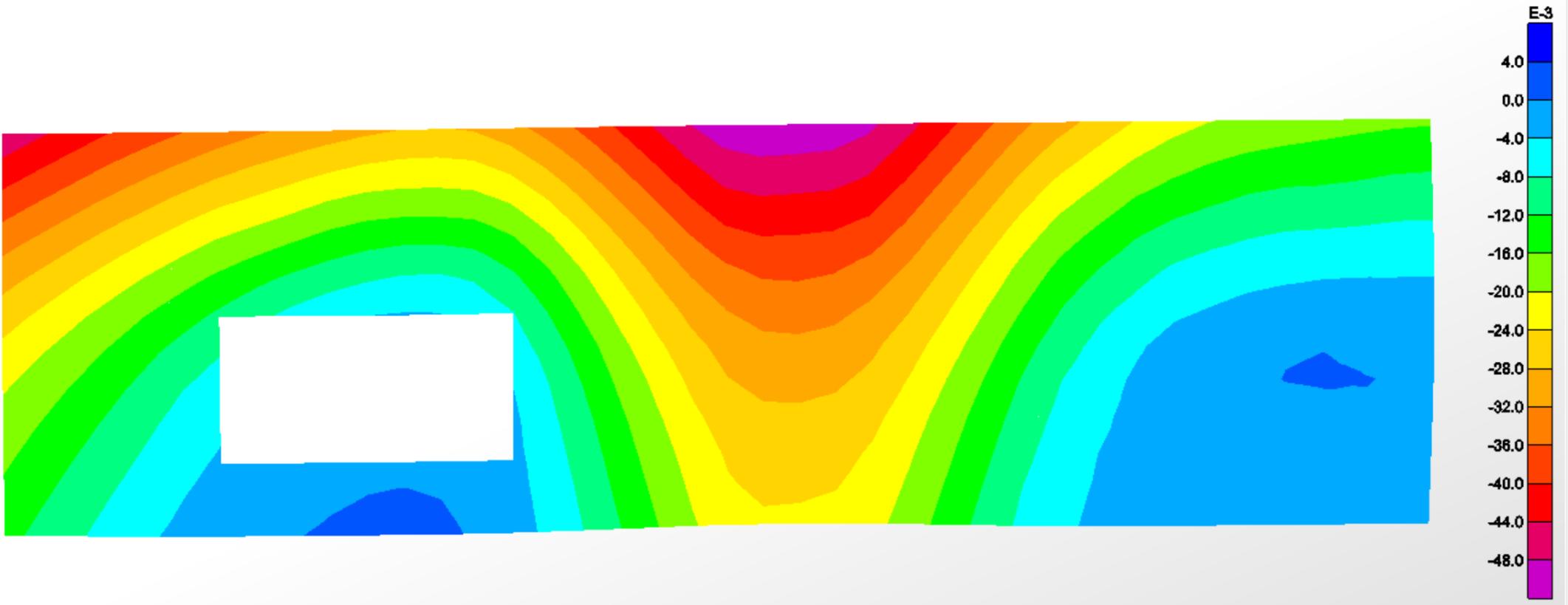
DEFORMACIÓN Uz (medida en mm) EN FORJADO 1



DEFORMACIÓN Uz (medida en mm) EN FORJADO 2



DEFORMACIÓN Uz (medida en mm) EN FORJADO CUBIERTA



1. JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA

1.1. Objeto del proyecto

El objeto de esta memoria es el diseño y definición de todas las instalaciones necesarias en el proyecto. Para ello se aplican las diferentes normativas generales y particulares como son, principalmente:

- Código Técnico de la Edificación (CTE)
- Reglamento de Instalaciones Térmicas (RITE)
- Reglamento de instalaciones eléctricas de baja tensión (RBTE)

En esta memoria se explican como se ha diseñado y que decisiones particulares se han tomado en el proyecto de cada instalación. Posteriormente se adjunta todo el anexo gráfico de planos que detallan la solución a cada sistema.

1.2. Condicionantes del proyecto

Se ha querido centralizar todos los sistemas de instalaciones. He querido con esta decisión buscar un carácter unitario al proyecto de instalaciones. Por ello, las instalaciones que necesiten un registro general estarán situadas en el edificio de oficinas-estación, concretamente en los puntos más cercanos a la calle (nucleo 4). La razón para esto es porque las acometidas de las diferentes redes urbanas se encuentran por la calle principal que da a la parcela (Carretera de Valencia). El situar las acometidas lo mas cerca del edificio de oficinas es porque por cuestiones de calculo es recomendable situarnos lo mas cerca posible de la red general porque asi disminuimos las perdidas que nos llega de la red.

1.3. Descripción de los proyectos de instalaciones

Los diferentes instalaciones que se han desarrollado en esta memoria son:

- 1) Ventilación aparcamiento
- 2) Saneamiento
- 3) Fontanería
- 4) Electricidad
- 5) Climatización

2. SANEAMIENTO

2.1. Consideraciones generales y normativa

Las instalaciones de saneamiento tienen como objeto, generalmente, la correcta evacuación de las aguas pluviales que están sobre conjunto del proyecto así como las aguas residuales que se producen en las instalaciones de fontanería del propio edificio.

Las aguas pluviales, en un principio serán, siempre que sea posible, evacuadas directamente al exterior del edificio y reconducidas hacia las zonas donde existen elementos vegetales para que estas sean reutilizadas. En el caso de que no sea posible, estas aguas serán llevadas hacia el sistema de evacuación de aguas pluviales del municipio, que se considera que es separativo, es decir, se separan las aguas pluviales de las residuales. Por este hecho y cumpliendo la normativa vigente y el código técnico, concretamente el CTE DB-HS, el sistema de saneamiento del conjunto será también separativo.

2.2. Descripción de los elementos utilizados

- Sumideros longitudinales

Se distribuyen a lo largo de todas las zonas de paso exteriores así como en los inicios y finales de las rampas. Realizan la misma función que un canalón pero se utilizan para cubiertas planas, poseen una pendiente del 0,5 % y numerosas bajantes a lo largo de su recorrido para garantizar que la diferencia de cota entre el punto mas alto y la bajante no sea excesiva, asimismo esta colocacion de numerosas bajantes a lo largo de todo el recorrido garantiza la correcta evacuación del agua de lluvia incluso en momentos de uso masivo de la red de evacuación producidos por tormentas de verano, temporales, gota fria...

- Canalones

En el proyecto recurrimos al uso de canalones de sección rectangular. Se distribuyen por los bordes de la cubierta facetada, poseen una pendiente del 0,5 % que desemboca en una serie de gárgolas que vierten el agua evacuada a las zonas ajardinadas de la intervención, o en los casos en que esto no es posible a la calle. Asimismo, en situaciones puntuales donde el caudal de agua sea excesivo y supere la capacidad del canalón, éste se realiza con un rebosadero que permite por tanto evacuar ese excedente de agua.

- Derivaciones horizontales

Son tuberías horizontales, con pendiente, que enlazan los desagües de los aparatos sanitarios con las bajantes. Los aparatos sanitarios se situarán buscando la agrupación alrededor de la bajante. Su desagüe se hará siempre directamente a la bajante. El desagüe de fregaderos, lavaderos y aparatos de bombeo se hará mediante sifón individual.

- Sifones

Son cierres hidráulicos que impiden la comunicación del aire viciado de la red de evacuación con el aire de los locales habitados donde se encuentran instalados los distintos aparatos sanitarios. El sifón permitirá el paso fácil de todas las materias sólidas que puedan arrastrar las aguas residuales, para ello, deberá existir tiro en su enlace con la bajante, acometiendo a un nivel inferior al del propio sifón. La cola de cierre del sifón estará comprendida entre 5 y 10cm. Los sifones permitirán su limpieza por su parte inferior.

- Bajantes

Son tuberías verticales que recogen el vertido de las derivaciones y desembocan en arquetas a pie de bajante. Reciben en cada planta las descargas de los correspondientes aparatos sanitarios. Serán de la misma dimensión en toda su longitud. Las bajantes se podrán unir por el método de enchufe y cordón. La unión quedará perfectamente anclada a los paramentos verticales por donde discurren, utilizándose abrazaderas, que permitirán que cada tramo sea autoportante, para evitar que los más bajos se vean sobrecargados. Estos tubos discurrirán en el hueco de instalaciones preparado para tal efecto detrás del ascensor, contiguo a los servicios. Las bajantes, por su parte inferior se unirán a una arqueta a pie de bajante (red horizontal enterrada).

- Colectores y albañales

Son tuberías horizontales con pendiente que recogen el agua de las bajantes y la canalizan hasta el alcantarillado urbano. Los colectores irán siempre situados por debajo de la red de distribución de agua fría y tendrán una pendiente superior al 1,5%. Usaremos colectores enterrados para canalizar los residuos desde las correspondientes arquetas a pie de bajante, hasta la arqueta general y posteriormente al pozo de registro. Las uniones se realizarán de forma estanca y todo el sistema deberá contar con los registros oportunos.

- Ventilación

La red de ventilación es un complemento indispensable para el buen funcionamiento de la red de evacuación, pues en las instalaciones donde ésta es insuficiente puede provocar la comunicación del aire interior de las tuberías de evacuación con el interior de los locales, con el consiguiente olor fétido y contaminación del aire. La causa de este efecto será la formación de émbolos hidráulicos en las bajantes por acumulación de descargas, efecto que tendrá mayor riesgo cuanto menor diámetro tenga la bajante y cuanto mayores sean los caudales de vertido que recoge, originando unas presiones en el frente de descarga y unas depresiones tras de sí que romperán el cierre hidráulico de los sifones. La ventilación primaria es obligada en todas las instalaciones y consistirá simplemente en comunicar todas las bajantes, por su parte superior, con el exterior. Con ello se evitarán los sifonamientos por aspiración.

- Arquetas a pie de bajante

Enlazarán las bajantes con los colectores enterrados. Su disposición será tal que reciba la bajante lateralmente sobre un dado de PVC, estando el tubo de entrada orientado hacia la salida, para su rápida evacuación.

- Arquetas de paso

Se utilizarán para registro de la red colgada y enterrada de colectores cuando se produzcan encuentros, cambios de sección, de dirección o de pendiente, y en los tramos rectos cada 20 m como máximo. En su interior se colocará un semitubo para dar orientación a los colectores hacia el tubo de salida, debiendo formar ángulos obtusos para que la salida sea fácil. Se procurará que los colectores opuestos acometan descentrados y no más de uno por cada cara. Se colocará una arqueta general, de dimensiones mínimas 63x63cm, para recoger todos los colectores antes de acometer la red de alcantarillado, esta deberá de ser sifónica.

- Arquetas sumidero

Sirven para la recogida de aguas de lluvia, escorrentías, riegos, etc., por debajo de la cota del terreno, teniendo su entrada por la parte superior (rejilla) y la salida horizontal. Llevarán en su fondo pendiente hacia la salida y la rejilla será desmontable. Limitando su medida al paso de los cuerpos que puedan arrastrar las aguas. Estas arquetas verterán sus aguas a una arqueta sifónica.

- Arquetas sifónicas

Estas arquetas tendrán la entrada más baja que la salida (codo a 90°). A ellas acometerán las arquetas sumidero antes de su conexión con la red de evacuación, de lo contrario saldrían malos olores a través de su rejilla. La cota de cierre oscila entre 8 y 10cm. En zonas muy secas y en verano precisarán algún vertido periódico, para evitar la total evaporación del agua existente en la arqueta sifónica y, por tanto, evitar la rotura del cierre hidráulico.

- Pozo de registro

La acometida de la red interior de evacuación al alcantarillado no plantea problema especial pues, normalmente, las aguas pluviales y fecales no contienen sustancias nocivas. Por ello suele bastar con realizar un pozo de registro o arqueta de registro general que recoge los caudales de los colectores horizontales. Debe ser registrable para su inspección y limpieza.

- Depósito de recepción

El depósito acumulador de aguas residuales debe ser de construcción estanca para evitar la salida de malos olores y estará dotado de una tubería de ventilación con un diámetro igual a la mitad del de acometida y como mínimo de 80 mm. Tendrá, preferiblemente, en planta una superfi cie de sección circular, para evitar la acumulación de depósitos sólidos. Debe quedar un mínimo de 10 cm entre el nivel máximo del agua en el depósito y la generatriz inferior de la tubería de acometida, o de la parte más baja de las generatrices inferiores de las tuberías de acometida, para evitar su inundación y permitir la circulación del aire. Se dejarán al menos 20 cm entre el nivel mínimo del agua en el depósito y el fondo para que la boca de aspiración de la bomba esté siempre sumergida, aunque esta cota podrá variar según requisitos específicos del fabricante. La altura total será de al menos 1 m, a la que habrá que añadir la diferencia de cota entre el nivel del suelo y la generatriz inferior de la tubería, para obtener la profundidad total del depósito. El fondo del tanque debe tener una pendiente mínima del 25 %. El caudal de entrada de aire al tanque debe ser igual al de la bomba.

2.3. Mantenimiento y conservación

Para un correcto funcionamiento de la instalación de saneamiento, se debe comprobar periódicamente la estanqueidad general de la red con sus posibles fugas, la existencia de olores y el manteniendo del resto de elementos.

Se revisarán y desatascarán los sifones y válvulas, cada vez que se produzca una disminución apreciable del caudal de evacuación, o haya obstrucciones.

Cada 6 meses se limpiarán los sumideros de locales húmedos y cubiertas transitables y los botes sifónicos. Los sumideros y calderetas de cubiertas no transtransitables se limpiarán, al menos, una vez al año.

Una vez al año se revisarán los colectores suspendidos, se limpiarán las arquetas sumidero y el resto de posibles elementos de la instalación tales como pozos de registro, bombas de elevación.

Cada 10 años se procederá a la limpieza de arquetas de pie de bajante, de paso y sifónicas o antes si se apreciaran olores. Se mantendrá el agua permanentemente en los sumideros, botes sifónicos y sifones individuales para evitar malos olores, así como se limpiarán los de terrazas y cubiertas.

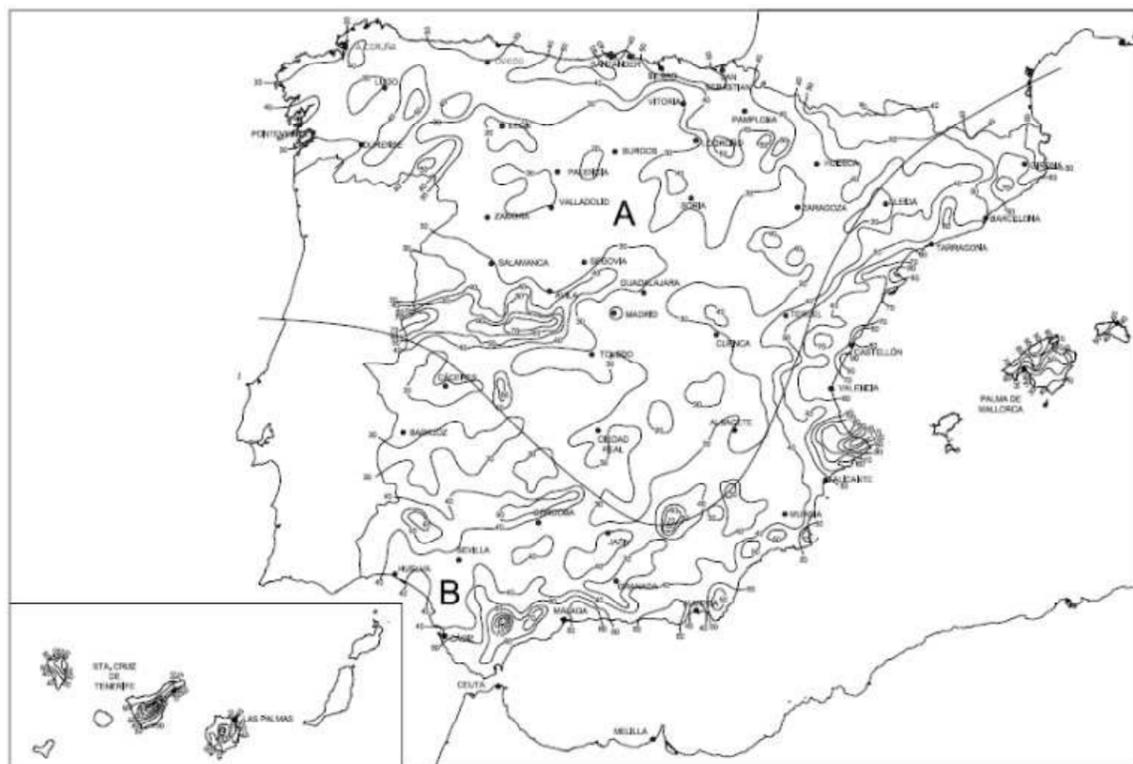
2.4. Dimensionamiento elementos

Para el cálculo de los elementos de las instalaciones de saneamiento, se obtiene por un lado, los elementos de aguas pluviales y por otro los elementos de aguas residuales. Su cálculo por tanto es independiente uno del otro aunque se aprovechen los mismo espacios libres como, patinillos de instalacion, para el paso de bajantes o los falso techos para el paso de elementos horizontales.

En ambos casos, el dimensionamiento de los elementos consiste en calcular los elementos de pequeña evacuación, los elementos de derivación y las bajantes así como la colocación y estudio de cómo realizar la correcta conexión con la red de alcantarillado público.

2.5. Aguas pluviales

En primer lugar es necesario conocer la obtención de la intensidad pluviométrica y así conocer los valores de referencia a los que se debe calcular los diferentes elementos de la red de evacuación pluviométrica.



En el anteriorplano se puede ver el conjunto de isoyetas que definen la intensidad pluviométrica de cada municipio del Estado. Así, para Bétera, podemos observar que se encuentra en la isoyeta 80 de la zona B. Según la siguiente tabla B1 del CTE DB-HS-5, estos datos geográficos responden a una intensidad pluviométrica de 170 mm/h.

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

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

2.5.1.Red de pequeña evacuación.

En primer lugar es necesario conocer cuantos elementos de extracción como sumideros deben colocarse y dónde. Para el número de elementos se establece según la siguiente tabla:

Tabla 4.6 Número de sumideros en función de la superficie de cubierta

Superficie de cubierta en proyección horizontal (m ²)	Número de sumideros
S < 100	2
100 ≤ S < 200	3
200 ≤ S < 500	4
S > 500	1 cada 150 m ²

Así y como norma genera, dado que la superficie de cubierta es superiores a 500 m², consideré poner un sumidero cada 150 m². El hecho de que se desee reutilizar las aguas pluviales no impide que, dada la pluviometría del municipio, muy irregular con fuertes picos¹, sea en mi opinión conveniente no excluir las zonas vegetales sobre espacios habitables de zonas de evacuación de aguas pluviales, pues es muy posible que en los momentos de gran intensidad de lluvia los elementos vegetales se saturen de agua y deba evacuar el excedente. Otro aspecto a tener en cuenta en referencia a los puntos de recogida es el hecho de que no debe haber más de un 0,5 % de pendiente ni un desnivel mayor de 150 mm (HS-5 4.2.1.3). Sin embargo, en la HS-12.4.3.1 , para cubiertas transitables la pendiente será de 1-5 %, en mi caso, cogere una pendiente de 1% en todos los casos, con la limitación de altura de 150 mm.

2.5.2.Dimensionamiento de bajantes, colectores y canalones.

Conocidos el numero de superficies, habrá que conocer cuanto caudal tiene que asumir cada bajante y colector. Se ha intentado que las superficies fueran de una dimensión semejante encontrandonnos con que todas ellas cuentan con un rango de superficies reales de hasta 50 m², hasta 80 m², hasta 120m² y hasta 150 m². Por tanto tenemos que para cada una de als superficies los colectores o bajantes necesarios y una intensidad pluviométrica distinta a 10 serán de²:

i	170
f	1,70

superficie real	superficie · f	bajante	colector
50	85	63	90
80	136	63	110
120	204	90	110
150	255	90	125

¹ Mirar memoria descriptiva para una mayor explicación de la situación.

² Resultados obtenidos mediante las tablas 4.8 y 4.9 del CTE DB-HS-5

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

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

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

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

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

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

Estos datos resultados sirven para conocer las bajantes y colectores necesarios que sirven a cada superficie y de forma acumulativa, el colector que sirve a dos superficies tendrá que ser dimensionado para esas dos superficies.

2.6. Aguas residuales

Las aguas residuales son las aguas de "desague" de las instalaciones de fontanería de nuestro edificio. El dimensionamiento de esta red consta, por un lado del dimensionamiento de la red de evacuación y por otro de la red de ventilación de estas instalaciones.

2.6.1. Red de evacuación

Esta red de evacuación de aguas consta, al igual que la red de aguas pluviales, de una red de pequeña evacuación, bajantes y colectores. El dimensionamiento de cada uno de estos elementos depende de la Unidades de desagüe de cada aparato sanitario. Por tanto, en un

primer lugar hay que conocer cada uno de los elementos que hay en el proyecto así como las medidas de UD y diámetro de cada aparato³:

Tipo de aparato	UD (uso público)	Diámetro mínimo de sifón y derivación individual (Uso público)
Lavabo	2	40
Ducha	3	50
Inodoro con cisterna	5	100
Inodoro con fluxor	10	100
Fregadero de restaurante	2	40
Lavavajillas	6	50
Equipo climatización	1 / 0.03 dm ³ /s	Tabla 4.2

2.6.2. Ramales colectores

Conocidos los diámetros de cada aparato hay que ver los colectores que comunican hasta la bajante. Así, según el número de UD (Unidades de Desagüe) y la pendiente del ramal los diámetros de cada colector serán;

Tabla 4.3 Diámetros de ramales colectores entre aparatos sanitarios y bajante

Máximo número de UD			Diámetro (mm)
Pendiente			
1 %	2 %	4 %	
-	1	1	32
-	2	3	40
-	6	8	50
-	11	14	63
-	21	28	75
47	60	75	90
123	151	181	110
180	234	280	125
430	502	600	160
870	1.150	1.680	200

2.6.3. Bajantes de aguas residuales

Se debe garantizar que la presión que hay sobre las bajantes no supere 250 MPa. El dimensionamiento de las bajantes es igual que el de los ramales, se suman las UD que recibe y según la altura del edificio;

³ Valores obtenidos de la tabla 4.1 del CTE DB-HS-5 para distancias < 1,5 m.

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

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

2.6.4. Colectores de residuales

Por último, los colectores de aguas residuales se dimensionarán de la misma manera, es decir, tomando los valores de las UD que lleva y para cada pendiente:

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

	Máximo número de UD			Diámetro (mm)
	Pendiente			
	1 %	2 %	4 %	
-	20	25	50	
-	24	29	63	
-	38	57	75	
96	130	160	90	
264	321	382	110	
390	480	580	125	
880	1.056	1.300	160	
1.600	1.920	2.300	200	
2.900	3.500	4.200	250	
5.710	6.920	8.290	315	
8.300	10.000	12.000	350	

2.7. Arquetas

Son elementos que tienen como finalidad recoger las aguas residuales o pluviales (por tanto, existen dos tipos) y llevarlas hacia la red general del municipio. Hay de varios tipos según su posición, es decir, a pie de bajante o de paso llegando hasta la última, donde será al igual que las demás, registrables y además sifónica. En mi caso, la red de saneamiento partida se encuentra bajo el nivel de las arquetas (- 3,50 m) por lo que no será necesario ningún sistema de bombeo.

Las arquetas podrán ser prefabricada, aunque en mi caso serán construidas en obra mediante ladrillo perforado, sobre una base de hotmigon y posteriormente esfocado y bruñido interiormente.

El dimensionamiento de las arquetas viene definido por el tamaño del colector de salida.

Tabla 4.13 Dimensiones de las arquetas

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

3. FONTANERIA

3.1. Consideraciones generales y normativa

Las instalaciones de fontanería del edificio tienen como objetivo el de abastecer y suministrar agua tanto fría como caliente a todo los aparatos del edificio.

El documento tiene por objeto calcular y diseñar la red de fontanería del proyecto según lo establecido en el CTE-DB-HS-4 "Suministro de Agua" del Documento Básico de Salubridad del CTE que regula la instalación de suministro de agua.

El agua de la instalación cumplirá lo establecido en el Real Decreto 140/2003 de 7 de febrero por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano.

Para garantizar la calidad del agua, los materiales que se utilizan en la instalación cumplen los siguientes requisitos:

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

La instalación de suministro de agua tiene las características adecuadas para evitar el desarrollo de gérmenes patógenos y no favorecer el desarrollo de la biocapa (biofilm).

Se disponen sistemas antirretorno para evitar la inversión del sentido del flujo en los siguientes puntos:

- Después de los contadores.
- En la base de las ascendentes.
- Antes del equipo de tratamiento de agua.
- Antes de los aparatos de climatización.

Las instalaciones de suministro de agua no se conectan directamente a instalaciones de evacuación ni a instalaciones de suministro de agua proveniente de otro origen que la red pública.

En los aparatos y equipos de la instalación, la llegada de agua se realizará de tal modo que no se produzcan retornos.

Los antirretornos se combinan con grifos de vaciado para que siempre sea posible vaciar cualquier tramo de la red.

La instalación suministra a los aparatos y equipos del equipamiento higiénico los caudales que figuran en la tabla 2.1 del CTE DB-HS4.

En los puntos de consumo la presión mínima debe ser:

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

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

Los elementos y equipos de la instalación, tales como el grupo de presión, los sistemas de tratamiento de agua o los contadores, se instalan en locales cuyas dimensiones son suficientes para que pueda llevarse a cabo su mantenimiento adecuadamente.

Las redes de tuberías, se diseñan de tal forma que son accesibles para su mantenimiento y reparación, para lo cual están alojadas en huecos o patinillos registrables o disponer de arquetas o registros.

3.2. Descripción de los elementos utilizados

Los diferentes aparatos y sistemas siguen el siguiente esquema del CTE DB HS4:

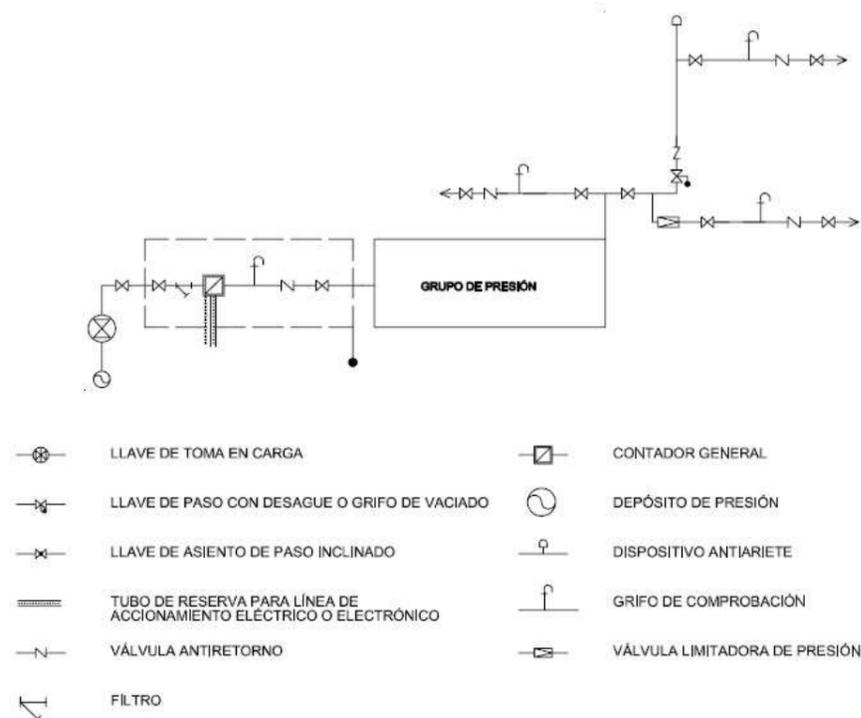


Figura 3.1 Esquema de red con contador general

He utilizado los siguientes aparatos, clasificándolos según su posición:

I. Acometida

La acometida enlaza la instalación general interior del inmueble con la tubería de la red de distribución y debe disponer, como mínimo, de los siguientes elementos:

- o una llave de toma sobre la tubería de la red general de distribución para dar paso de agua a la acometida.
- o un tubo de acometida que enlace la llave de toma con la llave de registro.
- o una llave de corte en el exterior de la propiedad, en la acera y junto a la línea de fachada, su manipulación depende del suministrador. La tubería de acceso será de polietileno.

II. Instalación interior general

La instalación general, a realizar por un instalador autorizado, es la que existe entre la acometida y las instalaciones interiores o particulares y consta de los siguientes elementos:

- Llave de corte general

La llave de corte general sirve para interrumpir el suministro al edificio, estará situada en la parte interior, en una zona de uso común, accesible para su manipulación y señalada adecuadamente para permitir su identificación. Si se dispone armario o arqueta del contador general, debe alojarse en su interior.

- Filtro de la instalación general

A continuación de la llave de corte se instalará un filtro de tipo y con un umbral de filtrado comprendido entre 25 y 50 μm , con malla de acero inoxidable y baño de plata, para evitar la formación de bacterias y autolimpiable. La situación del filtro debe ser tal que permita realizar adecuadamente las operaciones de limpieza y mantenimiento sin necesidad de corte de suministro. Si se dispone armario o arqueta del contador general, debe alojarse en su interior.

- Armario o arqueta del contador general

El armario o arqueta del contador general contendrá, dispuestos en este orden, la llave de corte general, un filtro de la instalación general, el contador, una llave, grifo o racor de prueba, una válvula de retención y una llave de salida. Su instalación debe realizarse en un plano paralelo al del suelo. La llave de salida debe permitir la interrupción del suministro al edificio. La llave de corte general y la de salida servirán para el montaje y desmontaje del contador general.

- Tubo de alimentación

Es la tubería que enlaza la llave de corte general y los sistemas de control y regulación de la presión o el distribuidor principal.

El trazado del tubo de alimentación debe realizarse por zonas de uso común. En caso de ir empotrado deben disponerse registros para su inspección y control de fugas, al menos en sus extremos y en los cambios de dirección.

- Distribuidor principal

Es la tubería que enlaza los sistemas de control de la presión y las ascendentes o derivaciones.

El trazado del distribuidor principal debe realizarse por zonas de uso común. En caso de ir empotrado deben disponerse registros para su inspección y control de fugas, al menos en sus extremos y en los cambios de dirección.

Deben disponerse llaves de corte en todas las derivaciones, de tal forma que en caso de avería en cualquier punto no deba interrumpirse todo el suministro.

- Ascendentes o montantes

Las ascendentes o montantes son tuberías verticales que enlazan el distribuidor principal con las instalaciones interiores particulares o derivaciones colectivas. Estas van a discurrir por zonas de uso común, más concretamente en un lateral de la pared de acceso al ascensor. Deben ir alojadas en recintos o huecos, contruidos a tal fin. Dichos recintos o huecos, que podrán ser de uso compartido solamente con otras instalaciones de agua del edificio, deben ser registrables y tener las dimensiones suficientes para que puedan realizarse las operaciones de mantenimiento.

Las ascendentes deben disponer en su base de una válvula de retención, una llave de corte para las operaciones de mantenimiento y de una llave de paso con grifo o tapón de vaciado, situada en zonas de fácil acceso y señalada de forma conveniente. La válvula de retención se dispondrá en primer lugar, según el sentido de circulación del agua.

En su parte superior deben instalarse dispositivos de purga, automáticos o manuales, con un separador o cámara que reduzca la velocidad del agua facilitando la salida del aire y disminuyendo los efectos de los posibles golpes de ariete.

- Contadores divisionarios

Los contadores divisionarios son aparatos que miden los consumos particulares de cada abonado y el de cada servicio que así lo requiera en el edificio. Se situarán en el armario de contadores, después del contador general y las correspondientes llaves.

Contarán con pre-instalación adecuada para una conexión de envío de señales para lectura a distancia del contador.

Antes de cada contador divisionario se dispondrá una llave de corte. Después de cada contador se dispondrá una válvula de retención.

III. Instalaciones particulares

Las instalaciones particulares estarán compuestas de los elementos siguientes:

- una llave de paso situada en el interior de la propiedad particular en lugar accesible para su manipulación
- derivaciones particulares, cuyo trazado se realizará de forma tal que las derivaciones a los cuartos húmedos sean independientes. Cada una de estas derivaciones contará con una llave de corte, tanto para agua fría como para agua caliente
- ramales de enlace
- puntos de consumo, de los cuales, todos los aparatos de descarga, tanto depósitos como grifos, los calentadores de agua instantáneos, los acumuladores, las calderas individuales de producción de ACS y calefacción y, en general, los aparatos sanitarios, llevarán una llave de corte individual.

IV. Sistemas de control y regulación de la presión

- Sistemas de sobreelevación: grupos de presión

El sistema de sobreelevación debe diseñarse de tal manera que se pueda suministrar a zonas del edificio alimentables con presión de red, sin necesidad de la puesta en marcha del grupo.

El grupo de presión será de accionamiento regulable, también llamados de caudal variable, que podrá prescindir del depósito auxiliar de alimentación y contará con un variador de frecuencia que accionará las bombas manteniendo constante la presión de salida, independientemente del caudal solicitado o disponible. Una de las bombas mantendrá la parte de caudal necesario para el mantenimiento de la presión adecuada.

El grupo de presión se instalará en un local de uso exclusivo que podrá albergar también el sistema de tratamiento de agua. Las dimensiones de dicho local serán suficientes para realizar las operaciones de mantenimiento.

- Sistemas de reducción de la presión

Deben instalarse válvulas limitadoras de presión en el ramal o derivación pertinente para que no se supere la presión de servicio máxima establecida.

Cuando se prevean incrementos significativos en la presión de red deben instalarse válvulas limitadoras de tal forma que no se supere la presión máxima de servicio en los puntos de utilización.

3.3. Materiales de fontanería

Para la acometida se usarán tubos de polietileno y en la instalación interior se emplearán tubos de acero galvanizado según Norma UNE 19 047:1996.

Los materiales usados en la instalación, así como en la grifería, deberán ser capaces, de forma general, de soportar presiones de impacto superiores a las presiones normales de uso debido a los golpes de ariete provocados por el cierre de los grifos.

Serán, también, resistentes a la corrosión y estables en el tiempo en sus propiedades físicas tales como resistencia y rugosidad. Cumplirán la normativa en relación a la calidad del agua para consumo humano.

El ACS se considera igualmente agua para el consumo humano y cumplirá por tanto con todos los requisitos al respecto.

Dada la alteración que producen en las condiciones de potabilidad del agua, quedan prohibidos expresamente los tubos de aluminio y aquellos cuya composición contenga plomo.

Todos los materiales utilizados en los tubos, accesorios y componentes de la red, incluyendo también las juntas elásticas y productos usados para la estanqueidad, así como los materiales de aporte y fundentes para soldaduras, cumplirán igualmente las condiciones expuestas

3.4. Dimensionamiento elementos

3.4.1. Descripción elementos a calcular.

Los aparatos que se utilizan en el cálculo son, para cada estancia, los siguientes:

- Cafetería
 - o Dos baños con inodoro con fluxor y lavabo
 - o Cocina con fregadero y lavavajillas
- Quiosco
 - o Lavabo
- Estación
 - o Vestuario taquilla con lavabo, inodoro con cisterna y ducha
 - o 2 baños públicos con 4 lavabos y 4 inodoro con fluxor cada uno
 - o Un cuarto de limpieza con fregadero
- Oficinas
 - o 4 baños de acceso general con lavabo e inodoro con fluxor
 - o Cuarto de limpieza con fregadero
 - o 16 baños de oficinas con lavabo y cisterna

Además de todos los aparatos y elementos a utilizar es importante conocer la situación de otros elementos para el cálculo como los siguientes:

- Acometida

La toma de agua se realiza por la calle X de la red general. Los contadores, llaves generales así como toda instalación hasta el grupo de presión se construirán, junto a él, en el planta sótano del edificio de oficinas (núcleo 4)

- Grupo de presión

Será un sistema formado por bombas y depósitos acumulados que se situarán en el cuarto de instalaciones de la planta sótano del edificio de oficinas. Desde aquí, se suministrará el agua a presión hasta todos los puntos que se necesiten en el proyecto.

- Derivaciones

Se distribuirá el agua a cada uno de los elementos (cafetería, quiosco, estación, oficinas y riesgo exterior) por derivaciones que van por el techo del sótano hasta llegar al punto bajo el que se encuentra cada elemento donde surgirá una derivación individual para cada estancia.

3.4.2. Consumo aparatos

El consumo de todos los aparatos de la instalación de fontanería es el siguiente:

A	Cafetería			3,25 (l/s)
A1	Baño Café (X2)	2		2,7 (l/s)
	Lavabo	1	0,1	0,1 (l/s)
	Inodoro fluxor	1	1,25	1,25 (l/s)
				1,35 (l/s)
A2	Cocina Café			0,55 (l/s)
	Fregadero	1	0,3	0,3 (l/s)
	Lavavajillas	1	0,25	0,25 (l/s)
				0,55 (l/s)
B	Quiosco			0,1 (l/s)
	Lavabo	1	0,1	0,1 (l/s)

C	Estación			11,5 (l/s)
C1	Vestuario taquilla			0,4 (l/s)
	Lavabo	1	0,1	0,1 (l/s)
	Inodoro cisterna	1	0,1	0,1 (l/s)
	Ducha	1	0,2	0,2 (l/s)
				0,4 (l/s)
C2	Baños Públicos (X2)			10,8 (l/s)
	Lavabo	4	0,1	0,4 (l/s)
	Inodoro fluxor	4	1,25	5 (l/s)
				5,4 (l/s)
C3	Cuarto limpieza			0,3 (l/s)
	Fregadero	1	0,3	0,3 (l/s)
				0,3
D1	Oficina			8,6 (l/s)
	Baño acceso publico (X4)			5,4 (l/s)
	Lavabo	1	0,1	0,1 (l/s)
	Inodoro fluxor	1	1,25	1,25 (l/s)
				1,35 (l/s)
D2	Cuarto limpieza			0,3 (l/s)
	Fregadero	10,3		0,3 (l/s)
				0,3
D3	Baño oficina (X16)			3,2 (l/s)
	Lavabo	1	0,1	0,1 (l/s)
	Inodoro cisterna	1	0,1	0,1 (l/s)
				0,2 (l/s)

Siendo el consumo total de agua de toda la instalacion de 23,45 l/s.

3.4.3. Dimensionamiento

1) Grupo presión

La presión de la red se estima en 31,5 m.c.d.a y el grupo de presión se sitúa a -2,70 m bajo la red y se prevee una perdida del 30 % por distancias horizontale. La presión se considera adecuada cuando esta es superior a los 15 m.c.d.a

Comprobando la presión que llega al punto más lejano (cafetería) la presión de red es insuficiente por lo que se necesitaría un grupo de presión. También, se comprueba que la presión de red no es suficiente para abastecer a ningun aparato, por lo que todo el agua suministrada será por grupo de presión.

Para dimensionar el grupo de presión es necesario conocer la presión de arranque Pa y la de paro Pp.

La presión de arranque es H_a (altura del ultimo piso) + P (perdidas, 10 % distancia) + 15

$$P_a = 18,88 + 5,96 + 15 = 39,84 \text{ m.c.d.a}^4$$

La presión de paro Pp será entonces 54,84 m.c.d.a

Los elementos con los que estará formado el grupo de presión son:

- Deposito auxiliar de alimentación. El volumen de agua necesitado será de $V = 23,45 \text{ l/s} \cdot 15 \text{ min} \cdot 60 \text{ s/min} = 21105 \text{ l}$
Según los depósitos de la marca Shutz, corresponderían a 8 depósitos de 3.000 l
- Grupo electrobomba
-

Según los datos de presión necesitada, se buscara una bomba de presión con acumulador

2) Derivaciones

Calculo con el método aproximado la presión a cada punto del proyecto ($P = P_g - h - 0.1 d$)

presión grupo	39,84
---------------	-------

elemento	distancia	altura	P
cafeteria	115,00	10,00	18,34
quiosco	105,50	10,00	19,29
estacion	78,00	10,00	22,04
oficinas 1ª planta	20,00	14,10	23,74
oficinas 2ª planta	20,00	18,88	18,96

⁴ Valor mayor e incluso al de la Pa de la cafetería (36,5 mc.d.a)

4. ELECTRICIDAD

4.1. Consideraciones generales y normativa

El objeto de este apartado es explicar como se ha ejecutado la instalación eléctrica de baja tensión en el proyecto teniendo en cuenta las necesidades que tiene la instalación de climatización por aire acondicionado.

Las normativas que han de aplicarse son:

- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (REBT), Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto de 2002.
- Instrucciones Técnicas Complementarias del REBT (ITC) BT 01 a BT 51, adjuntas al Real Decreto anterior. Descripción de los elementos utilizados

La normativa contiene una serie de exigencias y condiciones técnicas que la instalación tiene que cumplir con la finalidad de:

- Preservar la seguridad de las personas y los bienes.
- Asegurar el normal funcionamiento de dichas instalaciones y prevenir las perturbaciones en otras instalaciones y servicios.
- Contribuir a la fiabilidad técnica y a la eficiencia económica de las instalaciones.

A efectos de aplicación, las tensiones usualmente utilizadas en las distribuciones de corriente alterna serán:

- 230 V entre fases para las redes trifásicas de tres conductores.
- 230 V entre fases y neutro, y 400 V entre fases, para las redes trifásicas de 4 conductores.

Cuando en las instalaciones no pueda utilizarse alguna de las tensiones normalizadas de este Reglamento, porque deban conectarse a o derivar de otra instalación con tensión diferente, se condicionará su inscripción a que la nueva instalación pueda ser utilizada en el futuro con la tensión normalizada que pueda preverse.

La frecuencia empleada en la red será de 50 Hz.

Podrán utilizarse otras tensiones y frecuencias, previa autorización motivada del órgano competente de la Administración Pública, cuando se justifique ante el mismo su necesidad, no se produzcan perturbaciones significativas en el funcionamiento de otras instalaciones y no se menoscabe el nivel de seguridad para las personas y los bienes.

1.1. Descripción de los elementos utilizados

I. INSTALACIÓN GENERAL

Se seguirán las prescripciones técnicas indicadas en la norma NTE-IEB, para instalaciones de electricidad de baja tensión, 220/380 voltios. De la misma manera se atenderá a lo preceptuado en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT). El suministro a cada una de las áreas del complejo está adecuado a los requerimientos de suministro y potencia. El suministro de todo el edifi-

cio se realiza en baja tensión. Se dispondrá de un suministro alternativo, mediante baterías de reserva emplazadas en el cuarto de instalaciones destinado a tal efecto, con potencia suficiente para asegurar el funcionamiento de los ascensores reservados a bomberos y para los sistemas de extinción, seguridad y emergencia.

La compañía suministradora nos dará acometida en baja tensión. Las Líneas Generales de Alimentación saldrán desde el cuadro de baja tensión, y se dispondrán esquemas 10. Desde las CGP hasta los módulos de contadores serán de Cu, instaladas bajo tubo de PVC rígido al aire, por los patinillos de instalaciones o por bandejas en el interior de los falsos techos. Desde los contadores hasta el cuadro de local las derivaciones serán asimismo de Cu, instaladas también bajo tubo de PVC rígido al aire, por los patinillos de instalaciones o por bandejas en los techos. Se instalarán las citadas derivaciones individuales de cable según UNE 211002, DZ1-K, y estarán protegidas en el Cuadro General de Protección de la actividad con un interruptor automático de intensidad adecuada a la potencia de cada suministro y el cableado utilizado. El cable será no propagador de incendio y con emisión de humos y opacidad reducida, de acuerdo con la norma UNE 21120 puesto que será de 0,6/1 kV. El tubo en el que se instale será no propagador de llama.

II. SUMINISTRO COMPLEMENTARIO

En previsión de posibles fallos de suministro eléctrico se preverá la instalación de un baterías capaces de cubrir al menos el 30% de la potencia total del complejo, que entrará en funcionamiento de manera automática en caso necesario.

Las baterías se dimensionarán considerando los siguientes servicios mínimos:

- 33% del alumbrado de pasillos y zonas comunes
- 50% ascensores

III. ACOMETIDA

Parte de la red de distribución y accede a la caja general de protección con conductos aislados.

IV. CAJA GENERAL DE PROTECCIÓN

Aloja los elementos de protección de la línea repartidora y depende de las características de la acometida y de la potencia prevista para la línea repartidora. La mencionada caja se dispondrá en el interior de un nicho cuyas dimensiones mínimas serán: 0,70 m. de anchura, 1,40 m. de altura, y 0,30 m. de profundidad, la parte inferior de la puerta se situará a un mínimo de 30 cm del suelo. Para el acceso de la acometida de la red general al nicho, se prevé la instalación de dos conductos fibrocemento o de P.V.C. de diámetro 150 mm.

Asimismo, se colocará un conducto de diámetro 100 mm, como mínimo en la parte superior del nicho, con objeto de poder realizar alimentaciones provisionales en casos de averías, para auxiliares de obra, suministros eventuales, etc...

En lo que respecta a la CGP, la parte transparente de la hornacina será resistente a los rayos ultravioleta. En todo caso se estará a lo dispuesto por la empresa suministradora, estableciendo siempre un cumplimiento del Reglamento Electrotécnico para Baja tensión. Dispondrá de borne de conexión para la puesta a tierra de la caja en caso de ser metálica. Formado por pica vertical de acero cabreado de 2 metros de longitud y 14 mm de diámetro, y derivación de línea puesta a tierra 0 16 mm Cu aislamiento 0,6/1 kV.

V. LÍNEA GENERAL DE ALIMENTACIÓN

Enlaza la caja general de protección con el contador o la centralización de contadores. Está constituida por tres conductores de fase, un conductor neutro y un conductor de protección. El dimensionado de la misma se realiza mediante los métodos de "densidad de corriente" y "caída de tensión".

Asimismo se deberá comprobar la caída de tensión admisible que no podrá ser superior al 0,5 %.

VI. EQUIPOS DE MEDIDA

La medida de la energía eléctrica consumida se realiza en baja tensión, encontrándose los contadores instalados en módulos situados en los conjuntos de cuartos de contadores del edificio. Se dispondrá de contadores de medida directa, con tramos de intensidad y preparado para contador de energía reactiva, de acuerdo a las normas de la Compañía Suministradora. El cable no propagador de incendio y con emisión de humos y opacidad reducida, de acuerdo con la norma UNE 21027-9, con conductores de cobre de clase 2 de acuerdo a norma UNE 21022 con un aislamiento seco a base de mezclas termoestables o termoplásticas. Los equipos de medida no se conectarán a tierra, puesto que se instalarán equipos con clase de aislamiento III.

- Se instalará el módulo correspondiente al interruptor de corte en carga para servicios comunes.
- En la centralización de garaje se colocará un módulo de tres huecos para contadores trifásicos.

VII. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN INTERIOR

Las características generales de las instalaciones interiores serán las descritas a continuación, teniendo en cuenta que las instalaciones clasificadas se realizarán de acuerdo a lo indicado más adelante cuando se trate la instalación concreta de ese local o zona clasificada.

Canalizaciones fijas

El cableado se realizará mediante conductores aislados de 450/750 V en toda la instalación. El diámetro interior de los tubos será como mínimo, el que señale las tablas ITC-BT-19 en función del número, clase y sección de conductores que han de alojar. Los tubos serán no propagadores de llama. El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo paralelas a las verticales y horizontales que limitan el local donde se efectúe la instalación.

Los tubos se unirán entre sí mediante accesorios adecuados (manguitos) ó ensamblados entre sí en caliente, recubriendo el empalme con cola, de forma que se aseguren la continuidad de la protección que proporcionan a los conductores. Las curvas practicadas a los tubos serán continuas y no originarán reducciones de sección inadmisibles. La instalación y retirada de los conductores en los tubos después de colocados y fijados éstos y sus accesorios, se realizará de forma fácil, disponiéndose para ello los registros necesarios, sin que puedan estar separados entre sí más de 16 m en tramos rectos. No se realizarán más de 3 curvas en ángulo recto entre dos registros consecutivos.

Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas de material aislante, de tales dimensiones que puedan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener. Su profundidad mínima equivaldrá al diámetro del tubo mayor más un 50 % del mismo, con un mínimo de 40 mm de profundidad y 80 mm para el diámetro o lado interior.

- Las conexiones entre conductores se realizarán utilizando bornes de conexión en el interior de las cajas de derivación
- En determinadas situaciones en las que no exista riesgo de golpes a las canalizaciones, los conductores se instalarán soportados en bandejas metálicas perforadas.

Canalizaciones móviles

- Si a la hora del montaje se da algún caso, el cable flexible será adecuado para servicio extra severo y tendrá el conductor de protección claramente identificado. El cable flexible irá conectado a la fuente de alimentación monofásica o trifásica mediante tomas de corriente o caja de terminales adecuados. Dado que se pueden producir esfuerzos en los bornes, éstos se sujetarán con abrazaderas.
- Los cables eléctricos a emplear en canalizaciones móviles serán de tensión asignada 0.6/1 KV, con cubierta de policloropreno o similar y de acuerdo a UNE 21150 apto para servicios móviles.

Máquinas rotativas

- Todas las máquinas eléctricas rotativas deberán protegerse contra calentamientos provocados por las sobrecargas.
- Los motores de potencia nominal superior a 0.75 Kw estarán protegidos contra cortocircuitos y contra sobrecargas en todas sus fases, debiendo esta última protección ser de tal naturaleza que cubra, en los motores trifásicos, el riesgo de la falta de tensión en una de sus fases.
- En el caso de motores con arranque estrella triángulo la protección asegurará a los circuitos, tanto para la conexión estrella como para la de triángulo.
- Los conductores de conexión que alimentan a un solo motor deberán estar dimensionados para una intensidad no inferior a 125% de la intensidad a plena carga del motor en cuestión.
- Los conductores de conexión que alimenten a varios motores deberán estar dimensionados para una intensidad no menor a la suma del 125% de la intensidad a plena carga motor de mayor potencia más la intensidad a plena carga de todos los demás.
- Los conductores de conexión que alimenten a motores y otros receptores deberán ser vistos para la intensidad total requerida por los otros receptores más la requerida por los motores, calculada como antes se ha indicado.
- Todas las máquinas eléctricas rotativas, se protegerán contra los calentamientos peligrosos provocados por las sobrecargas, mediante contactores con relés térmicos regulables para la intensidad nominal del motor, teniendo en cuenta su factor de utilización.

Luminarias

- Se dispondrán las luminarias descritas en la memoria de iluminación, en base a los requisitos establecidos por las normas de la serie UNE EN 60598.
- Los conductores deben ser capaces de soportar este peso, no deben presentar empalmes intermedios y deberán realizarse sobre un elemento distinto del borne de conexión.
- Las luminarias que no sean de clase II se pondrán a tierra mediante un elemento externo de conexión que debe de disponer la luminaria.
- Los portalámparas deben ser alguno de los definidos en la norma UNE-EN 60061-2. Dispondrán de capuchón para alojamiento del equipo eléctrico e irán provistas de un condensador para la corrección del factor de potencia, de modo que el factor de potencia mínimo de la lámpara sea 0.9.
- Las partes metálicas accesibles de alumbrado que no sea de clase II o III, se conectarán de manera permanente y fijable al conductor de protección del circuito de alimentación de la lámpara.
- Los circuitos de alimentación a los receptores de alumbrado estarán previstos para transportar la carga debida a los propios equipos receptores y a sus elementos asociados y corrientes armónicas de arranque, para los cuales la carga mínima de las lámparas de descarga, prevista en voltiamperios, será 1.8 veces la potencia en vatios de la lámpara.

Tomas de corriente

- Se instalarán tomas de corriente monofásicas de 16 A + TT.
- Todas las tomas de corriente estarán provistas de clavija de puesta a tierra y diseñadas de modo que la conexión o desconexión al circuito de alimentación, no presente riesgos de contactos indirectos a las personas que los manipulen.
- Las tomas de corriente de las instalaciones interiores o receptoras serán del tipo indicado en las figuras C2a de la norma UNE 20315., denominada como base bipolar con contacto lateral de tierra 16 A, 250V.

Protección frente a contactos indirectos

El sistema de protección frente a contactos indirectos es de Neutro a Tierra y Masas a Tierra [TT], con dispositivo de corte por intensidad de defecto mediante interruptores diferenciales [ITC BT 24]. No se dispone de diferenciales colocados en serie.

Protección frente a sobrecargas y cortocircuitos

Según la ITC BT 22 el límite de intensidad máxima de un conductor ha de quedar garantizado por el dispositivo de protección. Como elementos de protección contra sobrecargas y cortocircuitos se emplean fusibles e interruptores automáticos según lo especificado en esta norma.

Se dispone de interruptor general automático de corte omnipolar, que permite accionamiento manual y dotado de elementos de protección frente a sobrecargas y cortocircuitos, independiente del ICP en caso de que este se instale. Todos los circuitos se encontrarán efectivamente protegidos frente a sobrecargas y cortocircuitos mediante interruptores automáticos, de corte en todos los casos omnipolar. El poder de corte mínimo de los dispositivos de protección será de 10 KA. El grado de protección mínima de las envolventes será IP 30 según UNE 20.324 e IK07 según UNE-EN 50102.

Identificación de conductores

La identificación se realiza por el color que presenta su aislamiento o por inscripción sobre el mismo:

- Hilos activos negro, marrón y gris,
- Hilos neutros azul.
- Hilos de tierra amarillo - verde.

VIII. CLASIFICACIÓN EN LOCAL DE PÚBLICA CONCURRENCIA

Se dispondrá de alumbrado de emergencia, con alimentación automática y corte breve. En concreto se dispone de luminarias de emergencia consistentes en aparatos autónomos con fuente propia de energía, es decir, con baterías propias de los equipos. La puesta en funcionamiento debe ser automática una vez que se produzca un fallo en el alumbrado general o cuando la tensión de alimentación baja a menos del 70% de su valor nominal.

Las luminarias de emergencia serán de al menos 160 lúmenes. El punto de instalación del cuadro general de distribución será en cuarto de instalaciones en planta sótano. Se instalarán en el interior del mismo los dispositivos de mando y protección que aseguren el funcionamiento adecuado y seguro de la instalación de acuerdo a la ITC BT-17, tal y como se recoge en planos adjuntos. Del citado cuadro general salen las líneas de alimentación a las luminarias y tomas de corriente, así como líneas de alimentación directa a receptores de más de 16 A de consumo. Cerca de cada uno de los interruptores del cuadro se instalará placa indicadora del circuito al que pertenecen.

En la zona de público, el número de líneas secundarias y su disposición en relación con el total de lámparas instaladas será tal que el corte de corriente en una cualquiera de ellas no afecte a más de la tercera parte del total de lámparas instaladas. Cada una de estas líneas estará protegida en el origen contra sobrecargas, cortocircuitos y contra contactos indirectos.

Las canalizaciones estarán constituidas por conductores aislados de tensión asignada 450/750 V, colocados bajo tubo, preferentemente empotrados, en especial en las zonas accesibles al público. En el caso de las luminarias, los tubos discurrirán por encima del falso techo, de modo que no estarán empotrados, si bien estas líneas no son accesibles al público. Los cables serán no propagadores de incendio y con emisión de humos y opacidad reducida, según la norma UNE 211002 (cable ES07Z1-K). Los tubos serán no propagadores de llama, de acuerdo a la norma UNE 50085-1 y UNE-EN 50086-1.

Los dispositivos generales e individuales de mando y protección serán:

- Un interruptor general automático de corte omnipolar, que permita su accionamiento manual y que esté dotado de elementos de protección contra sobrecarga y cortocircuitos. Este interruptor será independiente del interruptor de control de potencia.
- Un interruptor diferencial general, destinado a la protección contra contactos indirectos de todos los circuitos.
- Dispositivos de corte omnipolar, destinados a la protección contra sobrecargas y cortocircuitos de cada uno de los circuitos interiores de la vivienda o local.
- Dispositivo de protección contra sobretensiones, según ITC-BT-23, si fuese necesario.

IX. SISTEMA DE INSTALACIÓN ELEGIDO

La selección del tipo de canalización en cada instalación particular se realizará escogiendo, en función de las influencias externas, el que se considere más adecuado de entre los descritos para conductores y cables en la norma UNE 20460-5-52. Los sistemas de instalación de las canalizaciones en función de los tipos de conductores o cables deben estar de acuerdo con la tabla 52 F de la citada norma UNE 20460-5-52. Los sistemas de instalación de las canalizaciones en función de la situación deben estar de acuerdo con la tabla 52 G de la misma norma UNE.

En nuestro caso, toda la instalación, se realizará mediante cable de 450/750 V de aislamiento, tipo H07RV-K. Se permite que se instalen varios circuitos en un mismo tubo siempre y cuando todos ellos se encuentren aislados para la tensión asignada más elevada. Las canalizaciones discurrirán empotradas o sobre falso techo.

En la instalación objeto del presente proyecto no se dispone de otras canalizaciones cercanas a las eléctricas. Las influencias externas que pueden afectar a las canalizaciones, que se tienen para la presente instalación, son:

Temperatura ambiente: AA5 -5°C +40°C
 Fuentes externas de calor: No.
 Presencia de agua: AD1.
 Presencia de cuerpos sólidos: AE1 despreciable
 Presencia de sustancias corrosivas o contaminantes: AF1 despreciable
 Choques mecánicos: AG1 débiles
 Vibración: AH1 débiles
 Otros esfuerzos mecánicos: No considerado
 Presencia de vegetación o moho; AK1 no peligrosa
 Presencia de fauna: AL1 no peligrosa
 Radiación solar: AN1 baja
 Riesgos sísmicos: AP1 despreciable
 Viento: AS 1 bajo
 Estructura del edificio: CB1 despreciable

De este modo, no existen influencias externas que afecten directamente al sistema de instalación. Con esto, se considera que es un buen sistema de instalación para el local es la instalación de conductores de cobre de aislamiento 450/750 V designación ES07Z1-K. Estos conductores se instalarán bajo tubo de características 2221, empotrados o en falso techo. En el caso de que tengan que discurrir por encima del falso techo, se instalarán tubos curvables de características 4321.

X. CONDUCTOR DE PROTECCIÓN

El conductor de protección es de la misma sección que el conductor de fase en caso de que la sección de este sea menor o igual a 1 mm²; y en caso de que sea mayor, el conductor de protección es de sección mitad a la sección de fase, excepto en el caso de sección de conductor

de fase de 35 mm², donde el conductor de protección será de 16 mm². Los conductores de protección serán del mismo tipo de cable que los de fase.

En los casos en los que los conductores de protección no formen parte de la canalización de alimentación, éstos serán de cobre, de una sección de 2.5 mm², aislados. No se utilizará conductor de protección común para varios circuitos. La masa de los equipos a unir con los conductores de protección no debe ser conectada en un circuito de protección, con excepción de las envolventes montadas en fábrica o canalizaciones prefabricadas.

XI. INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA DEL EDIFICIO

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

Mediante la instalación de puesta a tierra se deberá conseguir que en el conjunto de instalaciones, edificios y superficie próxima del terreno no aparezcan diferencias de potencial peligrosas y que, al mismo tiempo, permita el paso a tierra de las corrientes de defecto o las de descarga de origen atmosférico. En toda nueva edificación se establecerá una toma de tierra de protección, instalando en el fondo de las zanjas de cimentación de los edificios, y antes de empezar ésta, un cable rígido de cobre desnudo de una sección mínima de 25 mm² de cobre no protegido contra la corrosión, formando un anillo cerrado que interese a todo el perímetro del edificio. A este anillo deberán conectarse electrodos verticalmente hincados en el terreno cuando, se prevea la necesidad de disminuir la resistencia de tierra que pueda presentar el conductor en anillo.

En nuestro caso se dispondrán como puntos de puesta a tierra obligatorios los siguientes:

- en el local de la centralización de contadores
- en la base de la estructura metálica del ascensor,
- en el punto de ubicación de la CGP
- en los demás cuartos de instalaciones de otros servicios como agua.
-

Toma a tierra (electrodos)

Para la toma de tierra se pueden utilizar electrodos formados por:

- barras, tubos;
- pletinas, conductores desnudos;
- placas;
- anillos o mallas metálicas constituidos por los elementos anteriores o sus combinaciones;
- armaduras de hormigón enterradas; con excepción de las armaduras pretensadas;
- otras estructuras enterradas que se demuestre que son apropiadas.

En nuestro caso se emplearán picas de conductores de cobre desnudos (25 mm² de cobre no protegido contra la corrosión), con una profundidad de 2m respecto de la cimentación del edificio. Las picas que conforman la toma de tierra se sitúan a una distancia menor de 10 m entre sí y se encuentran unidas mediante conductor desnudo de cobre de 35 mm².

A la toma de tierra irán conectados los siguientes elementos:

- Todas las bases de enchufes, que llevarán obligatoriamente tres polos las monofásicas y cuatro las trifásicas, donde se asegure el contacto de tierra antes que el de los polos activos.
- Los cuadros de maniobra.
- Las partes metálicas de los receptores.
- Las tuberías metálicas accesibles.
- Y en general, cualquier masa metálica accesible importante próxima a la zona de la instalación eléctrica, así como todos los elementos de estructura metálica que por su clase de aislamiento o condiciones de instalación, así lo aconsejen.

El valor de la resistencia a tierra, será lo suficientemente bajo para garantizar que no aparezcan en la instalación tensiones de contacto superiores a 24 V.

Los puntos de conexión entre el conductor de puesta a tierra y las partes metálicas a proteger, presentarán unas superficies nítidas que garanticen un perfecto contacto entre ambas, con el fin de eliminar la resistencia en el conector, quedando fuertemente unidas.

Con el fin de que la protección contra las derivaciones sea lo más eficaz posible, se revisarán periódicamente los puntos de contacto de puesta a tierra, tanto en las partes metálicas como en los bornes generales, quedando no solo con la línea principal sino también en derivación. Las líneas principales de tierra estarán constituidas por conductores de cobre desnudo de 25 mm² no protegido contra la corrosión. No podrán utilizarse como conductores de tierra las tuberías de agua, gas, calefacción, desagües, conductos de evacuación de humos o basuras, ni las cubiertas metálicas de los cables, tanto de la instalación eléctrica como de teléfonos o de cualquier otro servicio similar, ni las partes conductoras de los sistemas de conducción de los cables, tubos, canales y bandejas.

Las derivaciones de la línea principal de tierra están constituidas por los conductores que unen la línea principal de tierra con los conductores de protección, o directamente con las masas. Borne principal de tierra

En toda instalación de puesta a tierra debe preverse un borne principal de tierra, al cual deben unirse los conductores de tierra, de protección, de unión equipotencial principal y los conductores de puesta a tierra funcional, si son necesarios. Debe preverse sobre los conductores de tierra y en lugar accesible, un dispositivo que permita medir la resistencia de la toma de tierra correspondiente. Este dispositivo puede estar combinado con el borne principal de tierra, debe ser desmontable necesariamente por medio de un útil, tiene que ser mecánicamente seguro y debe asegurar la continuidad eléctrica.

Conductores de protección

Son los conductores que unen eléctricamente las masas de una instalación a ciertos elementos, con el fin de asegurar la protección contra contactos indirectos.

Los conductores de protección se instalarán en la misma canalización que los conductores de fase.

Red de equipotencialidad

Según el Código Técnico de la Edificación, deben de conectarse a tierra:

- Las centralizaciones de contadores.
- Las guías metálicas para aparatos elevadores.
- La caja general de protección en caso de que sea metálica.
- Las instalaciones de pararrayos.
- Las instalaciones, en su caso, de fontanería, gas y calefacción.
- Estructuras metálicas, armaduras de muros y soportes de hormigón.
- Otros elementos metálicos significativos.
-

El conductor principal de equipotencialidad debe tener una sección no inferior a la mitad de la del conductor de protección de sección mayor de la instalación, con un mínimo de 6 mm². Sin embargo, su sección puede ser reducida a 2,5 mm², si es de cobre. Si el conductor suplementario de equipotencialidad uniera una masa a un elemento conductor, su sección no será inferior a la mitad de la del conductor de protección unido a esta masa.

La unión de equipotencialidad suplementaria puede estar asegurada, bien por elementos conductores no desmontables, tales como estructuras metálicas no desmontables, bien por conductores suplementarios, o por combinación de los dos.

Dado que se trata de un edificio de nueva planta no se permite la entrada directa de las derivaciones de la línea principal de tierra en cuartos húmedos.

XII. PROTECCIONES CONTRA SOBRECARGAS

Los dispositivos de protección estarán constituidos por interruptores automáticos de corte omnipolar con curvas térmicas de corte.

XIII. PROTECCIONES CONTRA CONTACTOS DIRECTOS E INDIRECTOS

Protección contra contactos directos:

Se alejarán de las partes activas de la instalación para evitar todo contacto fortuito. Se interpondrán obstáculos y se recubrirán partes activas de la instalación que delimiten la corriente de contacto a 1mA.

Protección contra contactos indirectos:

Como medida de protección se empleará la puesta a tierra de las masas, asociada a un dispositivo de corte automático sensible a la intensidad del mencionado interruptor será como máximo de 300 mA para los circuitos de fuerza motriz y de 30 mA para los circuitos de alumbrado.

Se ha previsto la correspondiente canalización de puesta a tierra del edificio, para embornar a la misma las partes metálicas de los aparatos sometidos a tensión. Los dispositivos de protección estarán constituidos por dispositivos de corriente diferencial residual de sensibilidad de 30 y 300 Ma.

Características en las instalaciones

En la ejecución de las instalaciones se deberá tener en cuenta:

Conducto de tierra o línea de enlace

Se trata de la línea que enlaza el punto de toma de tierra o punto de puesta a tierra con el cuadro general.

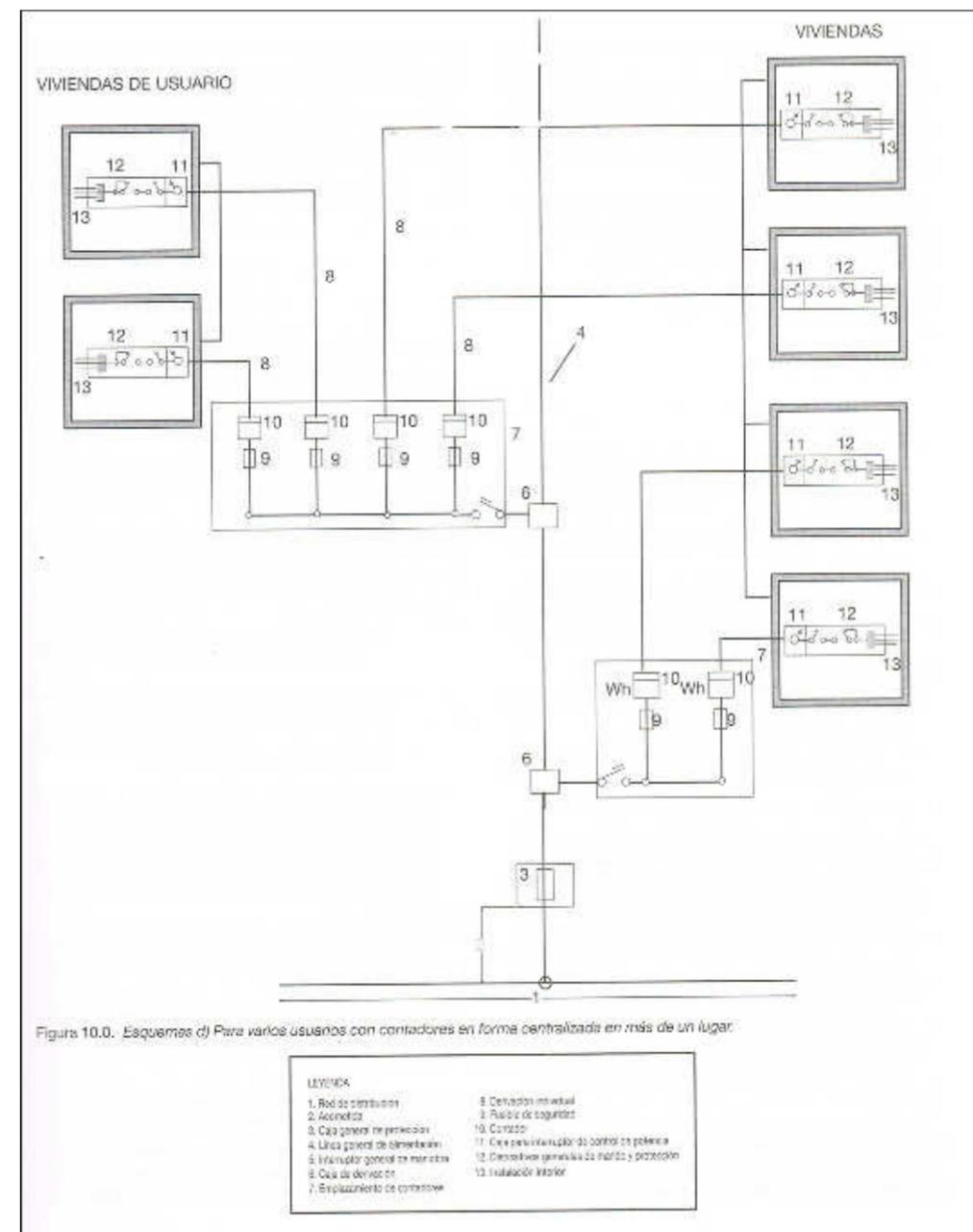
Las líneas principales y sus derivaciones se establecerán en las mismas canalizaciones que las de las líneas generales de alimentación y derivaciones individuales. Las conexiones en estos conductores se realizarán por medio de soldadura o pieza de apriete por rosca.

- No se utilizará un mismo conductor neutro para varios circuitos.
- Todo conductor debe poder seccionarse en cualquier punto de la instalación en el que se realice una derivación del mismo, utilizando un dispositivo apropiado, tal como un borne de conexión, de forma que permita la separación completa de cada parte del circuito del resto de la instalación.
- Las tomas de corriente en una misma sala deben estar conectadas a la misma fase.
- Las cubiertas, tapas o envoltentes, mandos y pulsadores de maniobra de aparatos tales como mecanismos, interruptores, bases, reguladores, etc., instalados en cuartos húmedos como baños, zona de barra de cafetería y, en general, donde exista riesgo de derivación, así como en aquellos en que las paredes y suelos sean conductores, serán de material aislante.
- La instalación empotrada de estos aparatos se realizará utilizando cajas especiales para su empotramiento. Cuando estas cajas sean metálicas estarán aisladas interiormente o puestas a tierra.
- La instalación de estos aparatos en marcos metálicos podrá realizarse siempre que los aparatos utilizados estén concebidos de forma que no permitan la posible puesta bajo tensión del marco metálico, conectándose éste al sistema de tierras.
- La utilización de estos aparatos empotrados en bastidores o tabiques de madera u otro material aislante, cumplirá lo indicado en la ITC-BT 49.
- En todas las tomas de corriente y en los puntos de luz, se realizará la instalación del conductor de protección de toma tierra, al cual se conectarán todas las tomas de corriente, y posteriormente todas las luminarias.

1.2. Esquema de la red

La instalación de electricidad toma la acometida del punto más bajo de la calle principal teniendo en el núcleo 4 y en planta baja la CGP de las oficinas con los contadores de cada elemento centralizado y una caja de derivación de la LGA que permite crear una nueva LGA que va hacia el resto de espacios. Cada uno de los espacios tendrá una CGP y su contador correspondiente.

El esquema de la red es el siguiente:



5. ILUMINACIÓN

5.1. Consideraciones generales

La instalación de iluminación tiene como objetivo dotar de la luminiscencia adecuada a los elementos del proyecto así como permitir apreciar con mejor las cualidades y estética de los elementos arquitectónicos. Es decir, distinguir una iluminación descriptiva y objetiva, que busca el que se pueda utilizar los diferentes espacios del edificio con un confort y unas calidad lumínica mínima. Por otro lado, para enfatizar la arquitectura del proyecto y sus elementos más representativos, se aprovechara la iluminación para que con el juego de luces y sombras estas cualidades resalten.

Los tipos de lámparas a utilizar son principalmente dos, una para exteriores y otra para interiores. Para exteriores por regla general se utilizaran lámpara de halogenuros metálicos ya que este tipo de lámparas tienen un periodo de vida mayor así como un espectro cromático más adecuado, según mi opinión, para el espacio publico exterior. En el interior se colocaran luces fluorescentes ya que es un tipo de lámpara con un consumo y un mantenimiento bajo que tiene además un rápido encendido que permite un uso repetitivo de encendido-apagado.

5.2. Elementos utilizados

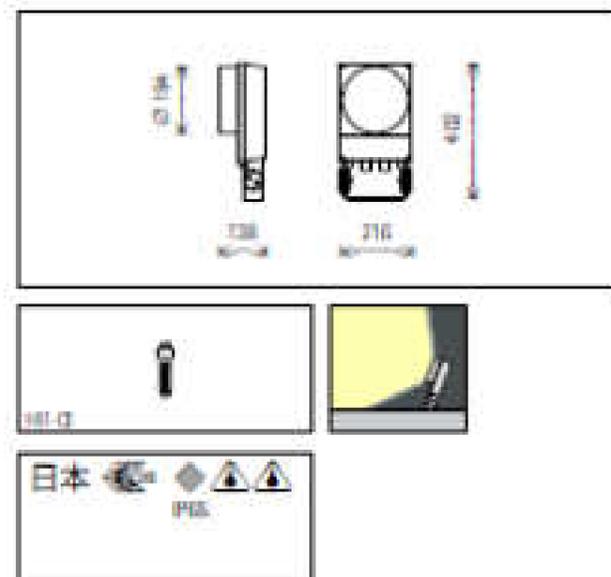
Las diferentes luminarias utilizadas para cada espacio son:

- Iluminación muro de mampostería

Bañador de pared

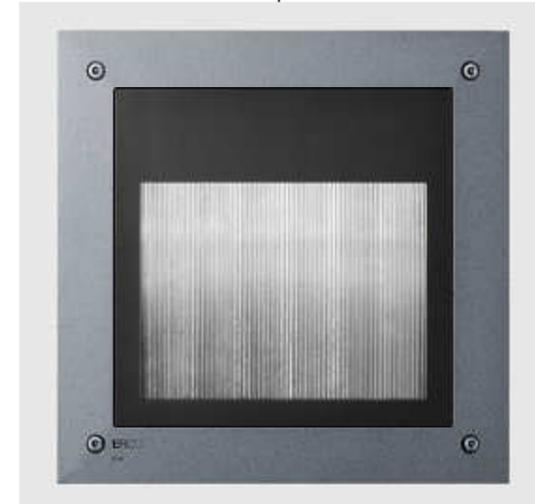


Lámparas con halogenuros metálicos

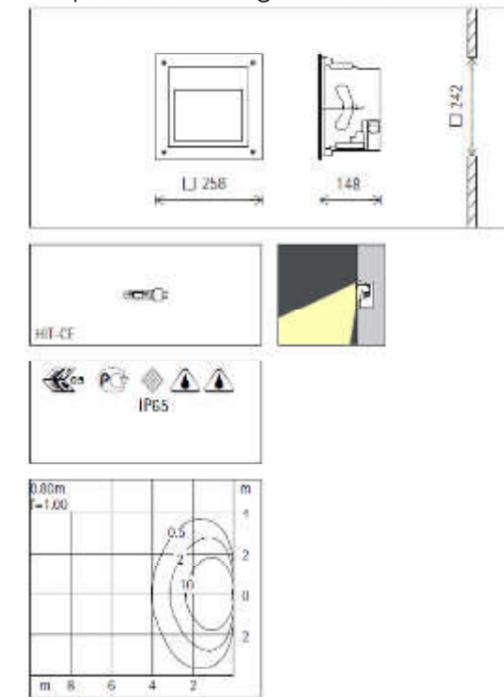


- Iluminación muros

Bañador de suelo empotrado suelo



Lámparas con halogenuros metálicos

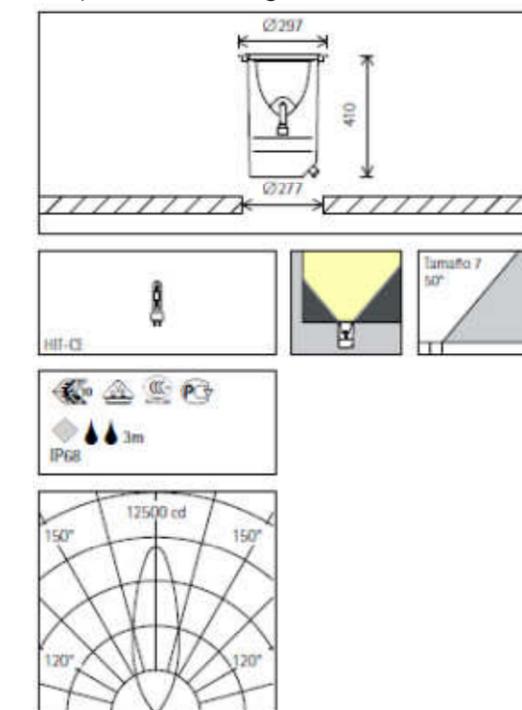


- Iluminación general plaza

Uplight empotrado suelo



Lámparas con halogenuros metálicos



- Iluminación recorrido plaza

Se utilizarán luminarias tipo baliza de altura 2 m con lámparas halogenuro metálicos.

- Iluminación banco plaza

Se utilizará una luminaria con lámpara fluorescente.

- Iluminación exterior edificio

Se utilizarán downlights empotrados en el falso techo de los forjados del edificio con lámparas de halogenuros metálicos.

- Iluminación interior caso general

Se utilizarán downlights empotrados en techo o pared con luminarias fluorescentes compacta.

- Iluminación interior lugar de trabajo

Se utilizarán luminarias de lámparas fluorescentes con un regulador lumínico en forma de lamina que se colocan en la propia luminaria y que impide el deslumbramiento para los trabajadores.

6. CLIMATIZACIÓN

6.1. Consideraciones generales y normativa

Una instalación de aire acondicionado no solo está destinada a producir enfriamiento del aire en la época de verano como muchas veces se considera, sino también para secarlo en verano y para calentarlo y eventualmente humectarlo en invierno y producir en todo momento la adecuada ventilación de los locales para asegurar la calidad del aire interior.

El avance de la técnica ha hecho indispensable su aplicación en todo edificio moderno, porque el aire acondicionado no es un lujo como muchas veces se considera, sino una necesidad, ya que está destinado no solo para el confort sino básicamente para preservar la salud humana y también constituye un requisito para los procesos industriales.

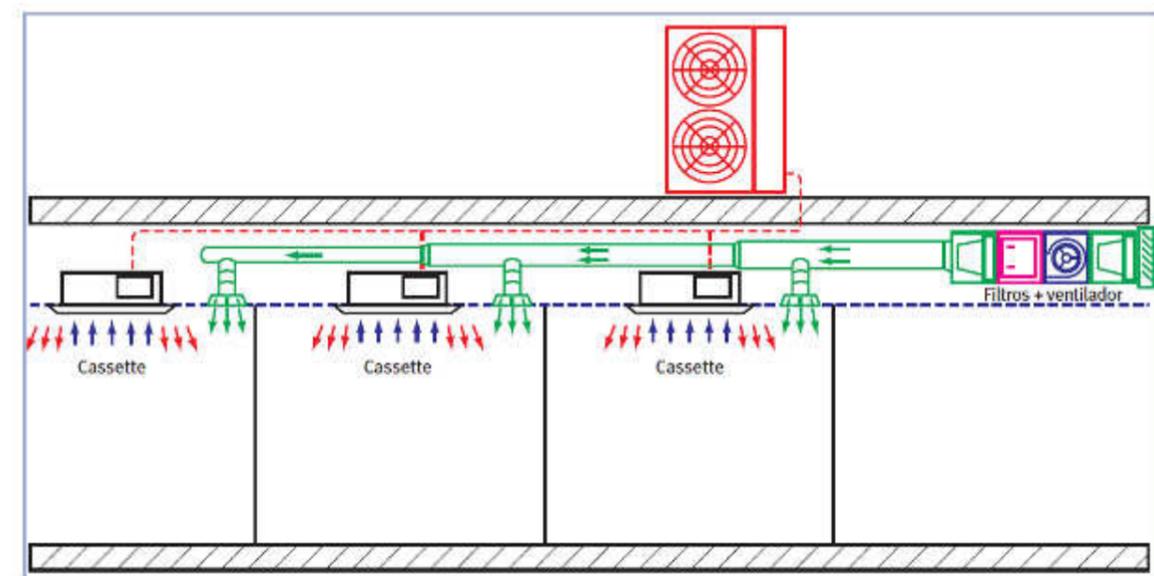
El objetivo de la instalación de climatización es por tanto mantener la temperatura, humedad y calidad del aire dentro de los límites aplicables en cada caso. El diseño de la instalación debe cumplir las disposiciones establecidas en CTE y el RITE.

6.2. Descripción del sistema utilizado

La variedad de actividades y usos del edificio condiciona en gran medida el tipo y diseño del sistema de climatización.

Buscando optimizar los espacios a utilizar en el paso de instalaciones de climatización, se procede al uso de un sistema por convección agua-aire donde habrá un climatizador exterior tipo bomba de calor en cubierta, que calefactará o enfriará las tuberías que llegaran a los climatizadores interiores. Estos climatizadores interiores serán independientes en cada módulo de manera que la instalación tendrá un volumen de caudal regulable variable (VRV). Además, la instalación contará con un elemento de filtro el aire interior en cada módulo, pues el RITE exige no solo que se pueda calefactar sino que este aire debe ser renovado.

El esquema podría ser el siguiente:



Donde se distinguirían los siguientes elementos:

1) Sistema integrado de condensador y compresor en cubierta

Es un sistema tipo bomba de calor, es decir, puede tanto calentar como enfriar el agua que discurre por las tuberías que van hasta los sistemas de evaporación. Está situado en cubierta y sirve a todos los espacios que utilizan un sistema de climatización.

2) Instalaciones de ventilación

Según el RITE ha de renovarse el aire interior y además, para un mayor aprovechamiento térmico, no se tiene que expulsar todo y cambiarlo por aire nuevo del exterior sino que se debe aprovechar parte de éste. El aire se recicla mediante unidades de tratamiento de aire, que lo filtran y lo expulsan por el falso techo con la humidificación adecuada. Se colocará un elemento de este tipo por cada planta y cercano al cerramiento para que así tome el aire exterior, el aire interior que renueva lo tomará por el falso techo también.



3) Unidades terminales de climatización.

Son las encargadas de climatizar (enfriar o calefactar) el aire interior. Estas unidades son tipo cassette, que se colocan en cada uno de los módulos, en los suelos técnicos, desde donde saldrán los conductos de expulsión y retorno de aire.

Las propiedades térmicas de cada estancia serán controladas mediante un termostato que habrá instalado en cada una de ellas.

- Caso especial estación antigua

La estación antigua tiene un uso intermitente y no prolongado. Por esta razón y dada la lejanía de la central he pensado conveniente realizar un sistema de climatización separado del sistema unitario.

Este sistema consiste en la colocación de unos minisplits colocados en el techo y la unidad de condensación y compresión van al exterior.

MEMORIA V. INSTALACIONES

1. Justificación de la solución adoptada
2. Saneamiento
3. Fontanería
4. Electricidad
5. Iluminación
6. Climatización

ANEXO GRÁFICO