

INTRAHISTORIA

PFC TALLER A | FRANCISCO JOSÉ AYALA GUTIERREZ

A mi hermano, a aquella gente que siempre confío y aquellos sentimientos inexplicables que mueven tu mundo.



ÍNDICE

1. PASADO-PRESENTE-FUTURO DE ELCANO	1
2. EL ENTE ARQUITECTÓNICO	21
3. LA MATERIALIDAD	48

"Esa vida intrahistórica, silenciosa y continua como el fondo mismo del mar, es la sustancia del progreso, la verdadera tradición, la tradición eterna, no la tradición mentida que se suele ir a buscar en el pasado enterrado en libros y papeles y monumentos y piedras "

Miguel de Unamuno, En torno al casticismo, 1905



1 PASADO-PRESENTE-FUTURO DE ELCANO

1.1 PASADO

La factoría de la Empresa Nacional Elcano de Manises (Valencia) fue construida entre 1946 y 1953 dentro de los planes estatales de reconstrucción industrial de la postguerra. Sus arquitecturas plantean una dualidad entre la modernidad y racionalidad de los espacios productivos y la tradición historicista de los edificios representativos, directamente relacionada con los programas ideológicos del Régimen. Constituye uno de los ejemplos más relevantes del patrimonio industrial valenciano que se conservan en la actualidad.

Se localiza sobre la línea que separa los términos de Manises y de Quart de Poblet. Se trata de un emplazamiento con buenas comunicaciones por carretera –ya que contaba con acceso directo a la Nacional III que une Madrid con Valencia-, y por ferrocarril a través de la línea de vía ancha Valencia-Lliria que comunicaba directamente la factoría con el puerto.



Descripción del conjunto

Sus instalaciones iniciales ocupaban una superficie de 150.036 m², de los cuales están edificados 36.338. El conjunto se estructura siguiendo el modelo tipológico y organizativo de las grandes factorías, donde destaca un gran eje longitudinal que se cruza con otro transversal más estrecho.

Los diferentes talleres productivos, ubicados en la mitad interior del recinto, se agrupan en dos bloques. En el orientado al norte se encuentran los relacionados con el proceso primario de producción, mientras que los del bloque sur están relacionados con el montaje y acabados. Todos ellos se comunican por transbordadores sobre raíles.

La arquitectura del conjunto destaca por su modernidad en las instalaciones productivas, donde se recurre a naves diáfanas con estructuras de hormigón armado de carácter funcional, en contraste con el regusto historicista de aquellas partes concebidas con un carácter representativo, como el cerramiento del conjunto recayente a la Avenida de Madrid, las puertas de acceso, el cuerpo de oficinas, las viviendas de los trabajadores, los pabellones para visitas oficiales, etc. Se conciben con una arquitectura historicista de carácter ecléctico que entronca con el estilo arquitectónico propugnado por el régimen franquista de postguerra, a pesar de que conserva algunas reminiscencias lejanas de la estética Déco manifiestas en la simplicidad de volúmenes y motivos ornamentales.

Todas las naves responden a la misma estructura y recurren a la misma composición arquitectónica en la articulación de sus lienzos murales.

La torre de aguas destaca al centro de la avenida principal. Se trata de una construcción de planta octogonal levantada con una estructura de hormigón armado. Las esquinas se resaltan con fajas, compartimentando así cada una de las caras con paneles rehundidos. Se remata con una cornisa sostenida por ménsulas, sobre la cual se levanta un cuerpo cubierto con teja de escamas. A pesar de utilizar un material nuevo como

el hormigón armado, se basa en modelos constructivos y decorativos de los estilos históricos, lo que refuerza su carácter representativo.

La atención social a los trabajadores fue uno de los aspectos más cuidados por la empresa en relación con la propaganda del Régimen. Junto a la factoría se construyeron un grupo de 36 viviendas proyectadas por el arquitecto José Luis García Pellicer. Según Penín.

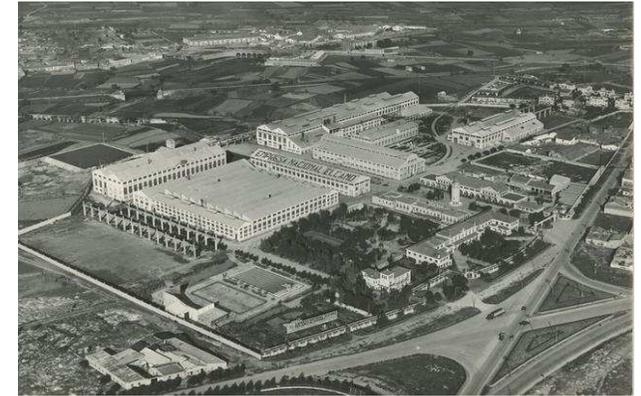
Construcción

Se levantan sobre una estructura de pilares de hormigón armado, sobre los cuales se asientan las armaduras construidas con perfiles de acero que sustentan una cubierta de planchas de fibrocemento a dos vertientes. Esta estructura, a la vez que compartimenta verticalmente la composición de los lienzos murales, permite la apertura de grandes ventanales articulados en tres pisos, con lo cual se consigue una buena luminosidad en los espacios interiores. A pesar de ello todavía se hacen presentes las huellas de la arquitectura clásica en los testeros de las naves, donde se resaltan los frontones con cornisas y con un óculo sobre el tímpano.

Una valoración como patrimonio industrial

Se dividen en dos mitades por una gran avenida a la que se accede por una gran avenida a través de una puerta monumental, característica de los grandes complejos industriales, frente a la que se sitúa en el centro la torre del depósito de aguas.

Adopción de las mismas tipologías de naves de cubierta a dos vertientes y de cubierta de cuchillos o shed. Las primeras se utilizan en aquellos espacios dedicados fundamentalmente a fundición, taller de modelos, y taller de forja, donde las elevadas temperaturas alcanzadas en su interior



condicionan el uso de la cubierta a dos vertientes, ya que el aire caliente en su movimiento ascendente se concentra en el punto más alto donde encuentra salida al exterior a través de lucernarios. Se trata en todos los casos de dos naves adosadas, con lo que se favorece la iluminación y la ventilación por los amplios ventanales abiertos en su perímetro. Por otro lado en los espacios dedicados al montaje sobresale la gran superficie cubierta con armaduras shed del taller de motores, lo que permite disponer de espacios diáfanos de grandes dimensiones y bien iluminados. Una de las características que define las arquitecturas de las naves de producción es su racionalidad en relación con la funcionalidad. Esta recoge los principios del Movimiento Moderno en la utilización de la estructura de hormigón, lo que permite la fachada libre que se acristala en diferentes niveles de ventanales para permitir la luminosidad del espacio de trabajo. Estas estructuras quedan vistas, lo que se relaciona con otra de las características propias de la arquitectura industrial que es la sinceridad. Las fachadas laterales se estructuran en base a un mismo módulo compositivo que se repite de acuerdo con la mayor o menor longitud de cada una de las naves, lo que está en relación con los conceptos modularidad y la estandarización. La situación económica de la postguerra produjo una ralentización en los progresos que había alcanzado la arquitectura industrial en España. Por ello ante la situación de escasez de materiales propios de la arquitectura moderna como el acero y el hormigón, resultó habitual recurrir a otros tradicionales como el ladrillo y la piedra. Podemos concluir que esta factoría, situada entre Quart de Poblet y Manises, es producto en su concepción y arquitecturas de la situación socioeconómica del momento, de allí su valor testimonial.

Autenticidad e integridad

Dentro de este apartado se evalúa la conservación de las características definitorias del tipo o del conjunto sin contaminaciones de otros periodos. A lo largo de la historia de la factoría la evolución tecnológica no se ha materializado en una alteración de las características arquitectónicas de sus espacios productivos situados en naves industriales, tipologías que se adaptan con versatilidad a los cambios tecnológicos en base a la sustitución de unas máquinas por otras o por la dedicación de algunos espacios a otras fases del proceso.

Valor histórico-social

El conjunto responde al modelo productivo de gran factoría. Fue uno de los motores que dinamizó la economía comarcal ya que en su época de máximo esplendor ha llegado a emplear a más de 1100 personas residentes en la capital y en las poblaciones de su entorno, lo que de forma directa e indirecta a través de las empresas auxiliares contribuyó al desarrollo económico e industrial.

El modelo de factoría construido contempla los planteamientos sociales que desde finales del siglo XIX se vienen aplicando a las grandes empresas para aumentar la calidad del trabajo y el rendimiento de sus operarios. Estos se proyectan más allá del espacio de trabajo, llegando a abarcar el ocio con la construcción de unas modernas instalaciones deportivas dentro de la factoría y de unas amplias zonas verdes, la vivienda, y otros aspectos sociales materializados en el economato, el comedor, la clínica y la dotación de una flota de autobuses para facilitar el transporte de los trabajadores desde sus domicilios a la factoría.



La torre del reloj fue lugar donde se convocaron todas las manifestaciones de protesta y reuniones ilegales, ya que el régimen de Franco no reconocía estos derechos fundamentales.

Valor tecnológico

Hace referencia a la evolución de la técnica, de la industria y del arte de construir como respuesta al desarrollo. La estructura de la factoría responde a un proceso racional de producción de acuerdo con el modelo mecánico-reductivista planteado por E. Manzi.

Valor artístico

Se aprecia una dualidad en la concepción arquitectónica del conjunto, que refleja fielmente las circunstancias socioculturales y políticas del momento de su proyección y construcción. La arquitectura de los edificios productivos, como hemos comentado, asimila y transmite buena parte de los conceptos que la definen, que se relacionan con los principios constructivos adoptados por el Movimiento Moderno. Sus edificios se caracterizan por la ausencia de ornamento. Es precisamente en este rasgo donde radica su calidad estética y su belleza, que se relacionan con los principios de racionalidad, sinceridad y transparencia. A pesar de ello el arquitecto recurre a una cita historicista en los hastiales de las naves, que se conciben en forma de frontón triangular en recuerdo de las arquitecturas clásicas que evocaban los primeros edificios fabriles del siglo XIX realizados en ladrillo. Sin embargo esta acusada desornamentación es uno de los principales factores que pone en riesgo la conservación de estos espacios y justifica la escasa atención que muchas veces recibe en los instrumentos de planteamiento.

Sin lugar a dudas la arquitectura constituye un fiel reflejo de la imagen dual que se quiere transmitir como empresa. Por un lado de modernidad, racionalidad, eficacia y eficiencia para elaborar productos de una probada calidad tecnológica y competitividad en el mercado internacional y por otro la recuperación de un pasado glorioso que hunde sus raíces en la hegemonía marítima de España en el siglo XVI.

Valor territorial

Cuando la Empresa Nacional Elcano decide construir una factoría en Valencia, finalmente se elige este enclave estratégico situado entre la antigua carretera nacional III y el ferrocarril de Valencia a Llíria, lo que facilitaba los transportes de materias primas y productos elaborados. La gran superficie que ocupa se articula a partir de dos ejes principales en forma de cruz que la atraviesan. Desde ellos se configura una red de calles interiores con sus aceras, arbolados, y zonas verdes ocupadas por jardines. También el barrio de casas presenta una cuidada composición que se adapta a la morfología triangular del espacio, con una amplia zona verde en el centro. Esta composición responde a un criterio de racionalidad del sistema productivo, que recoge los valores del higienismo industrial donde los edificios se sitúan sobre anchas calles para facilitar la ventilación y la iluminación de los espacios interiores.

Posibilidad de restauración integral

La arquitectura industrial presenta una gran versatilidad de uso de sus espacios. Está realizada con materiales, técnicas y procedimientos constructivos de la sociedad contemporánea, por lo que las posibilidades de reutilización para equipamientos públicos o para usos privados son muy diversas.



1.2 PRESENTE

El que llega a Tecla poco ve de la ciudad, detrás de las cercas de tablas, los abrigos de arpillera, los andamios, las armazones metálicas, los puentes de madera colgados de cables o sostenidos por caballetes, las escalas de cuerda, los esqueletos de alambre. A la pregunta: —¿por qué la construcción de Tecla se hace tan larga?— los habitantes, sin dejar de levantar cubos, de bajar plomadas, de mover de arriba abajo largos pinceles: —Para que no empiece la destrucción —responden. E interrogados sobre si temen que apenas quitados los andamios la ciudad empiece a resquebrajarse y hacerse pedazos, añaden con prisa, en voz baja: —No sólo la ciudad.

Si, insatisfecho con la respuesta, alguno apoya el ojo en la rendija de una empalizada, ve grúas que suben otras grúas, armazones que cubren otras armazones, vigas que apuntalan otras vigas.—¿Qué sentido tiene este construir?—pregunta—. ¿Cuál es el fin de una ciudad en construcción sino una ciudad? ¿Dónde está el plano que siguen, el proyecto?—Te lo mostraremos apenas termine la jornada; ahora no podemos interrumpir —responden. El trabajo cesa al atardecer. Cae la noche sobre la obra en construcción. Es una noche estrellada. —Éste es el proyecto— dicen.

Capítulo VIII – Las ciudades y el cielo. 3
Italo Calvino – Las Ciudades Invisibles



La metrópoli

Si analizamos el área de intervención desde el punto de vista metropolitano, apreciamos como Quart de Poblet, Manises y Elcano podrían llegar a convertirse en un único núcleo.

El núcleo del que se habla parece tener una morfología delimitada por todos los frentes. Así, por su parte Sur se encuentra delimitado tanto por la Autovía que conecta Madrid con Valencia, así como la carretera V-11. Estas vías parecen propiciar una conexión excelente para la industria, ya que todo este sector se coloca bordeando dichas vías. Colindante a esta carretera, y en correspondencia al frente Oeste, el Manises industrial queda delimitado por las infraestructuras propias del aeropuerto. Al Norte nos encontramos con el cauce del río Turia, del cual nace un surco que, en la actualidad, más que unir ambos municipios, los distancia. Se trata del barranco del Salt del Agua. Como dato interesante cabe señalar la carretera que atraviesa longitudinalmente tanto Quart como Manises, y que por ello, podría actuar de cosido, recordando esas históricas ciudades nacidas a partir de un ente de conexión.

Por tanto, nos encontramos con unos

La ciudad

El efecto rótula. El crecimiento de los núcleos urbanos de Manises y Quart de Poblet ha hecho que este complejo, que en sus orígenes se situaba sobre un espacio rústico, se encuentre actualmente rodeado por edificaciones residenciales. Debería adquirir de esta manera un carácter



de unión entre ambas masas urbanas que, por su estado de abandono, dimensiones y teórico uso, no propicia dicho efecto.

El perímetro rodado. Si analizamos de manera sucinta el viario existente, cabe señalar ese eje continuo alrededor del Manises industrial y del Quart de Poblet industrial, sirviendo expresamente de conexión a este sector. Por ello, podríamos decir que existe un viario perimetral que sirve de pinzamiento para las diferentes industrias, mientras que la carretera que atraviesa los dos municipios sirve a su vez de nexo y circulación interior. Actualmente, este eje se refuerza mediante el transporte público como es el metro.

La abertura verde

El gran olvidado actualmente, este barranco nada cuidado y nada utilizado del Salt del Agua, genera una rasgadura en el tejido que separa Quart de Manises y no logra entenderse como una prolongación paisajística del cauce del Turia.

El tejido urbano

Parecen núcleos urbanos con escasos espacios abiertos o de pequeña dimensión, que impiden que la ciudad "respire". De esta manera, parece como si tanto el barranco como la factoría pidieran a gritos esa consideración de espacios al aire libre.

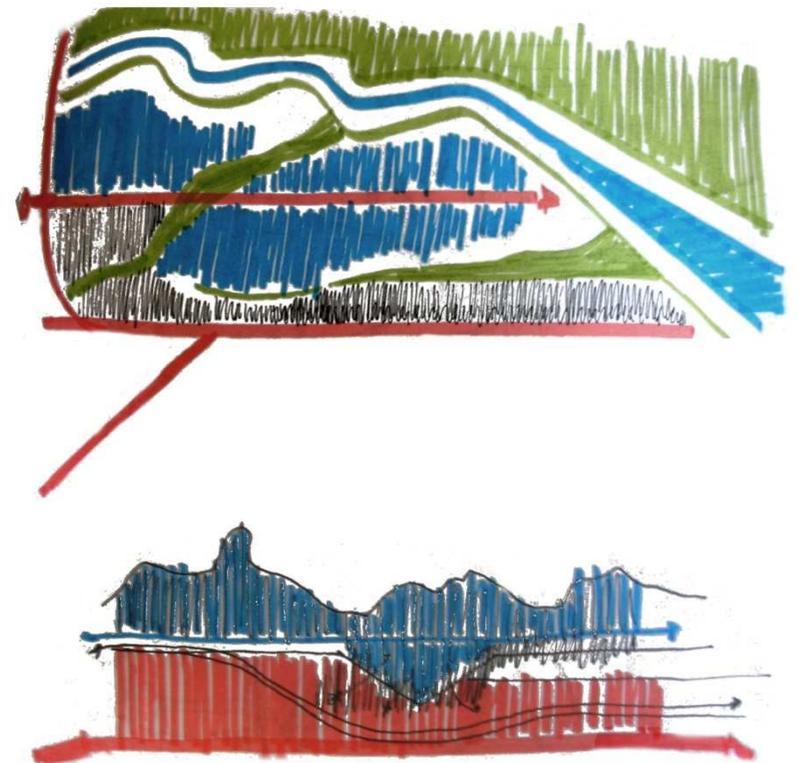
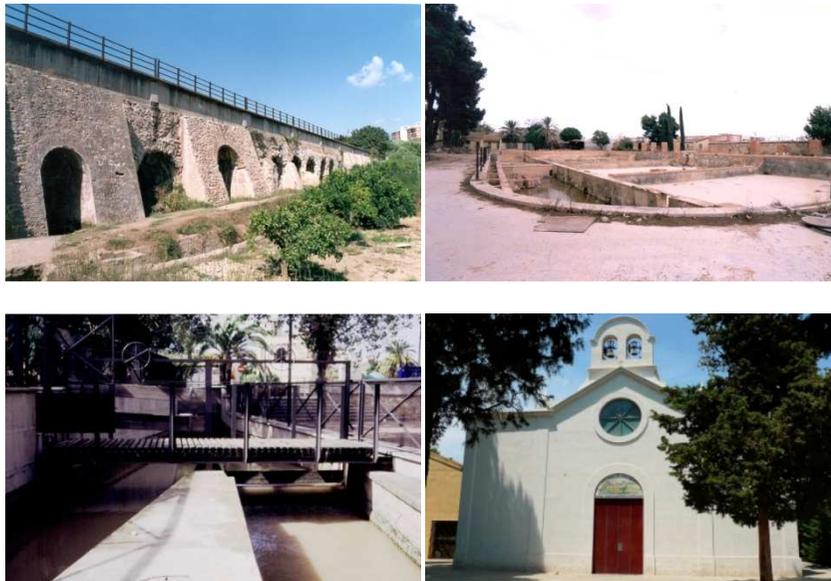
La riqueza perimetral

En el entorno más próximo a la factoría nos encontramos con ciertos elementos que poseen un valor característico. Tales elementos son el acueducto dels Arquets, els filtres, la ermita de San Onofre, el depósito, las lenguas de San Onofre, la alameda...

Y también cabe señalar como equipamientos el Hospital de Manises, el instituto junto al barranco, la iglesia y guarderías ubicadas en el barrio de San Jerónimo, el aeropuerto...

El barrio de San Jerónimo

Actualmente es un barrio con propia identidad, teniendo ciertos equipamientos de carácter propio, pero que posiblemente esté cada día más aislado de los dos grandes núcleos urbanos. Por ello, en la propuesta urbana se debe pretender la integración de este conjunto.



Identificación de los puntos conflictivos

El frente del barranco. Tras un recorrido por la zona, se aprecia que el barranco del Salt del Agua necesita de una definición geométrica que lo delimite y que por tanto configure sus medidas. A su vez, esta redistribución geométrica podrá servir para ir apropiándose de esos terrenos descuidados.

La interpretación de la colonia. Debido a sus directrices, y su ubicación, parece actuar a modo charnela entre Elcano y Quart de Poblet. El hecho de que ahora mismo se encuentre vallada en todo su perímetro supone una forma más de exclusión que habrá que evitar. De esta manera, otro de los puntos a resolver será esa continuación morfológica adecuándose a la existencia.

Conexión de San Onofre con Els Filtres. Ahora mismo la conexión resulta casual y solo desde un punto de vista aéreo. Por ello se abordará una conexión directa entre estos puntos, así como la reutilización del Acueducto dels Arcs aprovechando su paso a través de él. .

Exclusión-integración del Barrio de San Jerónimo. Uno de los puntos a tener en cuenta es evitar la exclusión de este barrio, ya que se corre el riesgo de que la intensificación de tráfico en la carretera que lo atraviesa, así como el carácter cerrado de Elcano en la actualidad, propicie este hecho.

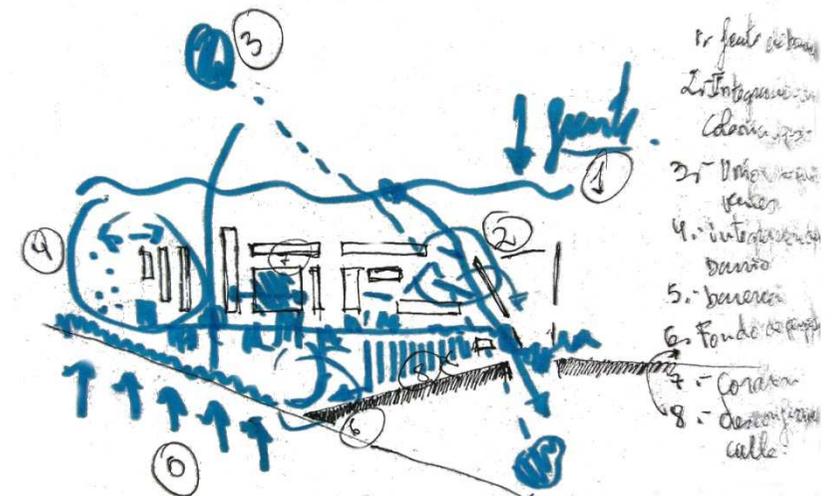
Barrera con el aeropuerto. Habrá que tener en cuenta la gran infraestructura que presenta el aeropuerto y que por tanto, deberemos protegernos, no sólo visualmente, si no también acústicamente. Por ello se tomarán referencias de edificaciones con similares características. Pero no es sólo el aeropuerto el que genera ese ruido, sino también la carretera que bordea el Manises industrial.

La configuración de la Calle. Ese carácter unidireccional que ahora mismo presenta, sin permeabilidad con Elcano, hacen de esta una calle poco

agradable para el paseo. Por ello, se intentará cambiar su configuración mediante la permeabilidad oportuna, ya que con la abertura de Elcano, esta calle pasará a tener una relevancia totalmente diferente. Así, se deberá buscar también un fondo de perspectiva a esta calle.

El corazón de Elcano. Posiblemente sea nuestro punto de partida a partir del cual se decidan aquellas nave que mantener, aquellas a las que adosarse y aquellas que tratar. Dada su forma, posición y dimensión, deberá adquirir un papel propicio en la nueva propuesta.

Los ejes cartesianos de la propuesta. Actualmente, la factoría se rige por unos ejes ortogonales que, con la abertura de la factoría, podrían quedar descontextualizados con el entorno.



La factoría, ente cerrado

A continuación mostramos, mediante recorrido visual, el cómo se ve la factoría Elcano de puertas hacia afuera. Donde se puede apreciar, sobre todo, ese carácter cerrado y ese carácter de pieza abandonada sin aparente vida.



La factoría, el interior

El conjunto ha estado en funcionamiento hasta el año 2008, hecho que ha asegurado su mantenimiento y su buen estado de conservación. Ello favorece la posibilidad de mantenimiento y reutilización para equipamientos públicos o para usos privados de diversa índole en relación con las necesidades de los dos municipios sobre los que se emplaza. Las viviendas de la colonia se encuentran todas en uso.

Sin embargo, al cerrar la planta se procedió al desmontaje de toda la maquinaria al ser vendida a una empresa extranjera, por lo que ahora únicamente se conservan los espacios totalmente vacíos sin que exista ningún elemento del proceso productivo.





1.3 FUTURO

"La calle es armonía, un espacio comunitario cuyas paredes han sido donadas a la sociedad, para el usufructo de todos. El cielo formas su cubierta."

L.I. Kahn

Relevancia de Elcano en la unión Quart de Poblet-Manises

Elcano será un nexo de unión con los entornos y ecosistemas naturales próximos como el Barranco del Salto del Agua y los grandes activos naturales hilvanadores como el Parque Fluvial del Turia. El proyecto también incluirá nuevos elementos de conexión urbana con el resto del área metropolitana, el cercano aeropuerto, la alta velocidad ferroviaria y la ciudad de Valencia. Ello servirá para modificar su actual situación de aislamiento en su entorno por una integración completa dentro del tejido urbano existente.

Por todo ello, no se debe olvidar que, lo que un día fue una estructura aislada, ahora ha sido absorbida por diferentes frentes y aún no se ha dado respuesta a cómo esta pieza puede hilvanar todos los cabos sueltos.

La alcaldesa se ha detenido en la importancia que esta fábrica ha tenido en la vida de Quart de Poblet y de Manises: "Los antiguos astilleros, al igual que los motores que en su seno se fabricaban, movieron, dinamizaron e impulsaron durante seis décadas la economía de Quart de Poblet y Manises, y también de la Comunidad Valenciana. Fueron el sustento de muchas familias quarteras, alimentaron amistades y nos situaron en la vanguardia industrial".

Modelos e ideas de referencia

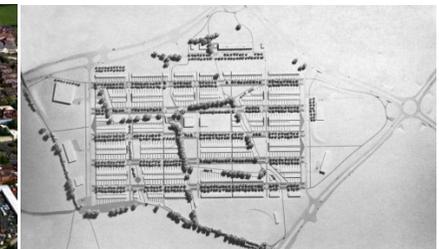
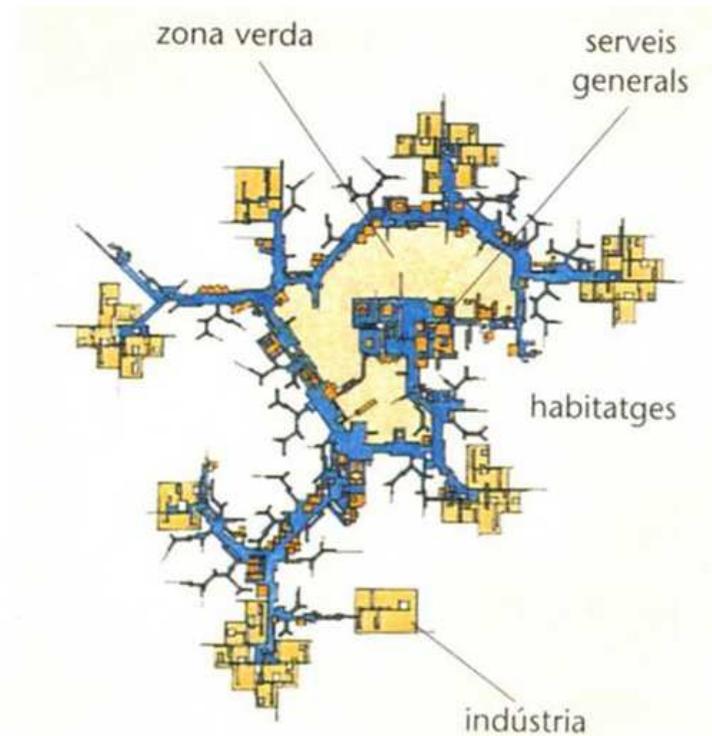
Si nos remitimos a los principios que han servido de referencia para asentar las bases del proyecto, podríamos decir que uno de los proyectos cuyo fondo proyectual más ha servido de guía en este camino, sería el nuevo barrio de Toulouse le Miral de Candills, Josic y Woods, donde los cuatro puntos clave que se definen en el libro "Toulouse le Mirail: El nacimiento de una ciudad nueva" son los siguientes:

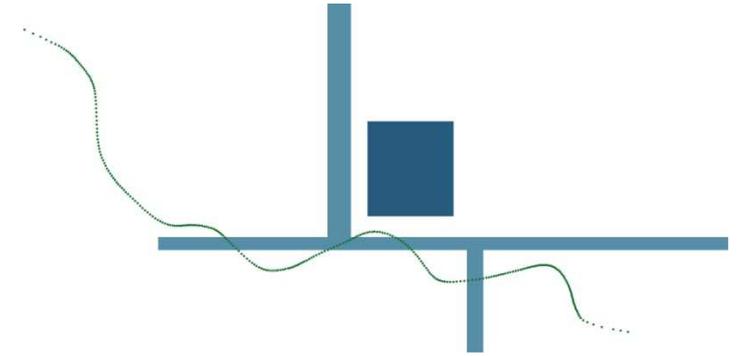
- Predominio del peatón
- Adaptación al terreno
- Evitar la monotonía y el tedio
- Hallar el carácter específico y la identidad de la nueva ciudad.

Son unos puntos que, en relación al predominio del peatón, y como se comentara en el libro "Anothermodern" (AVERMATE, Tom, OCKMAN, Joan) el peatón debe coger siempre el camino más corto para ir de un lugar a otro, mientras que es el automóvil el que deberá coger el camino más largo y rodear si es necesario.

Así diremos que en la propuesta urbanística se genera el espacio pensando siempre en el peatón, tenemos en cuenta el barranco en esa adaptación al terreno, elemento que junto a las visuales y arteria vertebradora nos sirven para evitar la monotonía. Hechos todos que propician junto al desarrollo del sistema edificatoria, un carácter específico a la zona.

No obstante, son otros los proyectos u obras, los que en la manera de ejecutar esas ideas también sirven de referencia. Tales como el proyecto en Byker de Ralph Eskine, con ese elemento protector y acogedor, o el proyecto de Coffe Hall, donde a partir de una trama cuadriculada se va rompiendo el tedio y la monotonía mediante esos elementos verdes, o la quinta da Malagueira de Álvaro Siza, donde resuelve el proyecto mediante un único elemento o los cuarteles de Sant Andreu con esa disposición de bloques lineales y transversales.





Idea generadora

La propuesta nace del profundo análisis de la factoría, así como sus factores externos. Por ello, y en alusión a la restauración crítica de Cesare Brandi, por el bien del funcionamiento del conjunto se prescinde de una serie de esencias que en su momento tuvieron interés y hoy quedan descontextualizados como son los ejes romanos o ciertas naves.

Por ello, se pretende amoldar la propuesta a las necesidades y empatías del lugar, así como los nexos entre el barranco y la alameda.

Diremos entonces que la premisa de partida era generar un sistema que permitiría anclarse al pasado para resolver el futuro, una pieza que fuera en su esencia rígida y flexible a la vez, permitiendo acoplarse al resto de fábricas. Haciendo de este sistema una característica inherente al lugar.

De esta manera, podríamos resumir el concepto de ordenación a través del dibujo que se adjunta en la parte superior. También me gusta mucho asociar esta idea generadora al símil de corazón-arteria-esqueleto.

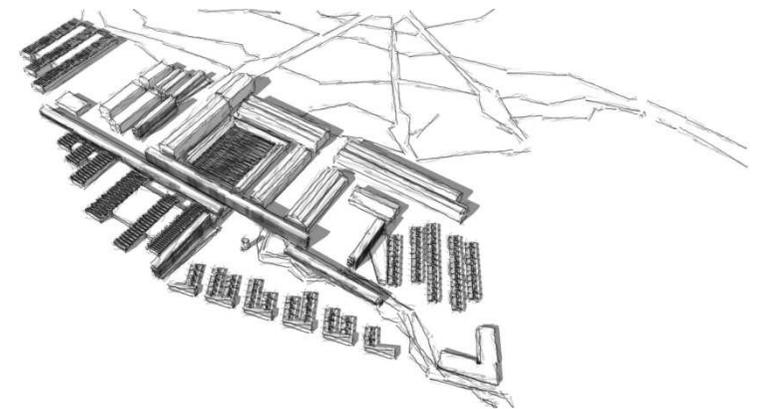
Todo ello partiendo de lo que considero el corazón de la propuesta, la nave de proporción cuadrada. El corazón de la propuesta por su ubicación estratégica, por esa fuerza visual en el plano, así como su carácter cubierto y ese concepto de masificación del espacio. Un centro por el que se unen barranco y alameda. Un corazón a partir del cual ir enlazando las diferentes piezas de conexión.

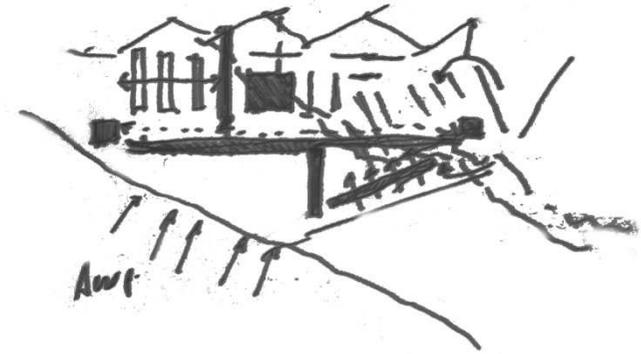
Todo corazón necesita de ese circuito interno que atraviese y genere fluidez a su través, otorgando la vida, el dinamismo. En este caso, mediante ese eje orgánico que inunda de color y viveza tanto aquellas piezas que atraviesa, como aquellos lugares que penetra. De esta manera, permite conectar el barranco, pieza tan descuidada, con la alameda principal de Quart de Poblet.

Como todo ser humano, este sistema circulatorio no se ciñe solo a las arterias, sino que también posee los capilares, esos elementos que en la

propuesta salen de la arteria principal en busca de colonización del espacio mediante diagonales arboladas.

A su vez, estos órganos necesitan de ese esqueleto que los proteja, a la vez que se articule a través de ello. En este caso, el esqueleto nace en primer lugar de una única pieza que pretende, al contrario que en la actualidad, macizar ese vacío generado por el eje longitudinal actual de la factoría. Así, su carácter de pantalla, como sucediera en el proyecto de Byker, nos ayuda a evitar ese ruido propio de la carretera y el aeropuerto, a su vez que esta pieza de gran tamaño comienza a ramificarse para conectar aquellos elementos aislados con la estructura principal.





Análisis proyectual

A la derecha se muestran un esquema resumen de las soluciones aportadas al proyecto, así como unos esquemas de usos y de elementos propuestos.

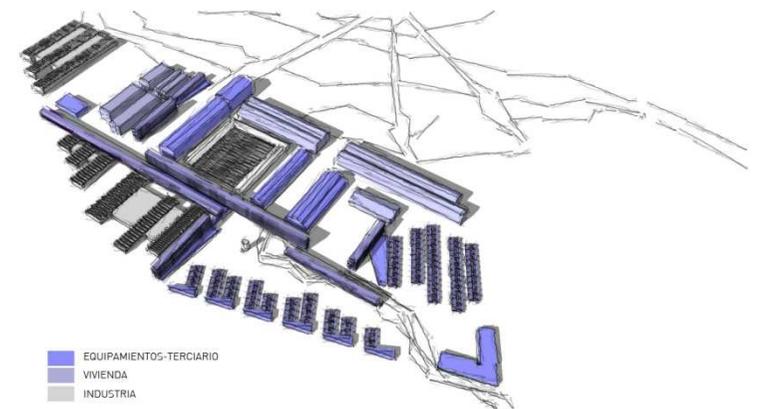
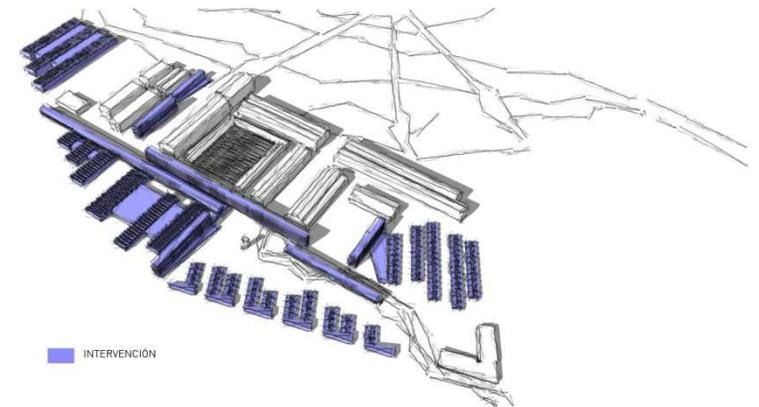
En alusión a la resolución de los problemas, diremos que partíamos de la premisa de deshacer esos ejes cartesianos de la propuesta inicial, que en su origen tuvieron fundamento y en la actualidad posiblemente hayan quedado descontextualizados. De esta manera, uno de los principales puntos era cómo conectar barranco, Elcano y la alameda. Al intentar resolver estas conexiones, nos damos cuenta de que aquellos ejes ortogonales que se proponían al principio no eran el camino adecuado. De esta manera me decidí por colocar un eje orgánico que pudiera realmente conectarme estos puntos.

Cabe destacar que en este trazado nos encontramos con el corazón de Elcano, generando en la nave de carácter cuadrada un ágora o invernadero como punto de reunión cubierto. Un lugar en el que el carácter del arbolado pudiera ser mágico.

Así el barranco se geometriza para conseguir esa definición espacial tan necesaria no solo del punto de vista visual, sino también desde la necesidad de poner en valor. De esta manera, mediante ese trazado verde que nace del barranco y atraviesa la factoría, se consigue conectar con la alameda. A su vez, de este eje nacen esos capilares que colonizan aquellos espacios de menor dimensión.

Pero no son solo estos puntos los necesarios para comunicar, sino que con la intención de conectar San Onofre con Els Filtres, se dota de un recorrido peatonal continuo entre ambos puntos, sirviendo de apoyo el Acueducto dels Arcs.

Otro de los puntos que quedaban pendientes de resolución, era que, una vez quitada la valla y ese carácter cerrado que posee la factoría, cómo iba a



conectarse la avenida de Madrid. Dadas las intenciones de generar un flujo hacia el centro de la propuesta, así como del barranco, pero sin la desconfiguración espacial de la calle, se propone un sistema de viviendas en hileras, rematadas con edificación comercial, que permitieran esa permeabilidad buscada.

La disposición y elección de este tipo también quiere responder en su intento de adhesión de la colonia a la factoría. Por ello se escoge esa direccionalidad así como su ubicación.

Una vez resueltas estas conexiones, se tenía que insertar un sistema edificatorio que permitiera, por un lado, la conexión con el entorno existente, por otro que no excluyera al Barrio de San Jerónimo y por último, que permitiera integrar en la medida de lo posible el equipamiento existente. Así, se opta en un principio por una única pieza de gran dimensión que maciza el espacio, fragmentándose después para ir atando los cabos. Así, mediante el cierre de esta pieza con la iglesia colocada como fondo de perspectiva, a su vez de la nueva disposición de ciertos bloques de viviendas, se pretende la integración del barrio.

Por último, diremos que la ubicación de la industria en torno a las vías perimetrales responde, en primer lugar, a esa vista de pájaro que nos hace intuir el correcto funcionamiento de estas vías para el sector de la industria. No obstante, también se colocan en ese punto con la intención de desplazar la vivienda respecto al ruido de las vías.

En relación al arbolado y el pavimento del eje que atraviesa la propuesta diremos que se escoge aludiendo al siguiente criterio:

- Para el arbolado que "sale" de este eje, se escoge vegetación de carácter perenne y pequeño porte, como son los naranjos, para establecer alineaciones a las fachadas o las calles y moreras para actuar como "capilares" del eje verde que cruza. La elección de este tipo de árbol responde al simbolismo de las hojas de morera, aquellas que uno de



ESQUEMA PAVIMENTOS



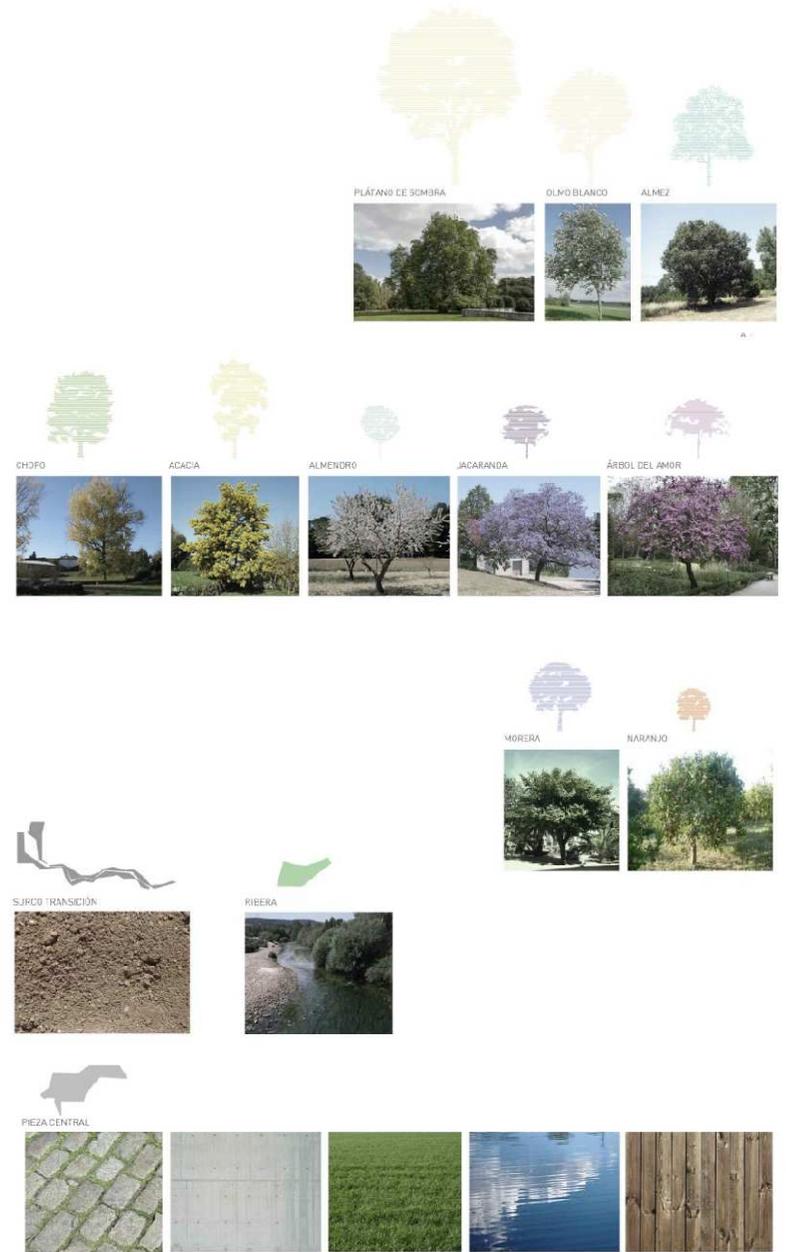
ESQUEMA ARBOLADO

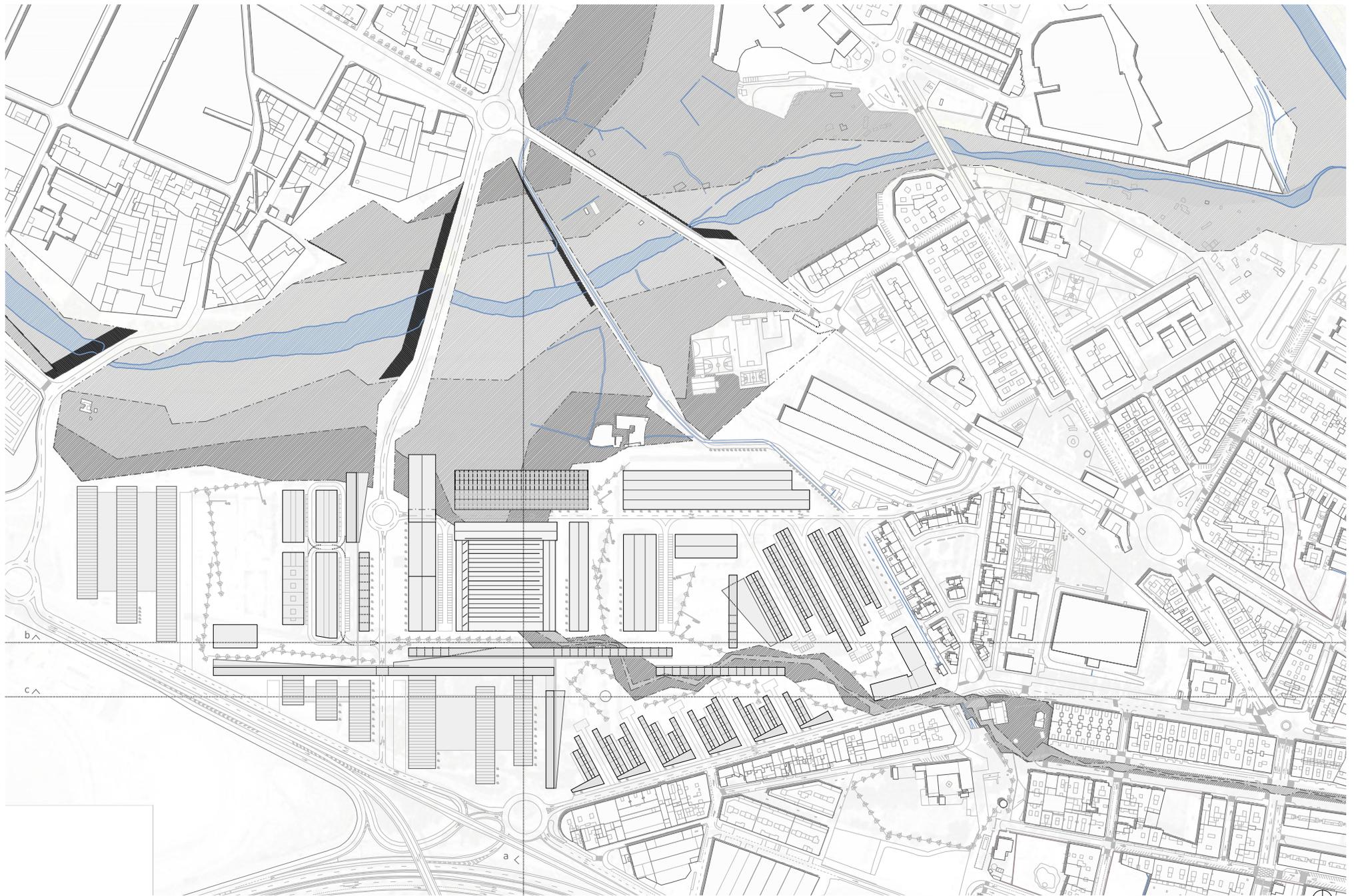
pequeño cogía camino a casa o al colegio, para después dar a tus gusanos de seda. Una elección basada por tanto en el carácter infantil sobre una ciudad actual sería.

- Para el eje central de la propuesta y que por tanto lo recorre, hay dos secciones. Una perimetral, donde se ubican las acacias y los chopos. La elección del chopo viene por el carácter de la alameda preexistente, mientras que el de la acacia es por encontrarse a mitad camino entre el chopo y los árboles de la franja central, posee color y es de porte alto. En esta primera franja, el pavimento que se trata es de tipo asilvestrado o tratado mediante arena. Se colocan una serie de caminos mediante el adoquinado de piedra, para que, en caso de lluvia, la gente pueda discurrir a su través. El generar este surco de manera tan rauda, es para conseguir el contraste oportuno entre lo tratado y lo no tratado.

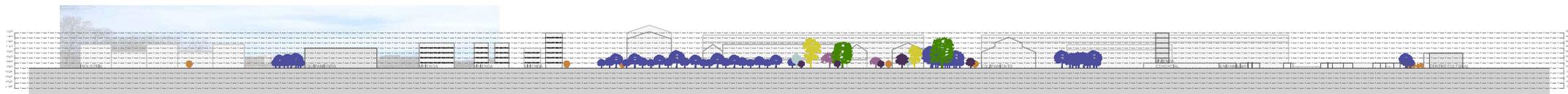
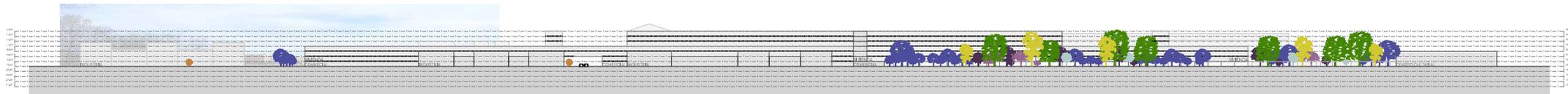
Para la sección interior, se recurre al colorido y el aroma, por eso se escogen el almendro, el árbol del amor y la jacaranda. De esta manera también se busca ese tinte de las hojas caídas en el pavimento. El pavimento que se dispone en esta franja es de mayor tratamiento. Se utiliza una red central mediante adoquinado disgregado de tal manera que el verde predomine sobre lo construido. Así, se pretende conseguir la fusión entre la vegetación y el suelo. En la transición entre ambas franjas, se colocan zonas de césped, listones de madera, bancos de hormigón...

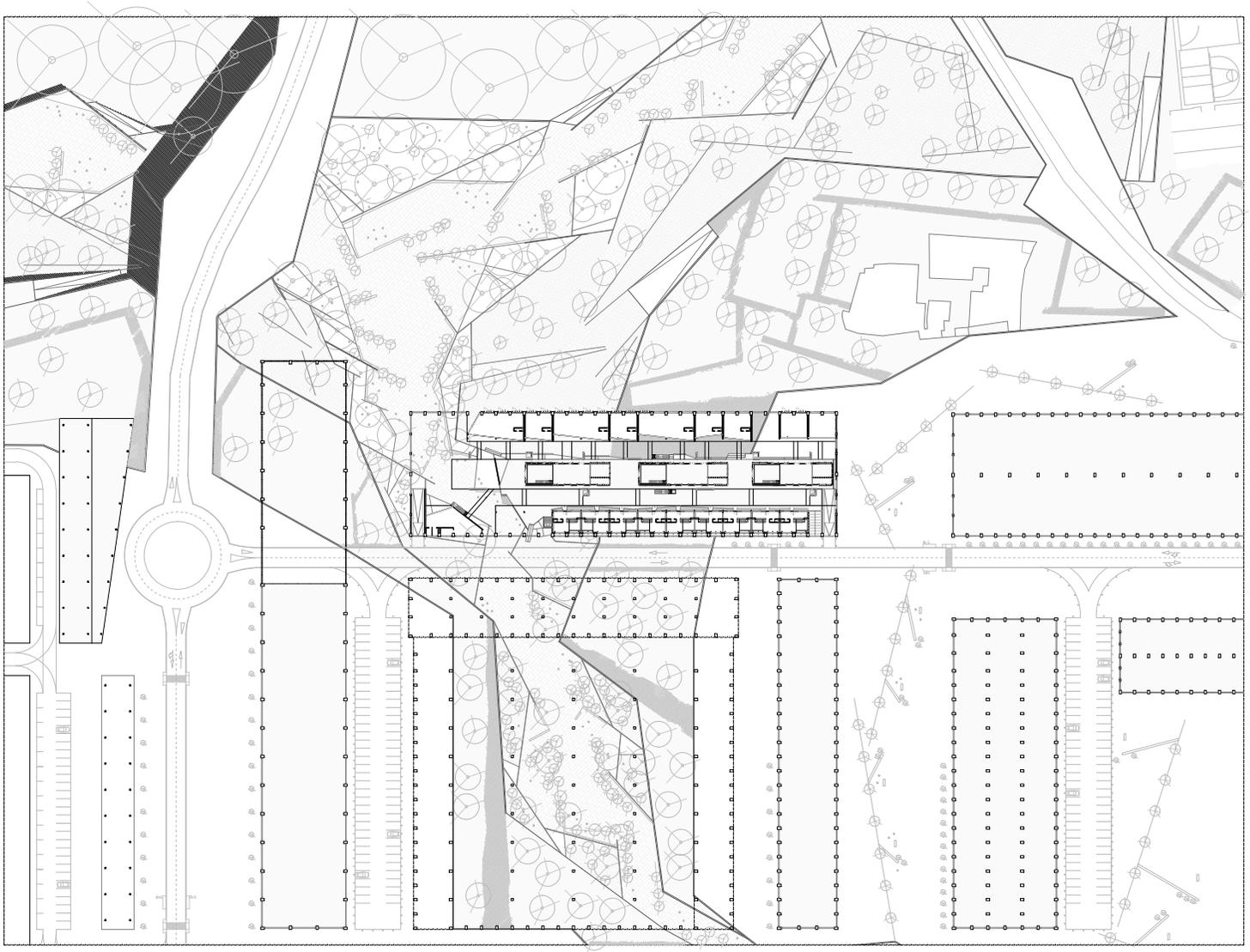
- Para el eje que bordea el río, se recurre a un carácter asociado a la ribera. Así, se disponen el arbolado preexistente, el plátano de sombra, el álamo blanco y el almez. Se recurre a árboles de gran porte de tal manera que pueda resaltar el carácter fluvial del barranco mediante esa sombra.





Plano urbanístico. Esc. 1/5000







2 EL ENTE ARQUITECTÓNICO



2.1 HISTORIA E INTRAHISTORIA DE LA FÁBRICA

Si aludimos a la historia de el vocablo fábrica tal y como lo usamos es relativamente moderno, ya que la fabricación y los procesos industriales aparecen con la Revolución industrial, en la segunda mitad del siglo XVIII.

El vocablo fábrica tiene un uso anterior en el campo de la arquitectura y construcción. Se llama «fábrica» a la edificación construida a base de módulos dispuestos u organizados con el fin de soportar la estructura. Dentro de esta definición se encuentran todas las formas de mampostería, típico sistema constructivo desde la expansión romana en Europa. Durante el Renacimiento se conocía como *fábrica* al edificio mismo, independientemente de su modalidad de construcción. En conclusión, fábrica corresponde a la composición de los muros y paredes de ladrillos o piedras que componen la estructura de la edificación.

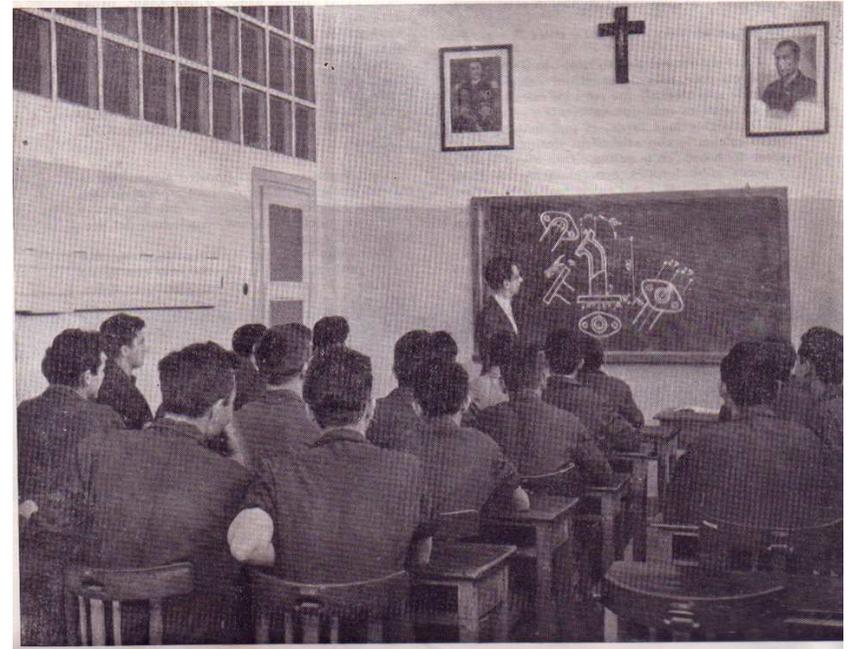
Por ello, cuando uno intenta imaginarse una fábrica, seguramente se lo haga con una construcción con cubierta a dos aguas, muros de materiales pesados que representan el elemento estático y portante, Así como esos grandes huecos que adentran una luz tan sólida como impactante. Si seguimos teorizando, todos caeríamos en la cuenta de esa repetición unísona de las crujías, con la misma disposición y mismo tamaño de huecos, sin importar lo que suceda dentro, porque lo de dentro es flexible. Por ello, si ahora introducimos más variables, nos imaginaríamos una nave donde la auténtica vida sucede en el interior, con esos obreros, esas piezas en continuo montaje y desmontaje. Y si ahora nos ceñimos a las personas, podríamos recuperar uno de los valores perdidos en esta sociedad, el trabajo en equipo.

No obstante, no son sólo necesarios los datos inherentes a la nave, la historia de la nave, sino que también debemos ahondar en la intrahistoria propia.

Un análisis interno que, mediante las fotografías obtenidas de la época, nos muestran que en esas naves hubo algo más que la simple elaboración de maquinaria. Allí se forjaron amistades, vidas. Puesto que el sistema de factoría que propiciaban promovía esa máxima que dice que si uno trabaja feliz, es mucho más productivo. Y así era, las imágenes de la época trasciende el blanco y negro para volvernos a guiar en esa búsqueda del compañerismo.

Otro de los valores a destacar en esta intrahistoria, es el concepto de aprendiz. Muchas de estas fotografías rememoran al maestro impartiendo sus clases...y no hay que olvidar, que somos alumnos de la vida.

Un recurso que también puede servir de partida para el proyecto es esa ligadura que existía entre las naves mediante el paso de los raíles para el tren. Este hecho que une los diferentes elementos, será uno de los puntos a partir de los cuales proyectar el edificio, generando esta vez flujos de personas, y no de maquinaria.





2.2 REFERENCIAS

"El proyecto suponía en la práctica un único espacio, donde cada persona pudiese disponer libremente de la totalidad del edificio como extensión e su espacio privado".

SANAA

Son varios aquellos los proyectos que se utilizan como referencias siempre que empiezas algo nuevo. Sin embargo, no hay mayor referencia que tu entorno, que aquellos valores que has ido adquiriendo a lo largo de la vida y de la gente de la que uno se rodea. Así, y sin más dilación, se puede decir que el punto de partida de cualquier proyecto, aunque sea de manera inconsciente, son nuestros propios valores. De esta manera, los valores como humildad o sencillez se han intentado reflejar en el proyecto.

Por otro lado, una de las herramientas que me gusta practicar cuando abordo un proyecto es imaginarme el lugar y proyectar sobre él, sin acudir a él primeramente. Y eso me genera que reflexione, para cuando vaya al lugar dejar sorprenderme, o como diría Siza: *"La idea no está en el lugar, sino en la cabeza de cada uno, de todo aquel que sabe observar"*.

Una vez pasada esta fase, son varios los proyectos que uno mira. Sin embargo, a continuación sólo destacaremos unos cuantos.

Así, seleccionamos la Fábrica de Turbinas de Peter Behrens, por su sinceridad constructiva, así como ese lenguaje expresivo en las fachadas. Siguiendo en este campo, queremos también mencionar la fábrica Van Nelle, adquiriendo de ella ese dinamismo otorgado por las pasarelas mecánicas. Y desde un panorama más actual, cabe señalar

la intervención de Jordi Garcés en el distrito 22 de Barcelona, con la conversión del complejo industrial a viviendas de carácter no convencional o la actuación de Lina Bo Bardi en SESC Pompeia, con ese discurrir del agua a través de la fábrica.

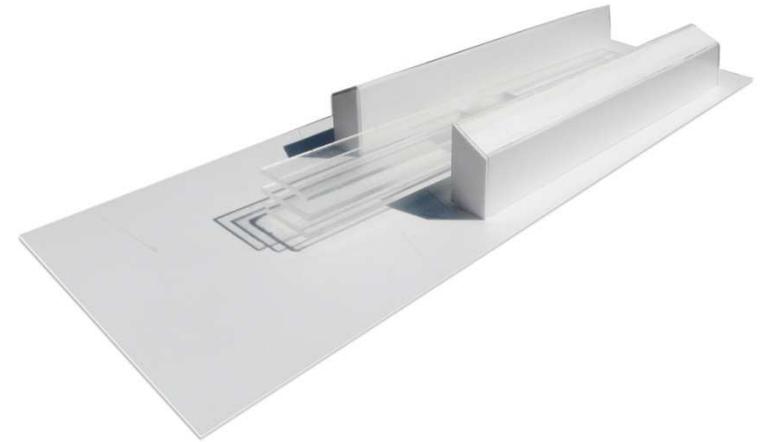
Pero no nos podemos cerrar sólo a los conceptos formales o similares, sino que buscamos también por usos.

De esta manera, se toma el concepto de linealidad de las viviendas de Alborai de Fran Silvestre Arquitectos, así como en esa búsqueda de la material nos remitimos a la casa experimental de Alvar Aalto.

Para la pieza central, la búsqueda se ciñe a los conceptos de flexibilidad y módulo, observando desde este punto de vista a Manuel Cerdá y sus estudios o a Aranguren y Gallegos con sus viviendas en Carabanchel.

Sin embargo, no hay mayor referencia que el diálogo con el propio lugar.





2.3 INTENCIONES

Representación bucólica de la fábrica

Si tuviera que resumir la idea del proyecto en un dibujo, aun sabiendo de la dificultad de ello, sería el expuesto en la parte superior.

Siendo consciente de que trascender más allá del sentido de la vista a través de los dibujos, intentaré, por lo menos, intentar crear ese espacio idílico que sólo podría sentirse en el caso de que fuera construido. Sensaciones que, para lo bueno y lo malo, faltan palabras y herramientas intelectuales.

Hay veces que la sensibilidad con la que se tratan las piezas, las líneas, los espacios, es insuficiente de expresión.

Todas estas sensaciones son eso, sensaciones, y nadie puede mostrarlas, sólo sentirlas. No se puede dibujar el olor de un ladrillo cogido con mortero, no se puede expresar la atmósfera que se genera cuando un rayo de sol se convierte en un hilo casi sólido e impacta en la superficie de ladrillo y se desmaterializa. No se puede expresar mediante líneas el cómo la gente va a rehacer su proyecto...solo puedo dibujar un cascarón que poco a poco vaya siendo picado por el polluelo que lo hace a sí mismo.

Por ello, y en continua alusión al concepto de fábrica, se quiere evocar aquella imagen de lo estático, lo permanente en los extremos, frente a lo dinámico, el constante movimiento de las piezas interiores.

Por esto se coloca la vivienda permanente en los frontales y en el medio la temporal. Respondiendo de esta manera a lo fijo, continuo, permanente frente a lo desconocido, lo cambiante en el tiempo. La flexibilidad del tiempo.

Elección de vivienda dentro de una fábrica

Muchas de las preguntas que se hacen al principio es qué uso determinar dentro de las fábricas. A priori, la mayoría hubiera escogido un equipamiento, sin embargo, mi empeño por las relaciones entre la gente, así como el carácter de generar hogares me hizo escoger el camino más tortuoso, decidiendo por tanto implantar vivienda en su interior.

Otro de los motivos de su elección fue el hecho de encontrarme ante el reto de aplicar una escala de industria a una escala de vivienda. De hecho, en mi primera búsqueda a cerca de viviendas en el interior de las naves, fue más bien escasa, lo que me aferró aún más a mi idea primeriza.

Unos talleres para recordar la calle medieval

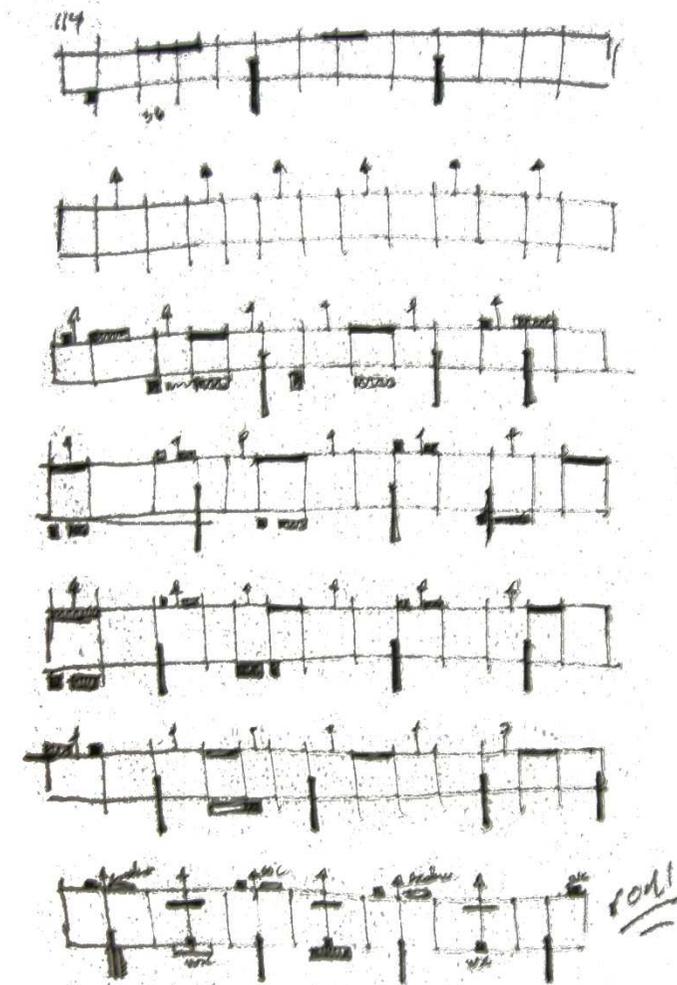
No obstante, dadas las dimensiones de la fábrica, posiblemente necesitaba de algún recurso más a parte del puramente habitacional. Así, se decide generar en la pieza central los talleres del maestro artesano, intentando contemporizar el concepto de calle medieval, donde los oficios estaban a pie de calle y los olores del cuero, la madera teñían el ambiente.

No menos importante ha sido el tratamiento de las cotas de la planta baja, así como el transcurso a su través del surco verde que nace del Barranco del Salt del Agua. Así, este eje orgánico se adentra en el espacio dotacional, y confluye con la magia de la fábrica. Un eje que dota de movimiento y conexión con el entorno a este ente interior.

También se estudia las diferentes cotas de la planta baja, generando una pequeña plataforma más elevada, con mayor carácter de privacidad en la zona donde se ubica vivienda en planta baja.

Conexión entre elementos

Por último, y no menos importante, cabe hablar sobre la conexión que se realiza entre los diferentes bloques. Así, y para ejemplificar el carácter



diferente de la pieza central respecto a las laterales, se procede a la utilización de una estructura que responde a parámetros escultóricos, como si de una pieza se estuviera exponiendo en el medio de la fábrica. Esta pieza sirve, mediante la diferente disposición de los corredores, de conexión entre los edificios, generando escaleras de tipo lineal que recuerdan a esas escaleras típicas de la industria. Así, entre los diferentes corredores se insertan las pasarelas que conectan con las diferentes viviendas y que en su juego de disposición quieren evocar esa imagen de la fábrica Van Nelle.

2.4 PROGRAMA

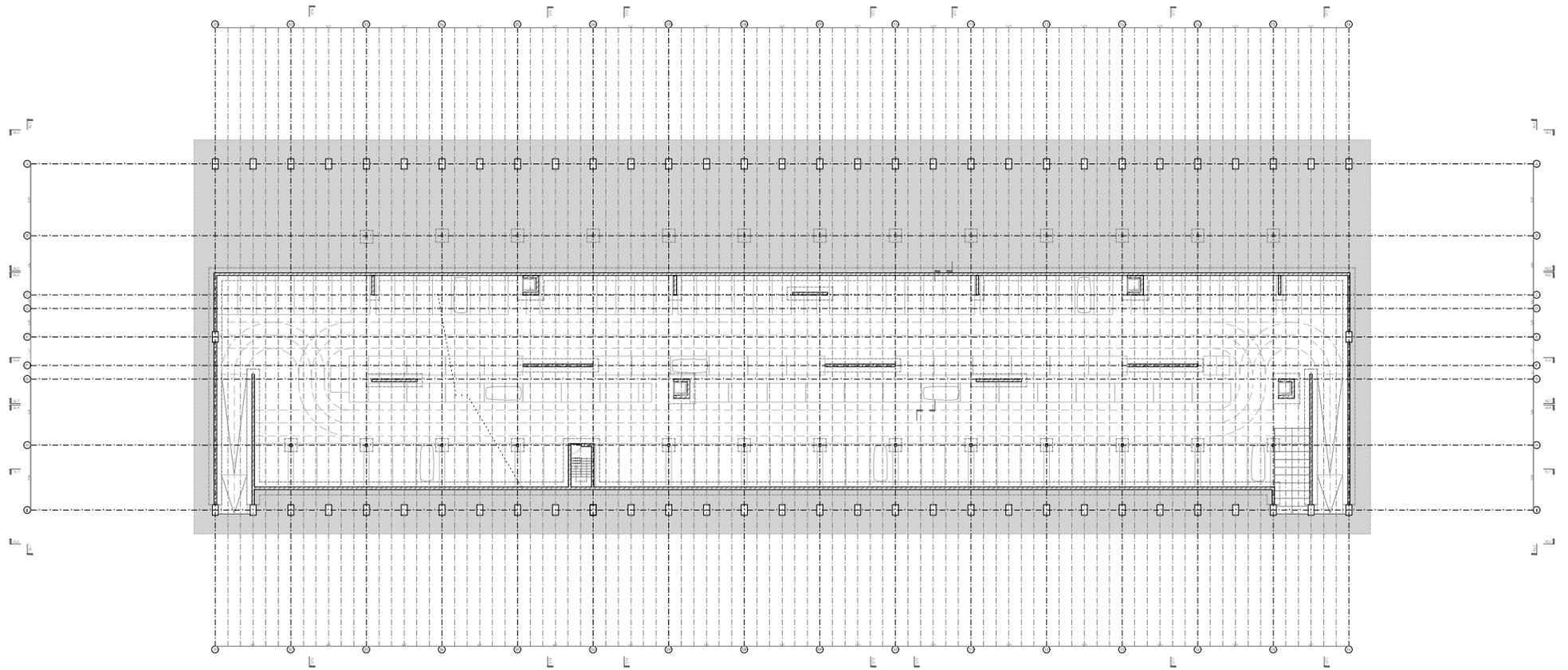
Permanente

Se coloca en los dos bloques laterales de la nave. Responde a viviendas de 1,2,3 y 4 dormitorios, encontrándose en la planta baja del bloque norte una disposición de comercios y cuartos de instalaciones. En el bloque Norte se disponen dos espacios de carácter comunitario en la última planta.

Temporal

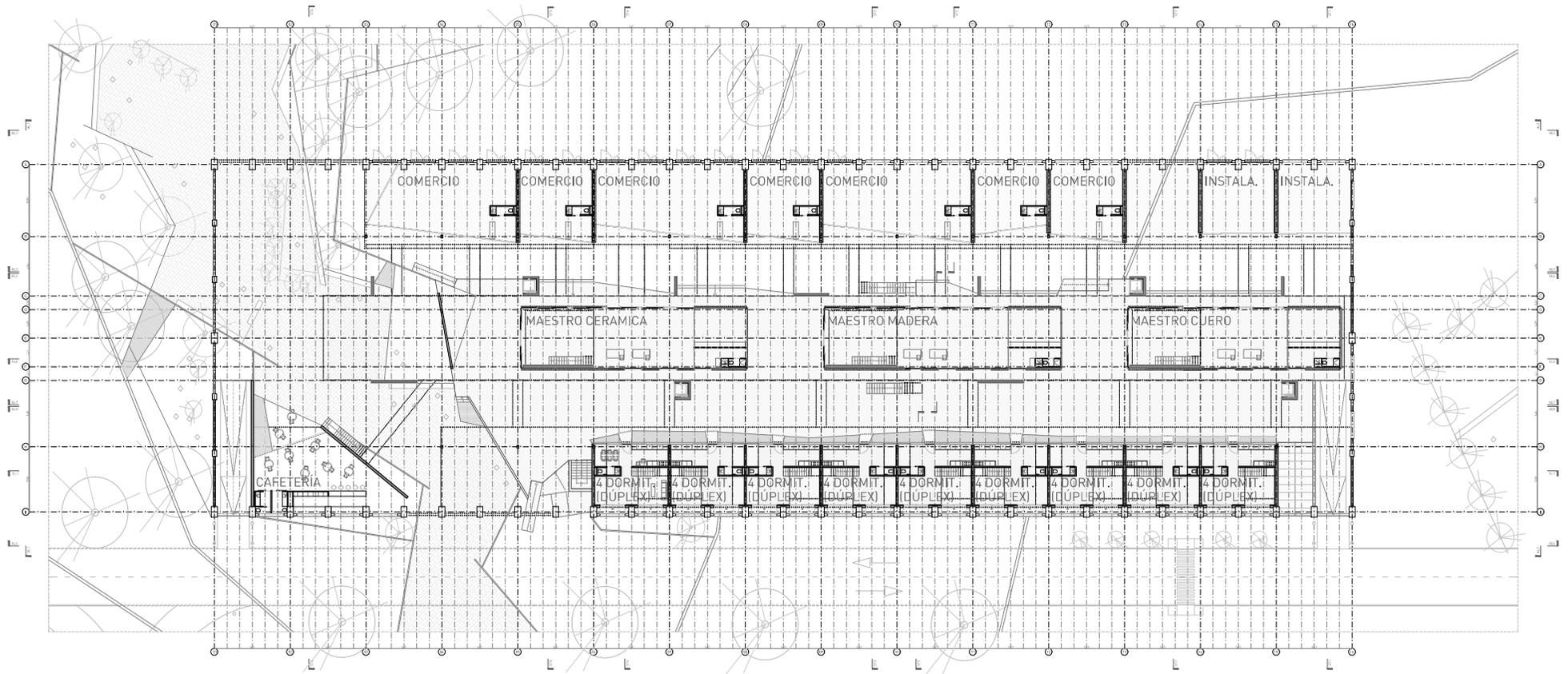
La pieza del medio se entiende como 3 plantas donde se desarrollan una serie de usos que podrían modificarse con el paso del tiempo. No obstante, a priori se define en planta baja 3 talleres de maestro artesanos, comunicados en doble altura con las aulas para aquellos alumnos que irán pasando a lo largo del año. Finalmente se coloca en la última planta un programa de vivienda temporal, con variaciones en la disposición de los módulos que permite tener un espacio de diferentes formas y responder a diferentes necesidades.

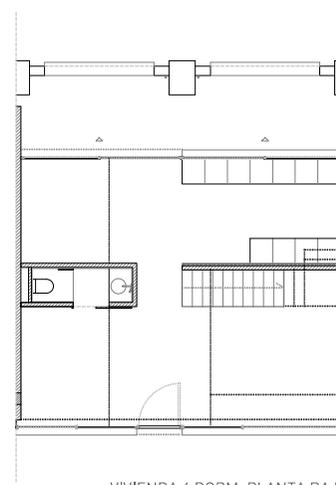
130 PLAZAS DE GARAJE PARA COCHE



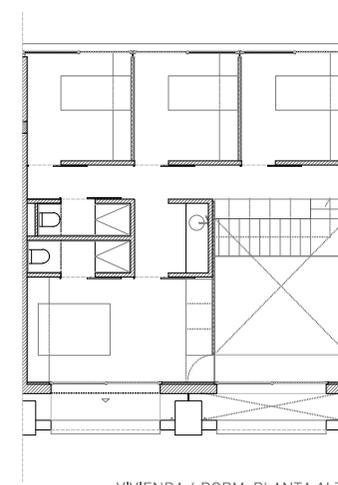


VIVIENDA 4 DORM. PLANTA BAJA

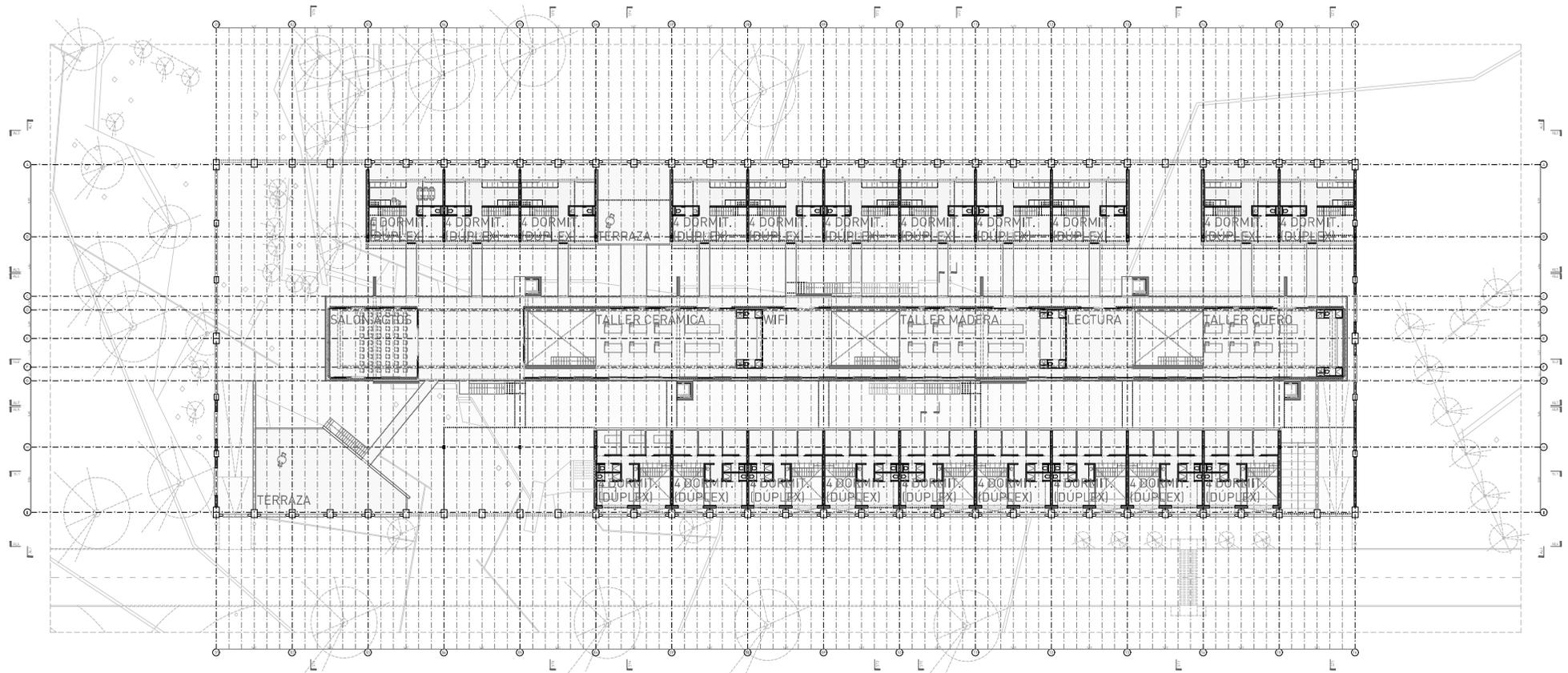


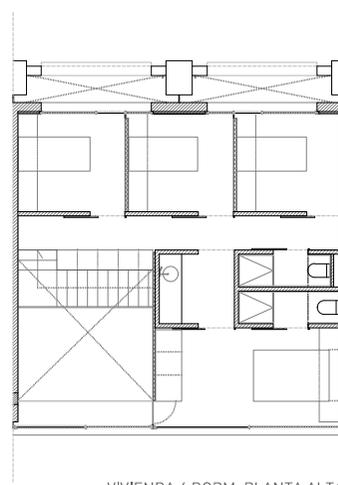


VIVIENDA 4 DORM. PLANTA BAJA

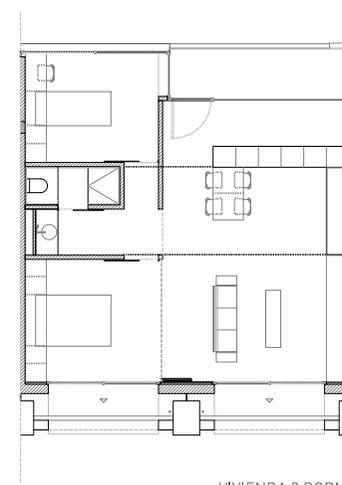


VIVIENDA 4 DORM. PLANTA ALTA

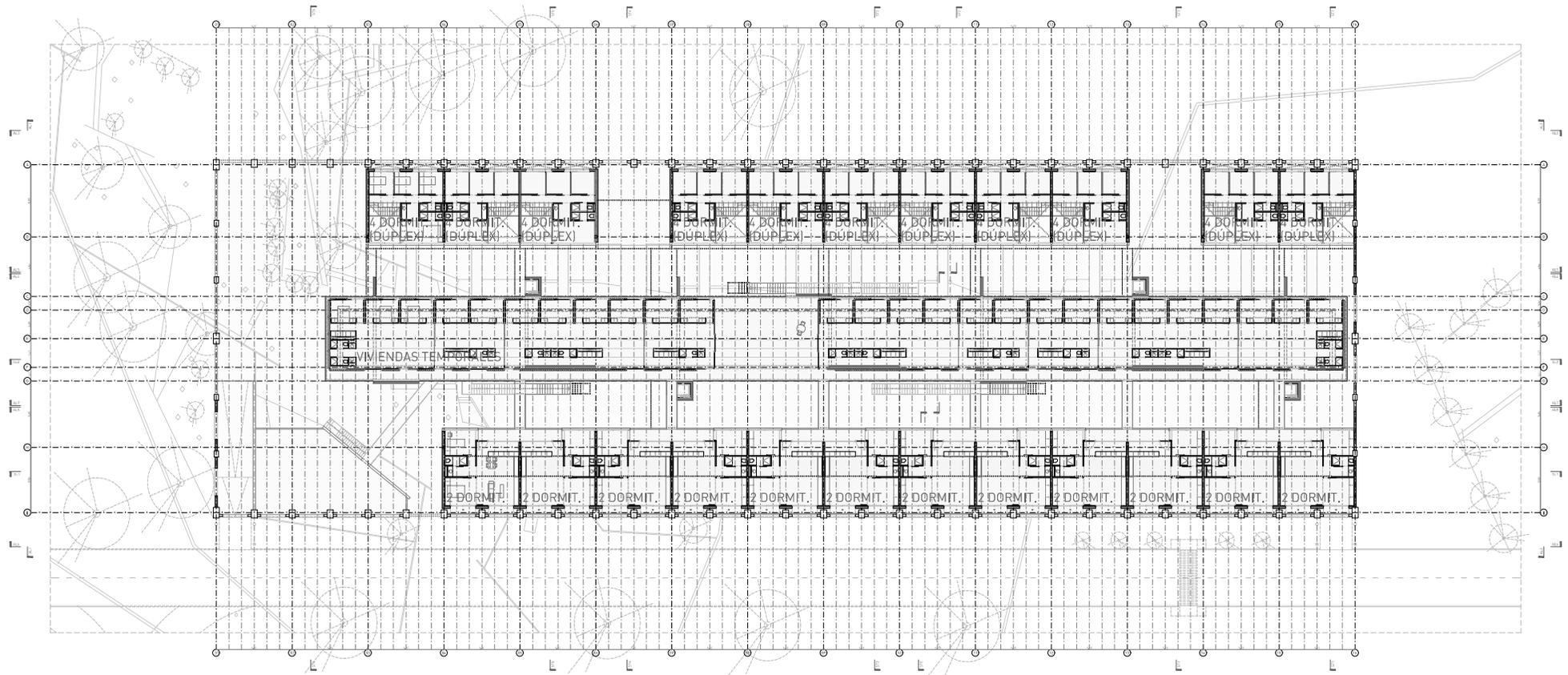




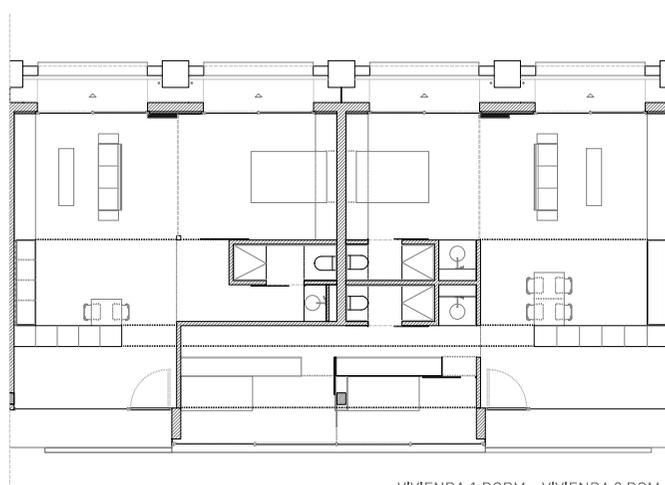
VIVIENDA 4 DORM. PLANTA ALTA



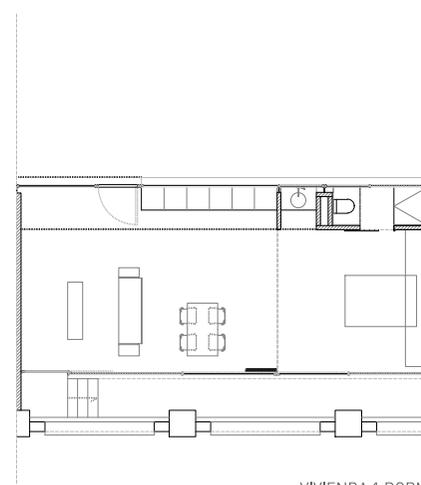
VIVIENDA 2 DORM



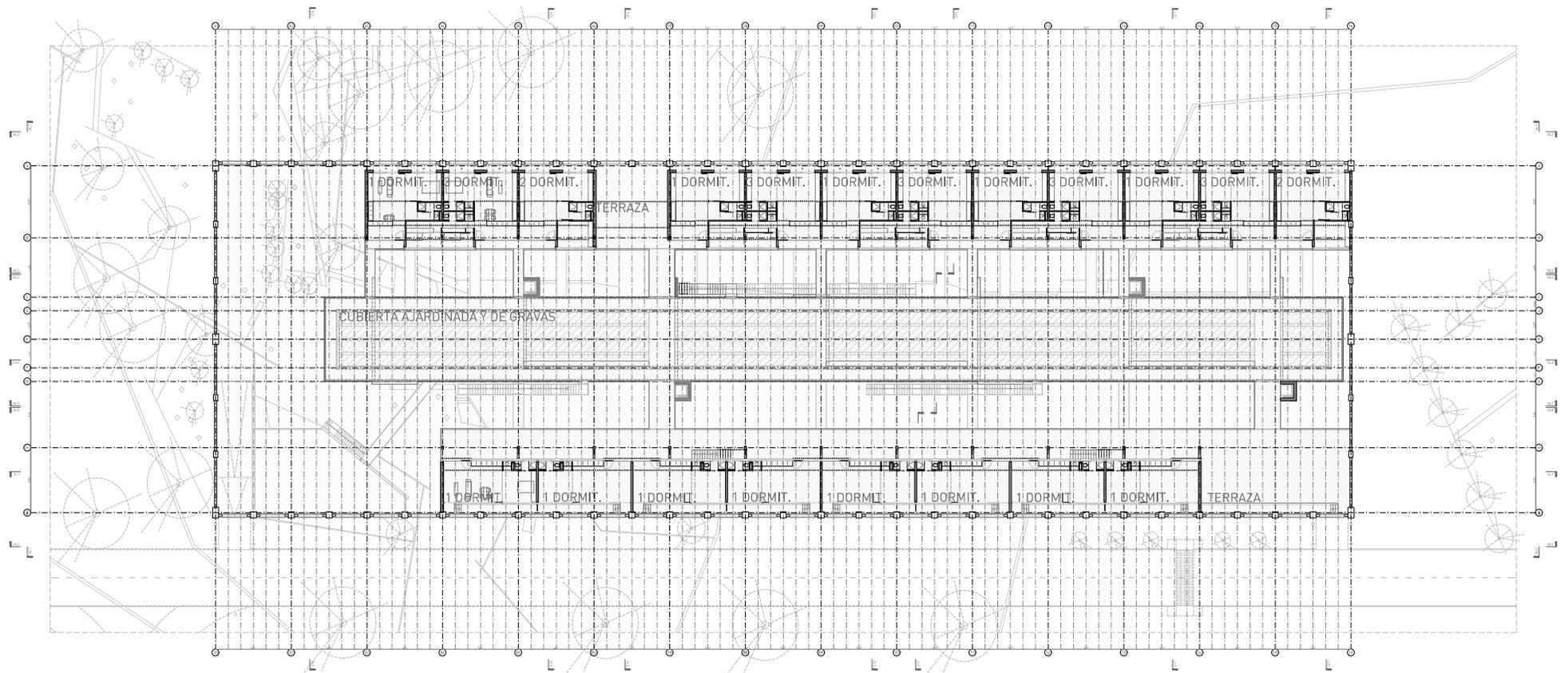
Planta segunda. Esc.1/700. Planta alta vivienda 4 dorm y planta de 2 dormit. Esc. 1/200

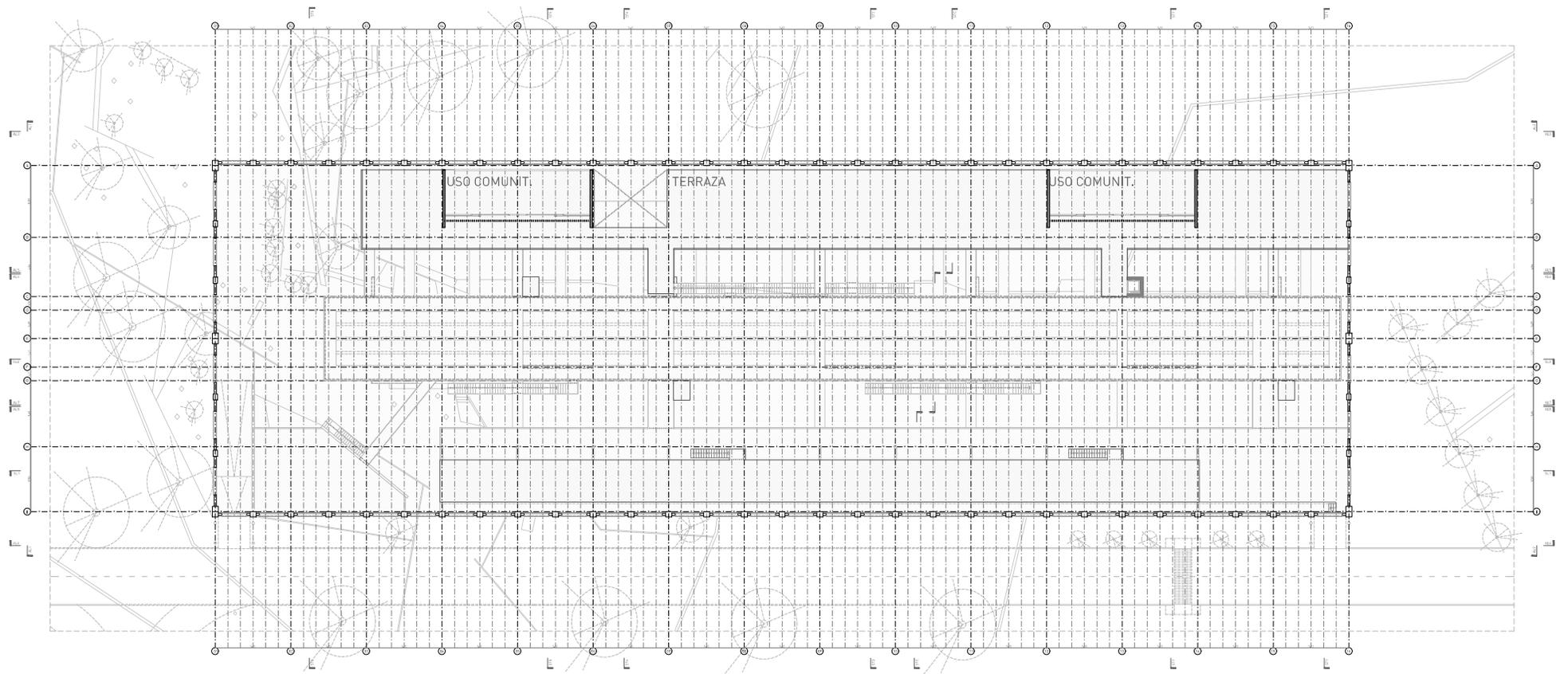


VIVIENDA 1 DORM + VIVIENDA 3 DOM.

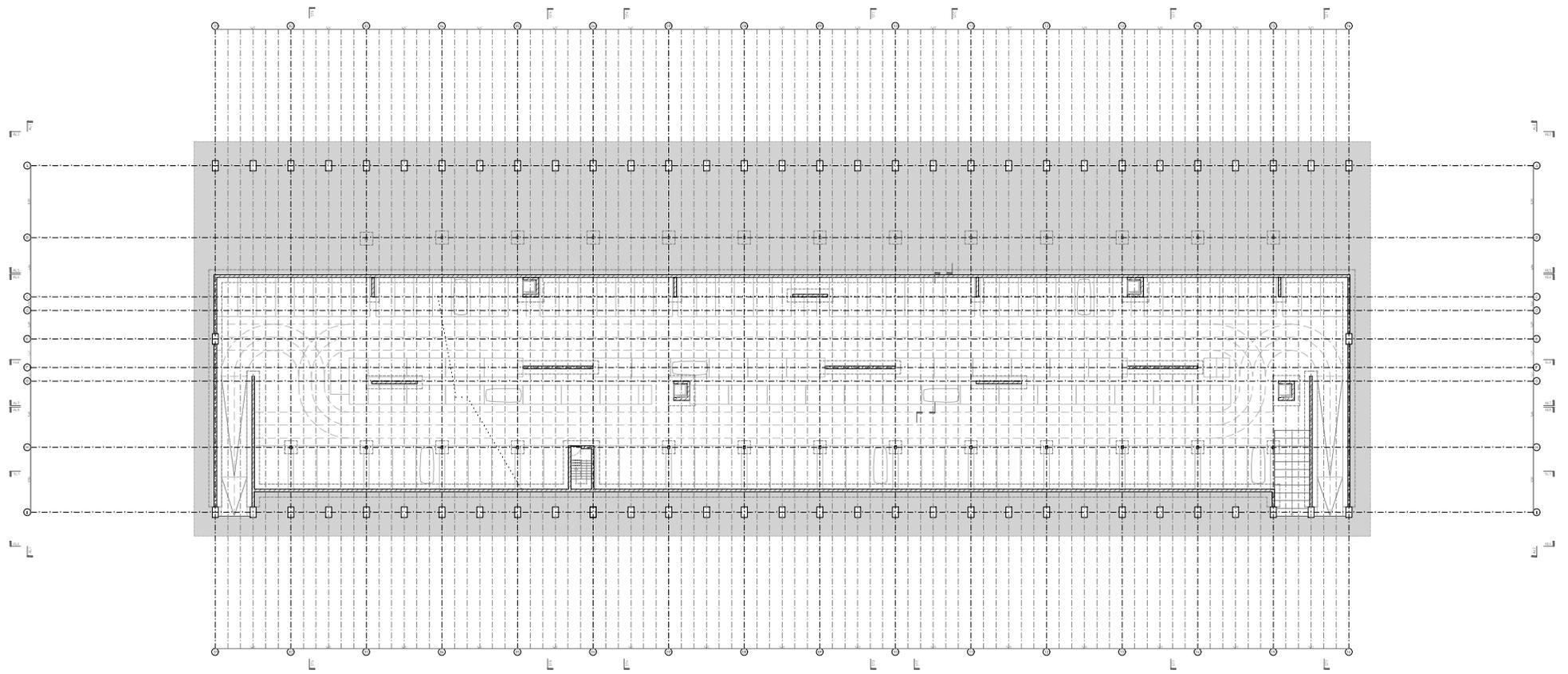


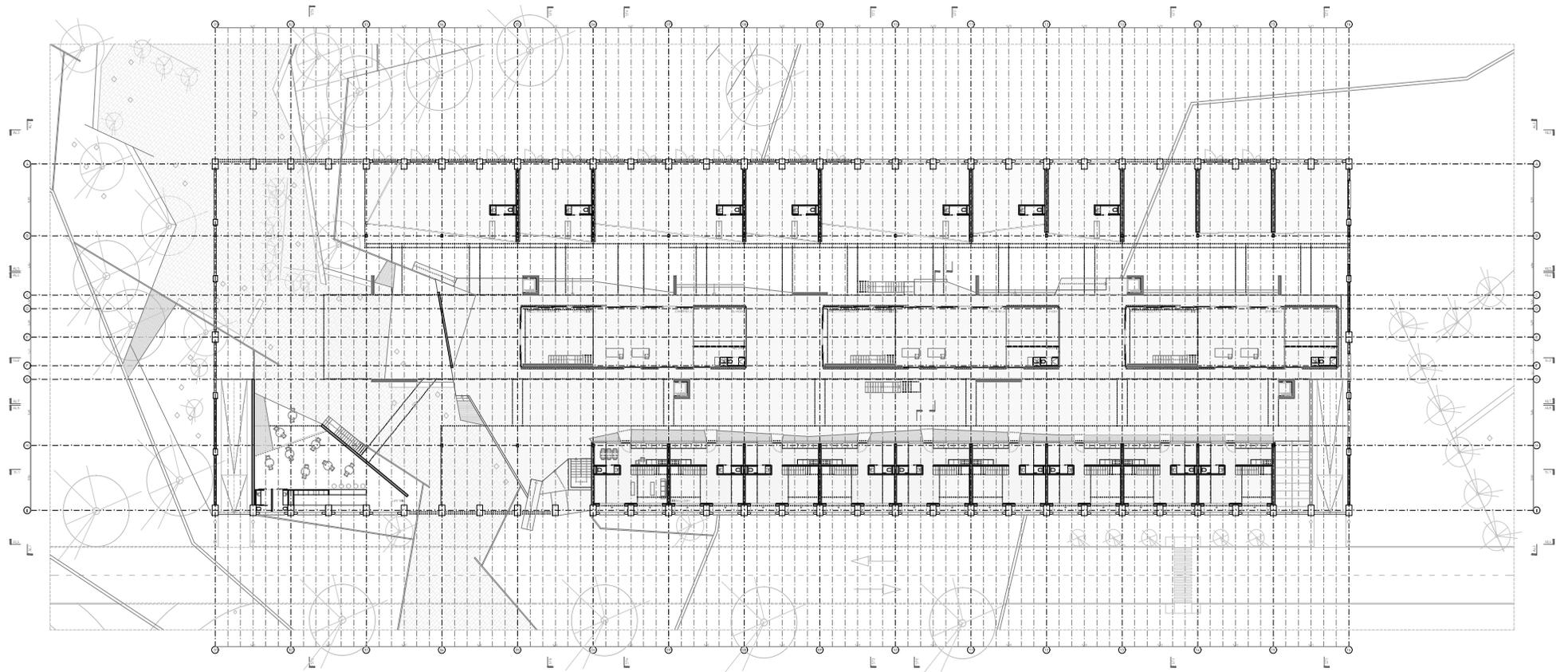
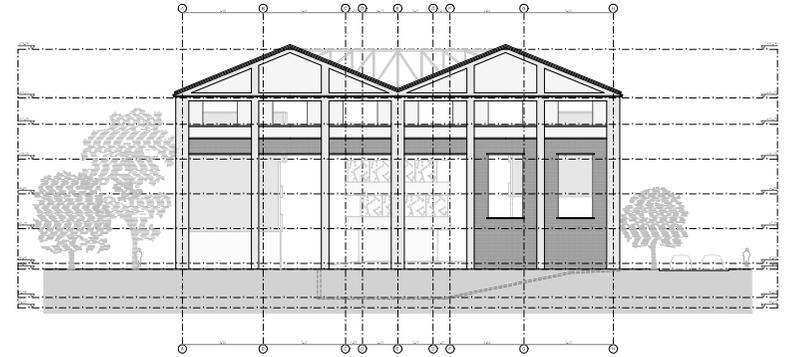
VIVIENDA 1 DORM.

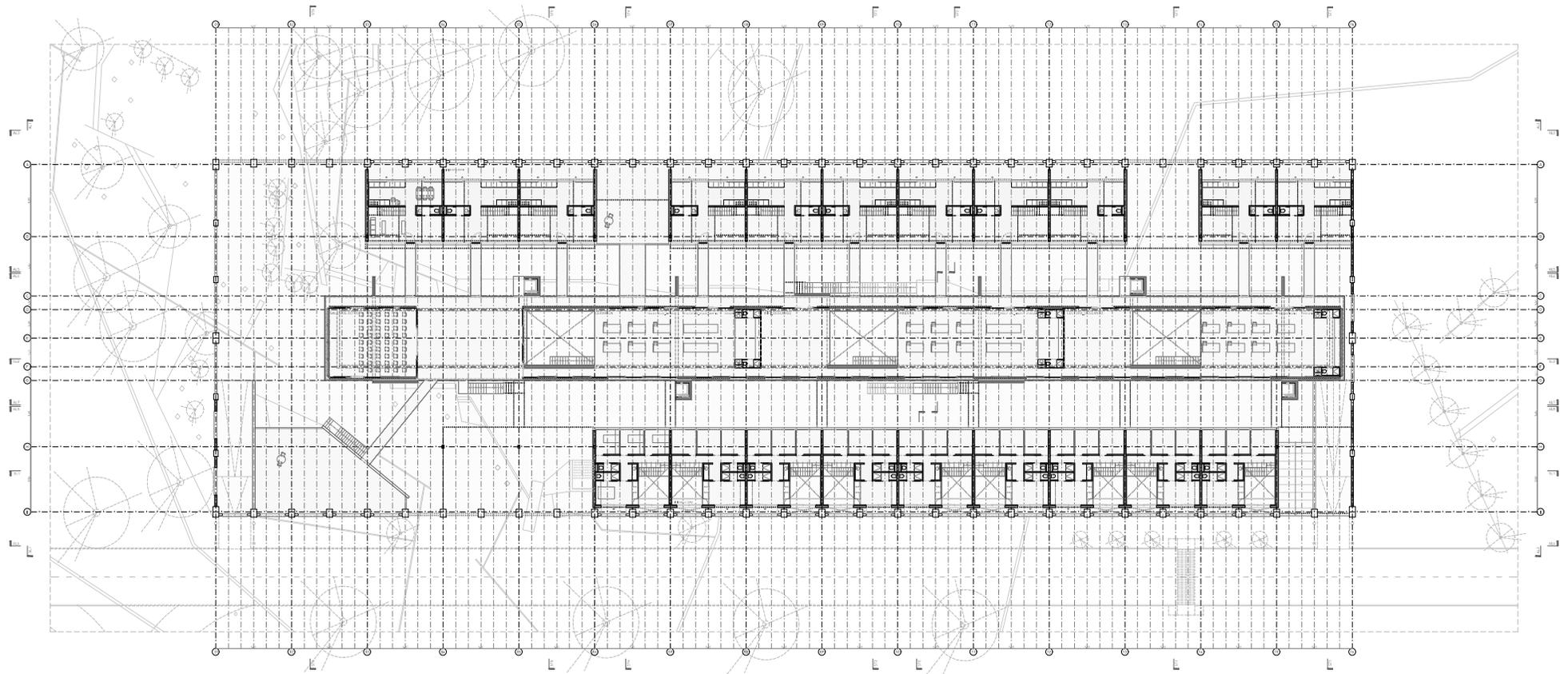
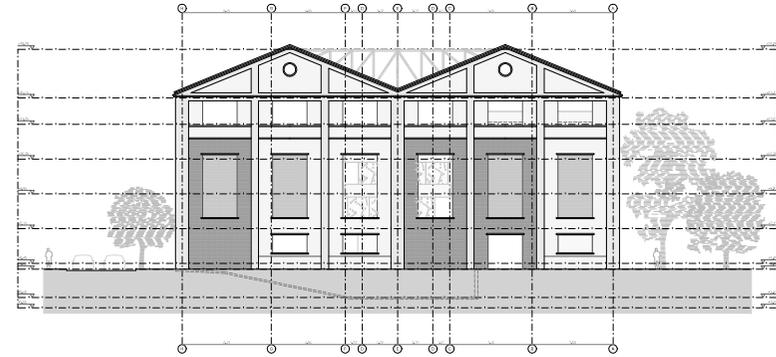




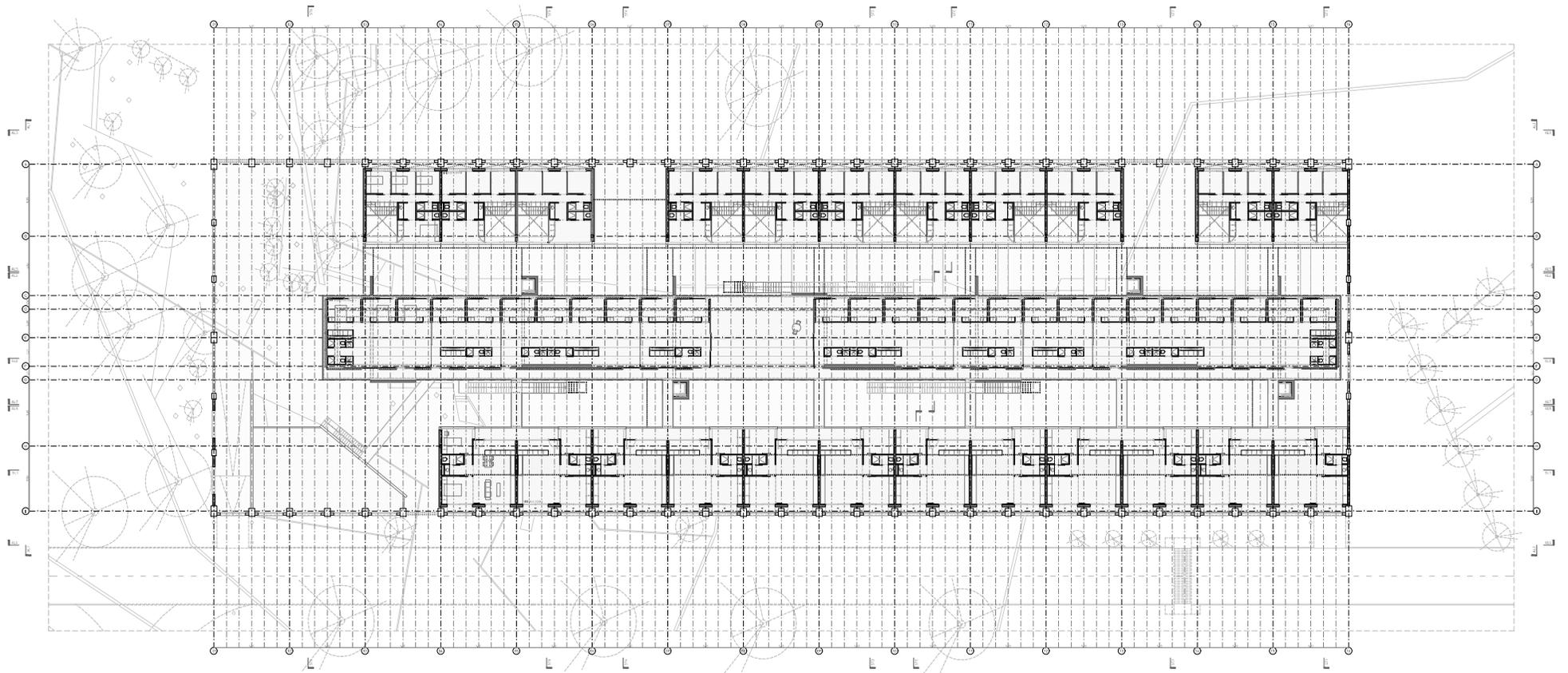
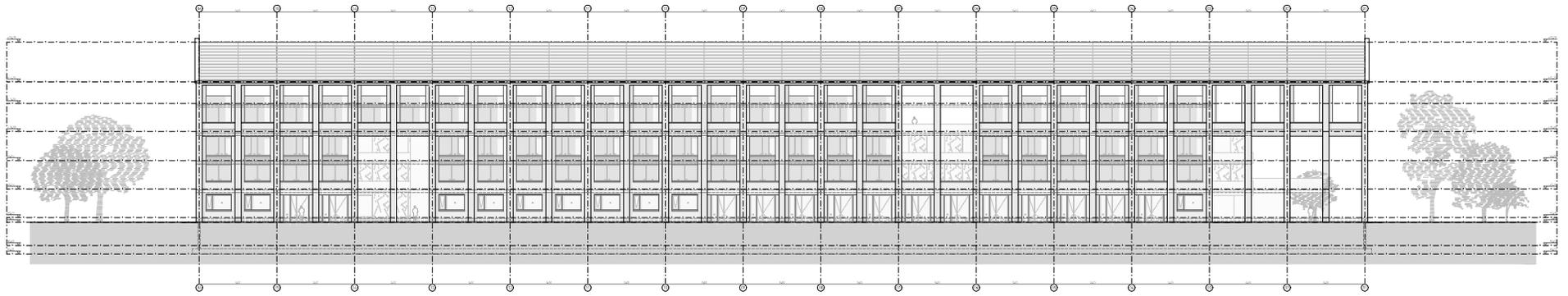
2.5 DOCUMENTACIÓN GRÁFICA

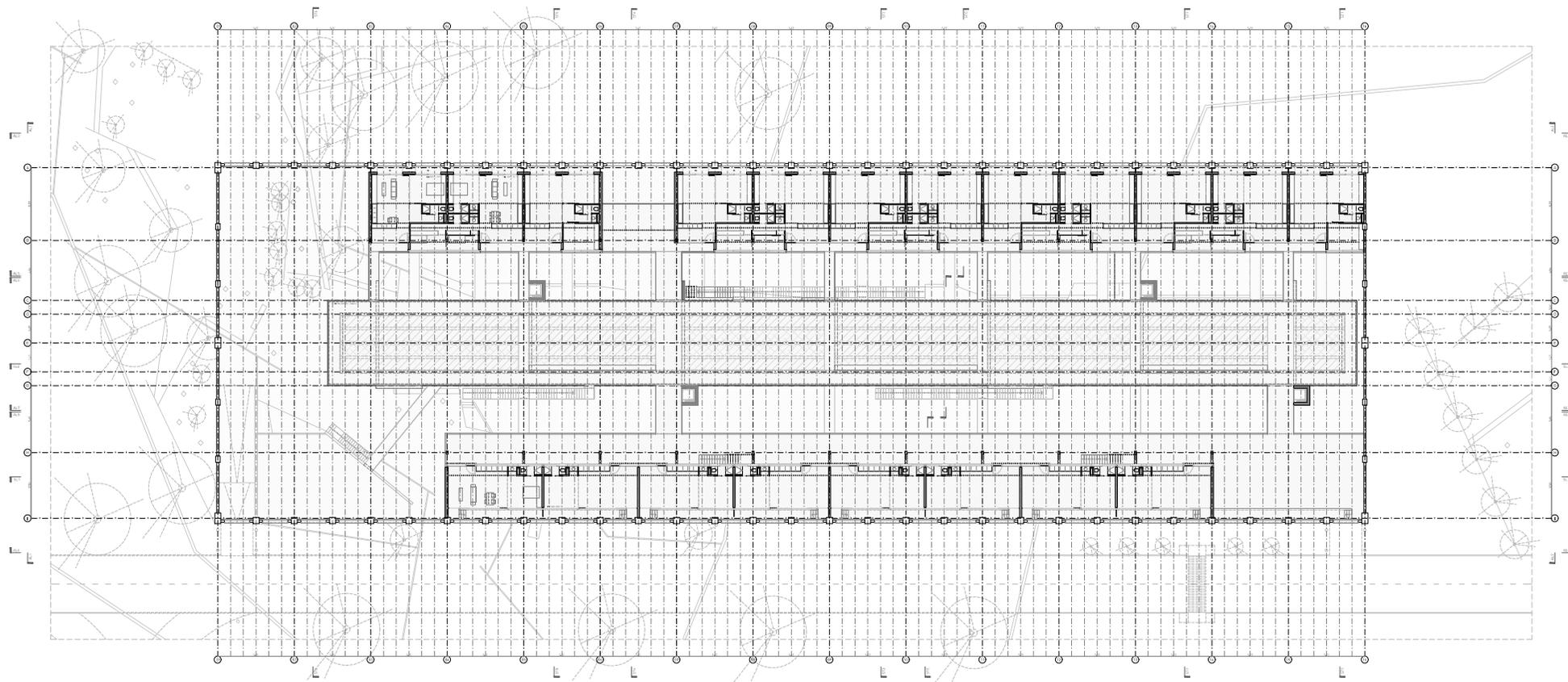
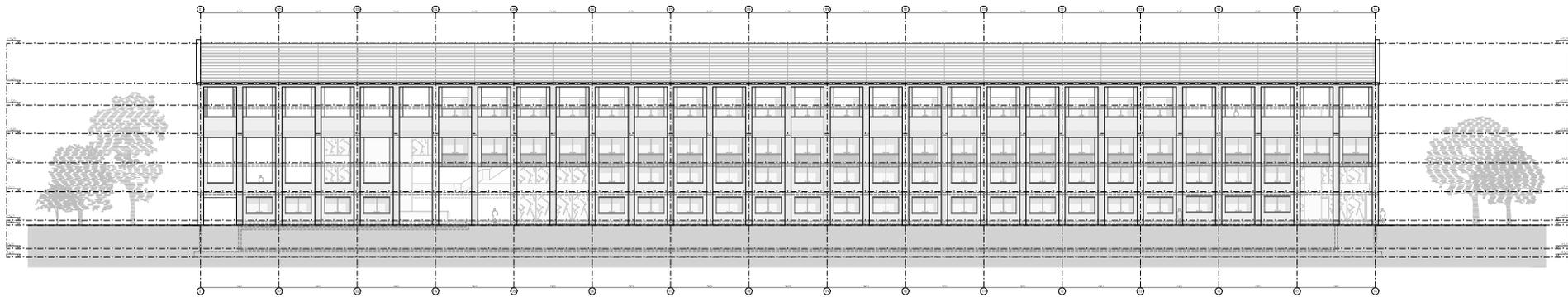


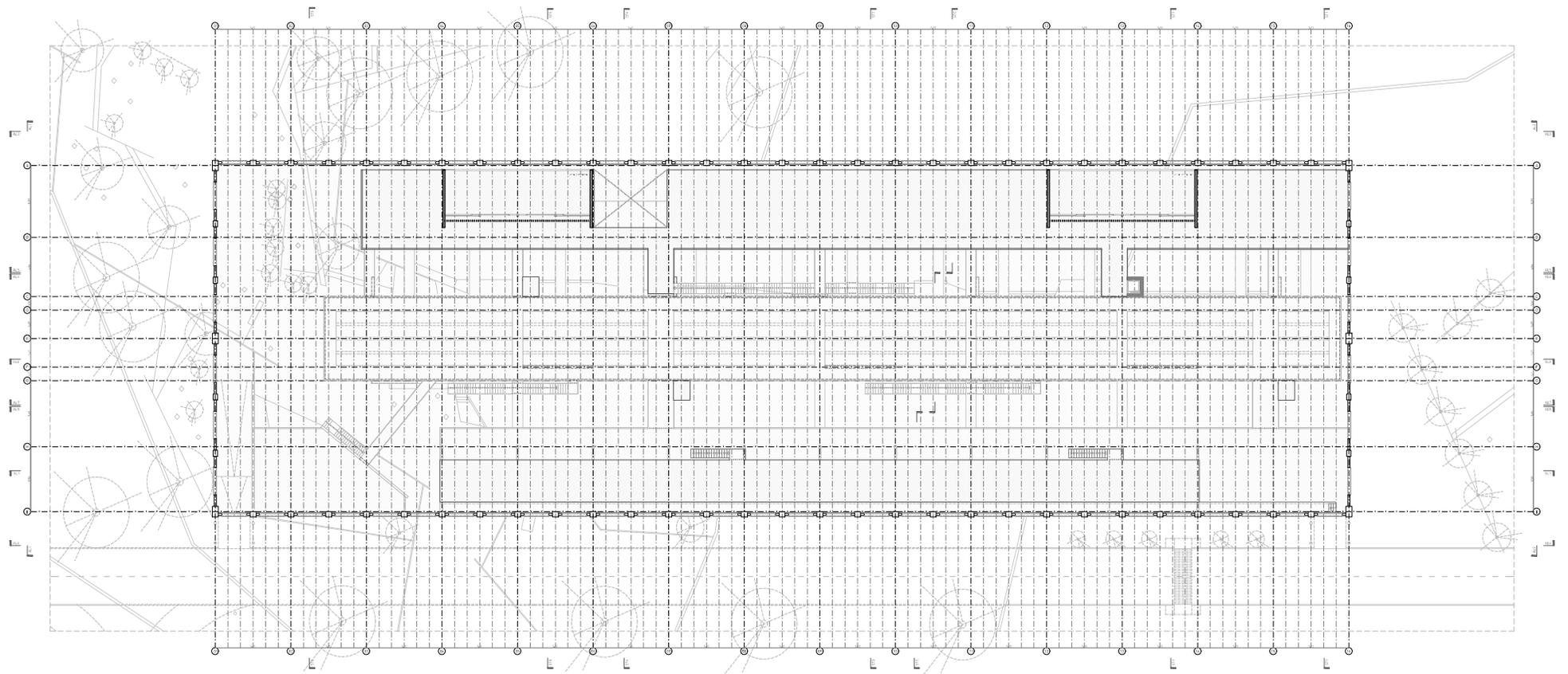


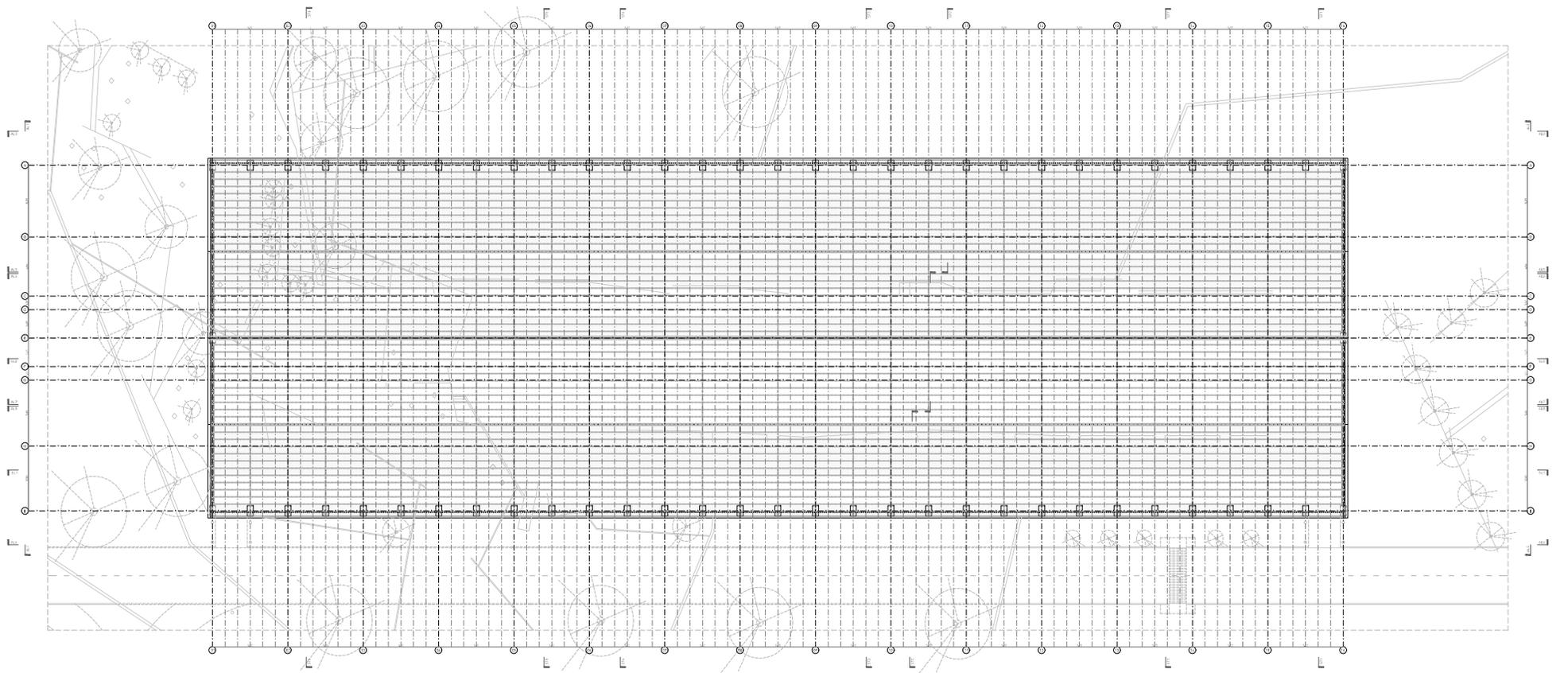


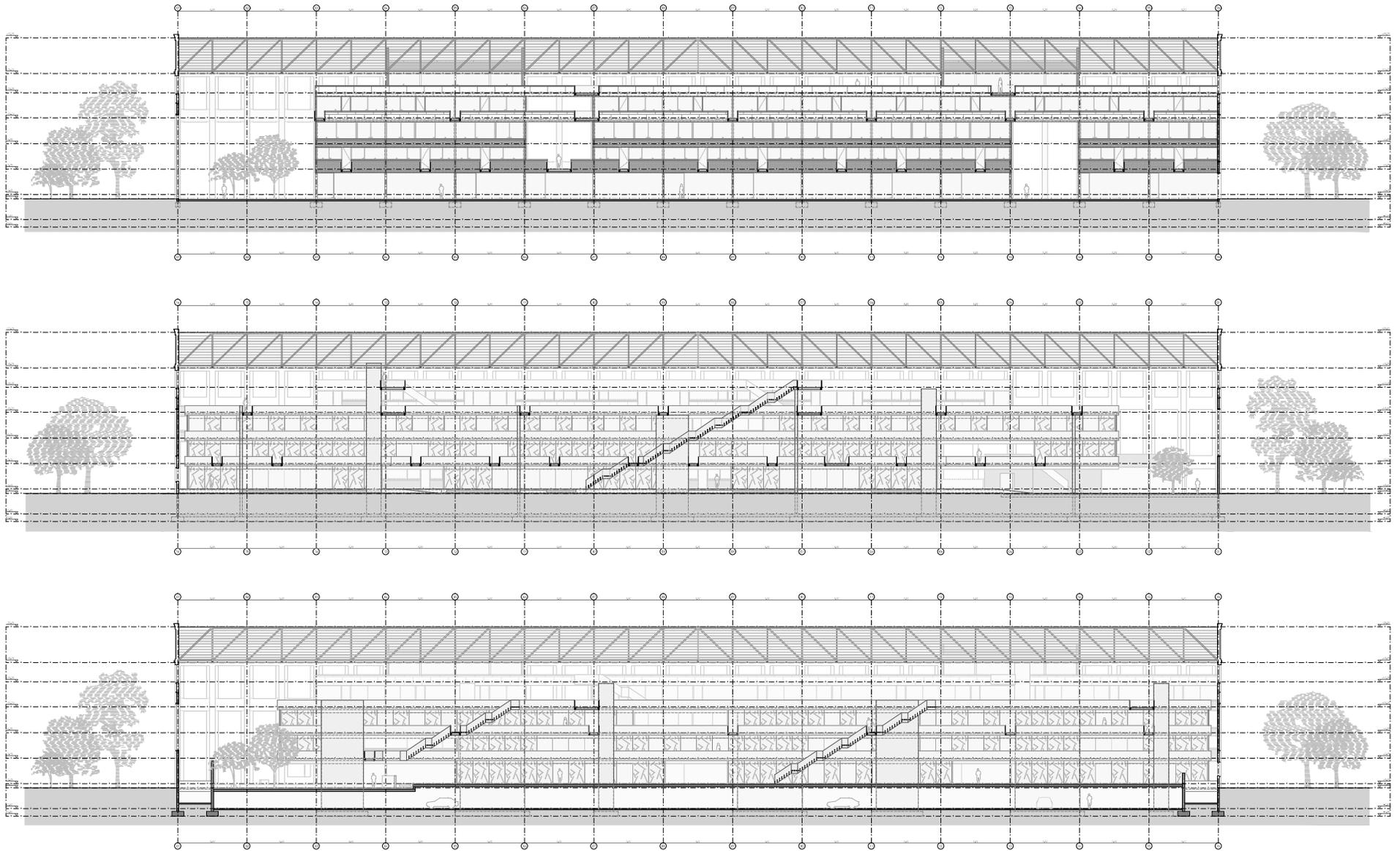
Planta primera. Alzado 2. Esc.1/700

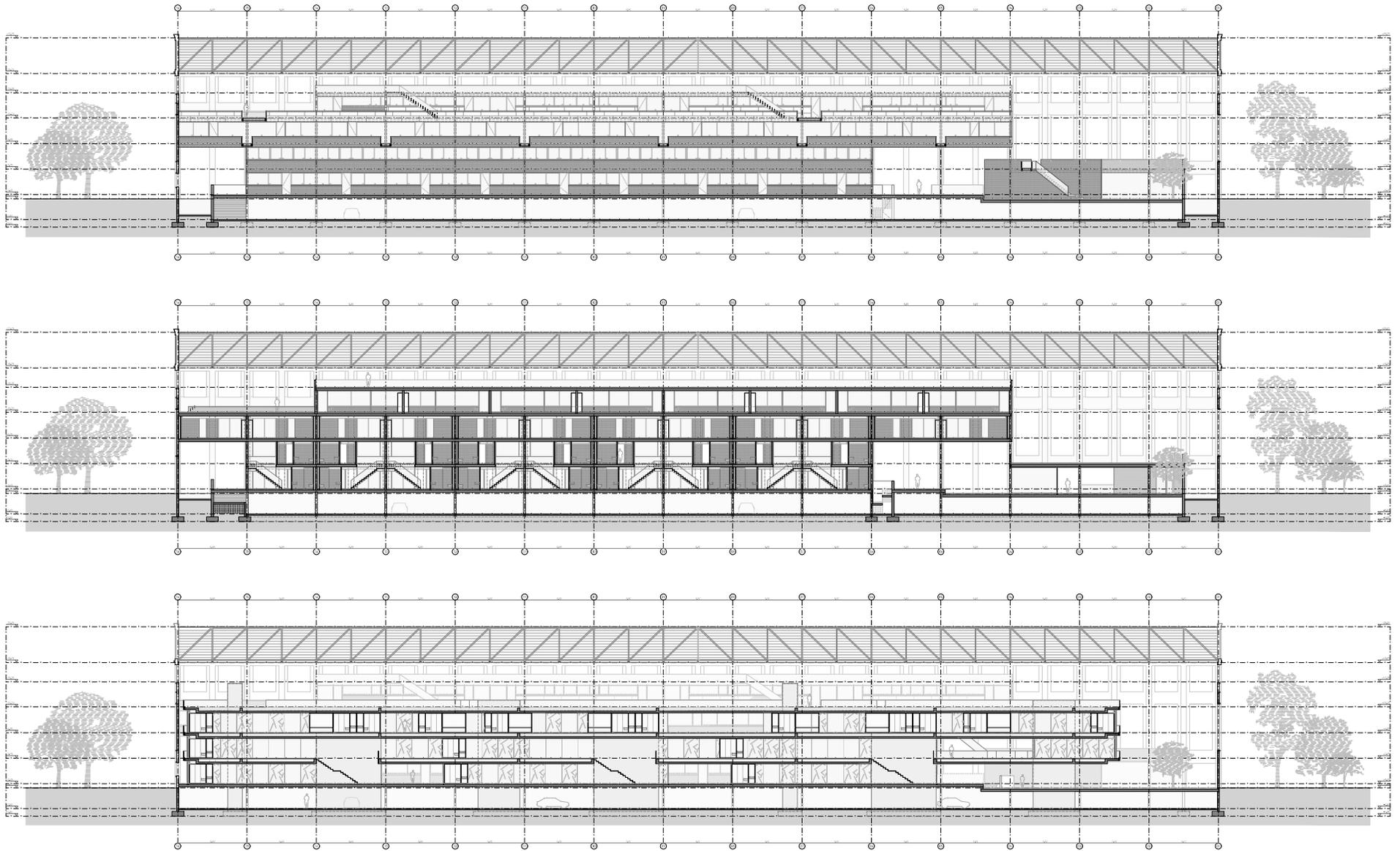


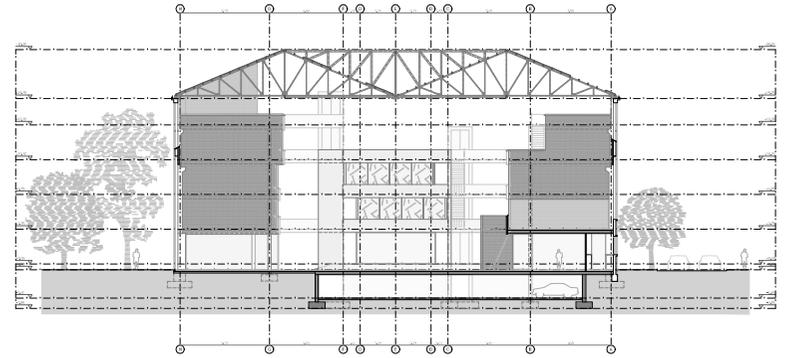
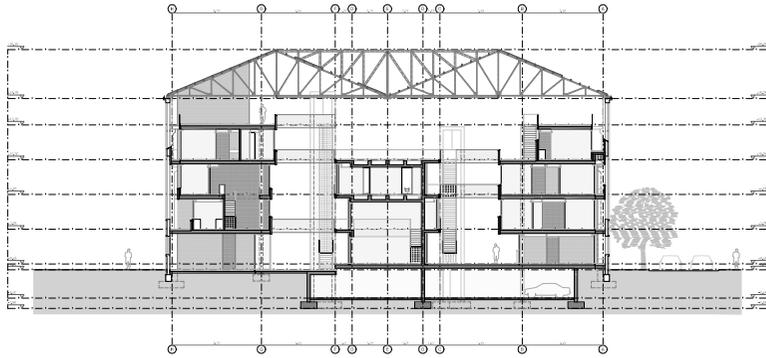
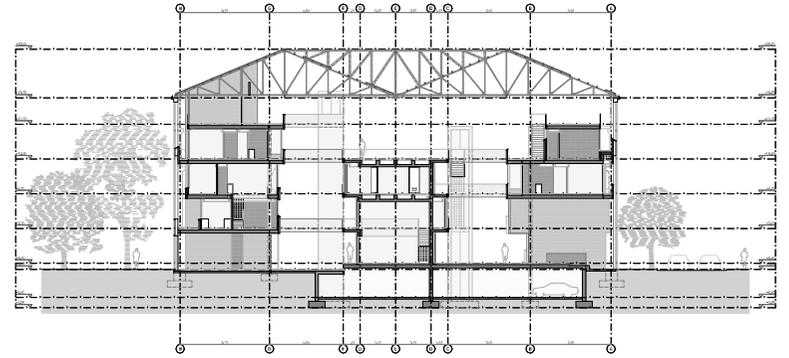
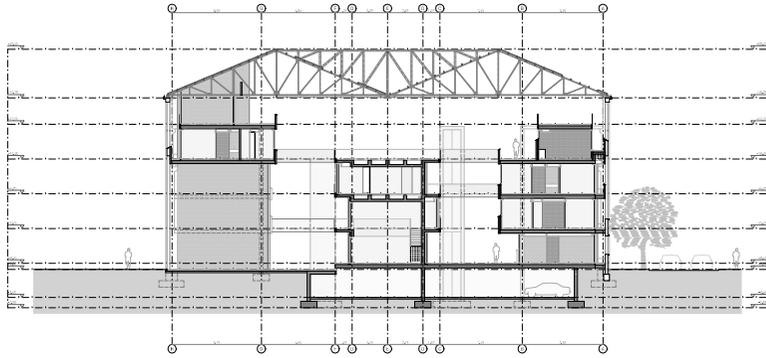
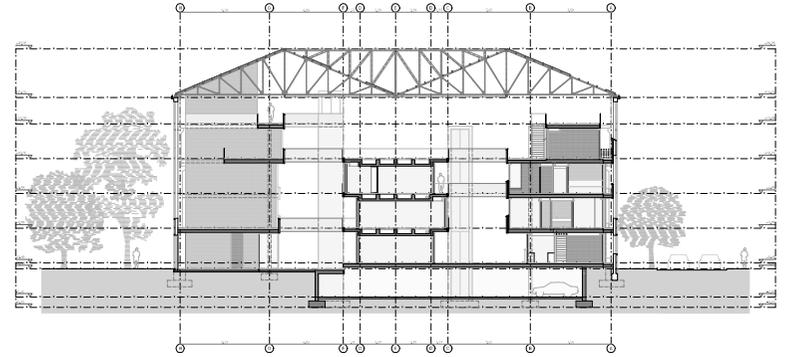
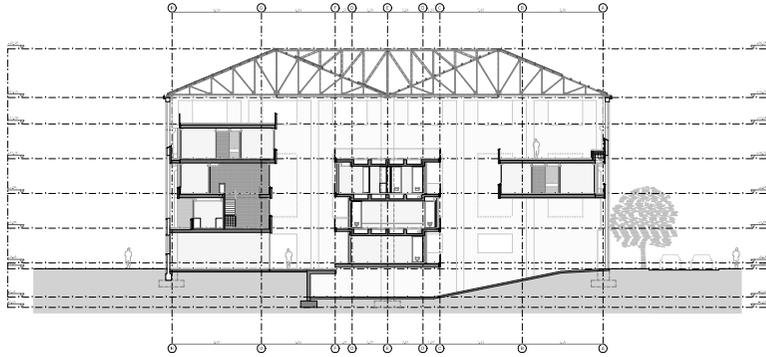






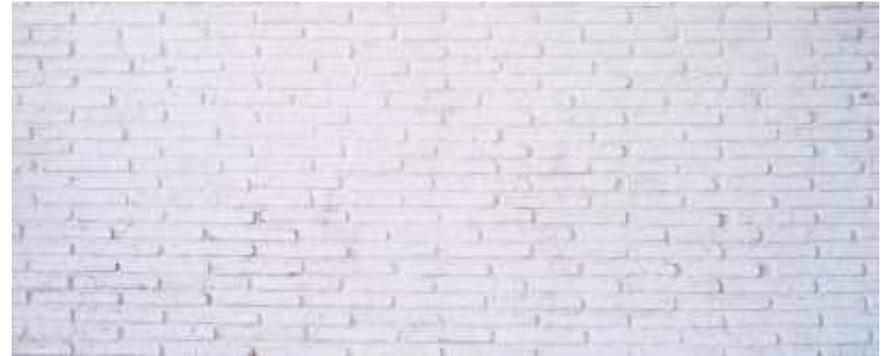








3 LA MATERIALIDAD



3.1 El material

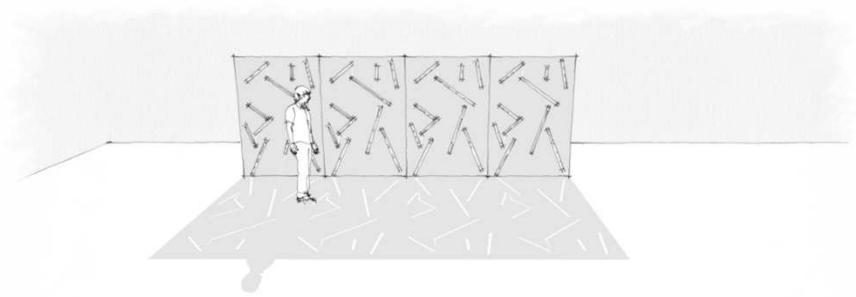
“¡Siente la piedra en tus dedos, su peso! Cae al suelo si la sueltas. Utilízala apilándola con otras, pero sin que pierda su peso. O pártela y percibe el sonido que emite al romperse. Relata con la piedra la salida y la puesta del sol.”

S. Alenius. “la iglesia de Björkhagen”, en Sigurd Lweerentz 1885-1975

Diálogo material

Partiendo de base con la cita anterior, se puede decir que siempre se ha intentado trascender más allá de lo que puede dibujarse o explicarse, dejando a la imaginación de las personas esas atmósferas que individualizan el espacio y a su vez lo enriquecen. Para ello era preciso tener una sensibilidad hacia los materiales, y sobre todo, a la forma en que se disponen. Por ello, uno de los aspectos que más se han querido trabajar en el proyecto, es intentar plasmar la esencia de los materiales, y a su vez, ese diálogo que intenta establecerse entre ellos.





Así, se escoge la fábrica de ladrillo cara vista, pintado en blanco, para resolver los dos bloques perimetrales. Su elección aquí responde al valor de la fábrica, al sentido del aparejo, a esa noción de pesadez, de gravedad, ese juego que ofrece el mortero en cada llaga y tendel, esa sensación de que variando el orden de los elementos consigamos un efecto de horizontalidad continua o discontinua, la textura áspera que deja mostrar el paso del tiempo sobre ella a través de ligeros desprendimientos...un sin fin de connotaciones que se nos escapan al dibujo y que sólo podemos sentir. Sin embargo, para la pieza central se recurre a la estandarización y modulación, al proceso de fabricación en serie, escogiendo de esta manera unas chapas con perforaciones que le adquieren el valor de la variedad. Unas chapas metálicas de carácter pulido que buscan la descontextualización del lugar, el reflejo del entorno, lo liviano del reflejo, el carácter de movimiento cuando la luz incide y rebota. Por ello, se contraponen dos materiales totalmente diferentes, con sistemas diferentes, que buscan un diálogo entre ambos: esa sombra que provoca realzar el lleno sobre la fábrica, mientras que de manera contraria, es la luz quien realza el vacío mediante la proyección de estas aberturas en la sombra.



Cabe señalar también esos puntos de conexión entre el bloque central y el resto. Esas pasarelas que se intentan desmaterializar lo máximo posible, llegando incluso a colocar un pavimento mediante chapa de rejilla.

El lenguaje interior

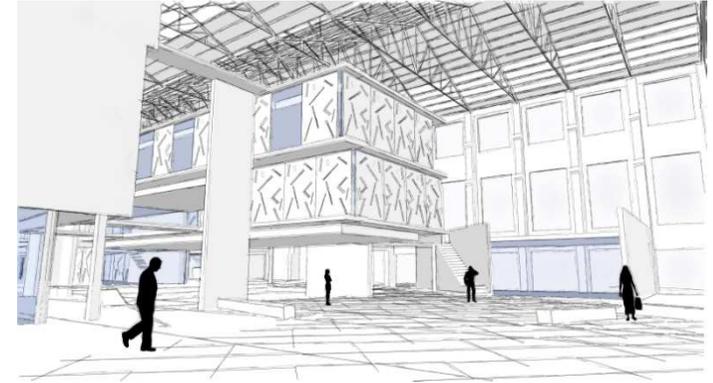
Si partimos de la base de la sinceridad constructiva, en armonía con el espacio habitable, llegamos a un punto intermedio que resulta de la conjugación entre elementos vistos y no vistos. Así, lo que se busca al interior de la vivienda, es seguir manteniendo la esencia de los materiales, y a su vez, mediante la facilidad de disposición de la placa cartón yeso, permitir generar esa piel que a veces cubre la materia y a veces se enfrenta a ella. Hay veces que este juego, de un material sobre otro, me recuerda al cuadro "Blanco sobre Blanco", interpretando que la diferencia está en la textura, en su estructura, haciendo de esta manera una comparación entre ambos materiales de carácter equivalente.

Este estudio de los materiales también se remite a los pavimentos, buscando ese carácter de pesadez mediante la piedra utilizada en los bloques de carácter permanente, con sus modulaciones, su disposición...frente al pavimento de tipo continuo que se propone en la zona central. Un pavimento sin apenas juntas que evocan ese carácter no divisorio que se pretende. Si bien es cierto que se utiliza también pavimento técnico, este responde a una linealidad, y no a una superficie, ya que se pretende conseguir el concepto de direccionalidad, y por tanto, hablar de movimiento.



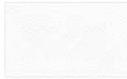
Por ello, se proponen 3 módulos base a partir de los cuales articular el espacio. Uno para dormitorio, otro para cocina y otro para baño. Estos módulos permiten la incorporación de calefacción, climatización, ventilación del aire, así como el alojamiento de bajantes. Por tanto, se trata de unos módulos lo más autónomos posibles. Para su propia estabilidad, se realizan en contrachapado de madera, debidamente encolados. No obstante, para su estabilidad, así como su ubicación, se colocan unas guías del forjado que permiten esta función. Para su colocación, se procede a una banda de pavimento técnico que alberga los conductos de saneamiento, fontanería, electricidad... De esta manera, lo que se pretende es obtener esa polivalencia del espacio buscada.

Si ahora hablamos de estas particiones interiores en relación al espacio cambiante, deberíamos tomar algunas referencias para el concepto que se trata de flexibilidad de espacios. Así, acudimos, entre otros, a los estudios de Manuel Cerdá, donde promueve el concepto de la flexibilidad a través de la modulación del espacio y de la utilización de módulos independientes. También se estudia a Frei Otto y su ökohaus desde el punto de vista estructural para entender desde otro punto de vista el concepto de flexibilidad de espacios.



3.2 Sección constructiva y detalles parciales

Leyenda detalle:

	LADRILLO		MADERA
	HORMIGON		REGULARIZACION
	PIEDRA		RELLENO
	PAVIMENTO TECNICO		AISLAMIENTO
	CONTRACHAPADO		ACERO-INOX
	YESO		



0 PREEXISTENCIA

0.1 FACHADA: fachada preexistente con incorporación de acabado mediante pintura mate color blanco al interior. Al exterior se procede a la limpieza de las suciedades generadas por la humedad y el deterioro del tiempo, así como el levantamiento del revoco en las zonas que proceda para dejar vista la fábrica con posterior tratamiento de la misma.

0.2 TERRENO

0.3 SUBBASE: colocación de una capa de zahorras sobre la que se inserta posteriormente una lámina geotextil para proceder a la colocación de la solera.

1 ESTRUCTURA

1.1 SOLERA: solera de 15 cm de espesor, de HA. En los encuentros con la preexistencia se separa 3 cm para colocar una plancha de porexpan para absorber los cambios dimensionales.

1.2 FORJADO DE HORMIGÓN ARMADO: forjado realizado mediante losa continua con refuerzo de armadura en los lugares de mayor sollicitación, con espesor medio de 0,30 m.

1.3 CONEXIÓN FORJADO-PREEXISTENCIA: utilización de las piezas llamadas "goujons" que permiten absorber las variaciones dimensionales entre la preexistencia y la obra propuesta. Este recurso se utiliza en los puntos en los que forjado y pilar están contiguos. En aquellos lugares donde no exista esta continuidad, se procede a la colocación de conectores metálicos realizados a base de pletinas.

2 CERRAMIENTO

2.1 FABRICA DE LADRILLO: se procede a la colocación de una hoja exterior de medio pie, con utilización de ladrillos macizos caravista de 5x11x25 cm que, por lo general, se disponen a sogas, encontrándose en ciertos tramos llaves realizadas mediante los propios ladrillos, o mediante conexiones metálicas con roseta que permitan el trabajo conjunto de ambas hojas. También se dispone de llaves en forma de espina de pez que previamente se dejan embebidas en el forjado. Las llagas y tendeles se realizan 1 cm rehundidas respecto a la cara exterior del ladrillo. Cámara intermedia compuesta de poliestireno expandido para aislamiento térmico. Hoja interior a base de ladrillo hueco doble de dimensiones 7x11x25 cm dispuesto a panderete por el que se pueden realizar rozas para la canalización eléctrica. Acabado mediante un enlucido de 1,5 cm de espesor. Resolución del vierteaguas mediante colocación de una pieza de piedra sobre mortero de agarre, previa colocación de lámina impermeabilizante. Resolución de la impermeabilización de la cámara mediante colocación de babero en parte inferior de la fábrica, evacuando el agua a través de las llagas oportunas. Resolución de la estabilidad de la fábrica mediante perfil en L (15.15.6).

2.2 PETOS: se procede a la colocación de una hoja de medio pie, con utilización de ladrillos macizos caravista de 5x11x25 cm que, por lo general, se disponen a sogas. Se dispone de llaves en forma de espina de pez que previamente se dejan embebidas en el forjado o se dispone otro tipo de llaves metálicas para anclar a la preexistencia. Las llagas y tendeles se realizan 1 cm rehundidas respecto a la cara exterior del ladrillo. Cámara intermedia compuesta de poliestireno expandido para aislamiento térmico. Resolución de la estabilidad de la fábrica mediante perfil en L (15.15.6).

2.3 PARASOL: disposición de murete de ladrillo macizo caravista, actuando de parasol en la zona de uso comunitario. Se apoya sobre un perfil L que se sustenta en las cerchas preexistentes. Se coloca pletina metálica transversal para arriostramiento.

2.4 ZOCALO: construcción de un zócalo de mortero, con acabado hidrófugo, de una altura media de 15 cm sobre la rasante, para evitar la ascensión por capilaridad del agua.

2.5 COTETERM: colocación de acabado exterior mediante plancha de poliestireno sobre la que se coloca una malla de fibra de vidrio y se proyecta un estucado color blanco.

3 SOLADO

3.1 EPOXI: base de mortero autonivelante sobre solera o forjado (se coloca en las zonas que tenemos mayor diferencia de contra entre acabado y estructura) o colocación de plancha de aislamiento térmico (se coloca en las zonas con problemas térmicos) o relleno a base de hormigón aligerado (en las zonas del bloque central). Colocación de malla para la posterior ubicación de los conductos para suelo radiante. Mortero de relleno. Sobre este mortero se aplica la resina tipo epoxi.

3.2 PIEDRA: base de mortero autonivelante sobre solera o forjado (se coloca en las zonas que tenemos mayor diferencia de contra entre acabado y estructura). Colocación de malla para la posterior ubicación de los conductos para suelo radiante. Mortero de relleno que actúa de mortero de agarre para la posterior ubicación del pavimento de piedra, tipo mármol blanco de 2 cm de espesor.

3.3 PAVIMENTO TÉCNICO: colocación de hormigón aligerado, para apoyo de plots, a los cuales se incorpora una subestructura para el apoyo de las placas de carácter polimérico. Pavimento técnico destinado a albergar las instalaciones. Se coloca una rejilla en la zona maciza para la ubicación del sistema de retorno de aire acondicionado

4 CUBIERTAS

4.1 CUBIERTA PIEDRA: cubierta invertida con la siguiente disposición. Colocación de hormigón aligerado para generación de pendientes que oscilan entre el 1% y 3%, disposición de lámina impermeabilizante, capa separadora a modo de geotextil o capa de mortero, disposición de aislamiento térmico de espesor oscilante entre 2 y 4 cm, capa de



mortero para agarre de pavimento de piedra de granito blanco de 2 cm de espesor. Acabado al chorro de arena.

4.2 CUBIERTA HORMIGON PULIDO O PIEDRA: cubierta convencional con la siguiente disposición. Colocación de film de polietileno, aislamiento térmico de 2 a 4 cm de espesor, geotextil, hormigón aligerado para generación de pendientes que oscilan entre el 1% y 3%, disposición de lámina impermeabilizante, capa de mortero que sirva de sustento para la preparación del acabado mediante una pavimento de hormigón pulido o acabado mediante piedra de granito de 2 cm.

4.3 CUBIERTA AJARDINADA: Formación de pendientes mediante relleno de hormigón aligerado, colocación de lámina geotextil sobre la que se coloca la lámina impermeabilizante y posterior capa separadora, ubicación del aislamiento térmico de 4 cm de espesor, lámina geotextil de tipo gofrada, lámina geotextil antipunzonante para posterior colocación de sustrato para ubicación de la parte vegetal de la cubierta.

4.4 CUBIERTA GRAVAS: cubierta de gravas con la siguiente disposición. Formación de pendientes mediante relleno de hormigón aligerado, colocación de lámina geotextil sobre la que se coloca la lámina impermeabilizante y posterior capa separadora, ubicación del aislamiento térmico de 4 cm de espesor, lámina geotextil de tipo gofrada, lámina geotextil antipunzonante para posterior colocación de las gravas.

4.5 CUBIERTA METALICA: cubierta generada a partir de la cercha original, donde los perfiles están conformados mediante dobles L de 75x75x8, colocando un refuerzo en el cordón inferior mediante un HEB 120. La cercha nueva que se propone está conformada mediante una viga de perfiles HEB 160. Así como las cortavientos realizadas también con los mismos perfiles. Sobre las correas, conformadas con perfiles en U y L, se disponen chapas de tipo grecada. En el interior de las zonas comunitarias, se dispone, entre el espacio de las correas, un tablero de madera contrachapada, sobre la que se coloca aislamiento acústico y térmico. El tablero de madera nos sirve de apoyo para la colocación de un falso techo mediante perfilera de acero galvanizado para sustentar placas de cartón yeso, pintada de blanco. Los encuentros se resuelven mediante chapas plegadas de cinc.

4.6 CUBIERTA SIN AISLAMIENTO: Colocación de hormigón aligerado para generación de pendientes que oscilan entre el 1% y 3%, disposición de lámina impermeabilizante, capa separadora a modo de geotextil, capa de mortero que sirva de sustento para la preparación del acabado mediante una pavimento de hormigón pulido.

4.7 RECOGIDA AGUAS: colocación de sumidero lineal metálico, con refuerzo de lámina impermeabilizante, así como ubicación de chapa de cinc para cubrir el tramo de lámina que se eleva por encima del canalón.

4.8 RECOGIDA AGUAS: colocación de sumidero lineal metálico, con refuerzo de lámina impermeabilizante, así como ubicación de chapa de cinc para cubrir el tramo de lámina que se eleva por encima del canalón. Se enlaza con las chapas grecadas de la cubierta.

5 CARPINTERIA

5.1 CORREDERAS: sistema de carpinterías correderas, con ubicación de elementos fijos en aquellos puntos que se permita su correcta limpieza. Se coloca un bastidor de carácter fijo en el frente del forjado, con disposición de aislamiento térmico en el bloque central.

5.2 CHAPAS METALICAS: conformación de marquesinas metálicas mediante dos chapas metálicas de 3 mm, con bastidores intermedios para rigidización. Se realizan perforaciones en las chapas para iluminación de las estancias. Se utilizan como sistema de oscurecimiento, o bien unos estores.

5.3 CARPINTERIA FIJO: carpintería fija con posibilidad de limpieza interior y exterior.

5.4 BASTIDOR METALICO: colocación de bastidor metálico mediante perfil rectangular soldado a las cerchas preexistente. Se coloca una chapa de acero galvanizada, previo aislamiento acústico y lámina impermeabilizante para evacuación de aguas.

6 ELEMENTOS CONEXION-FRENTE FORJADO

6.1 ESCALERAS: zanca perimetral de forma escalonada, que a su vez sirve de elemento de apoyo para ubicación de barandilla de vidrio. El peldañado se realiza mediante madera de roble. Al exterior, el peldañado es de tipo metálico.

6.2 PASARELA: conformación de pasarela mediante perfiles rectangulares de acero conformados en frío que conectan forjados de bloques. A estos perfiles se soldan otros perfiles rectangulares para el apoyo de las planchas metálicas, de carácter perforado para no necesitar recogida de aguas. Barandillas de vidrio estructural con anclajes en los perfiles de tipo rectangular.

6.3 BARANDILLAS barandillas metálicas con vidrio estructural ancladas mediante pasadores metálicos que se anclan a un taco de madera y posteriormente al forjado

6.4 ESCALONES: escalones a modo de planchas metálicas de acero inoxidable, apoyadas mediante soportes metálicos creados al uso.

6.5 FRENTE FORJADOS: por norma general, se ubica un perfil en U a base de pletinas metálicas sobre la que se ubica la iluminación perimetral. Sobre este perfil se coloca un taco de madera que sirva para perforación de barandillas. Sobre éste, se coloca un perfil en U a base de pletinas metálicas sobre la que se ubica un canalón de chapa de cinc para



recogida de aguas, previa impermeabilización oportuna. Todo el sistema queda revestido mediante chapa de cinc.

6.6 FRENTE FORJADOS: colocación de lámina impermeabilizante sobre frente de forjado. Revestimiento mediante chapa metálica.

7 TABIQUERIA INTERIOR

7.1 TABIQUE LADRILLO: tabique conformado mediante ladrillos macizos de 24x12x5 cm, dispuestos de modo general a sogas. Acabado mediante pintura blanca. En el interior de los baños se coloca una pintura hidrófuga a parte de la de color blanco. El encuentro con el suelo se realiza mediante un oscuro perimetral de 3 cm, disponiendo un perfil en U sobre el que se aloja una tira de led. El encuentro entre pared y pavimento se realiza o bien mediante rodapie de silestone enrasado a la pared, o bien prolongación de perfil metálico. El encuentro con el techo se realiza mediante 3 cm de mortero.

7.2 PLACA CARTON YESO: conformación de tabique mediante sistema Pladur, con perfilaría de acero galvanizado, en la que se ubica doble placa de cartón yeso pintada en blanco. El rodapie queda embebido en el sistema de placas.

7.3 PUERTAS: carpinterías de madera, de tipo corredero, apoyadas mediante perfilaría metálica anclada al forjado superior. El elemento que se utiliza para hacer de tope, se propone también para el paso de instalación eléctrica.

8 FALSOS TECHOS

8.1 FALSO TECHO: falso techo realizado mediante perfilaría de acero galvanizada que sustenta las placas de cartón yeso. El falso techo se destina a la ubicación de las máquinas de aire, así como los conductos de impulsión. En las zonas donde el PLY es continuo, pero no hay falso techo, se ancla directamente al forjado.

8.2 CAJEADO: Se dispone 3 tipos de cajeados, diferenciando la abertura entre 10, 15 y 20 cm, correspondiéndose a la ubicación de solo iluminación, iluminación más estor o iluminación más 2 estores, respectivamente.

8.3 ENLUCIDO: enlucido de 1,5 cm de yeso sobre el forjado.

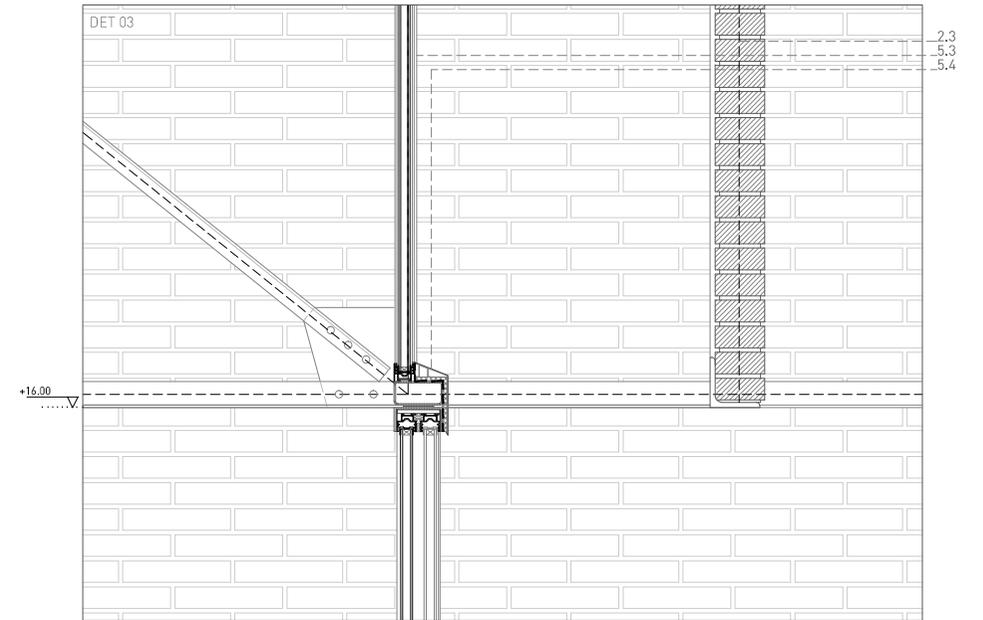
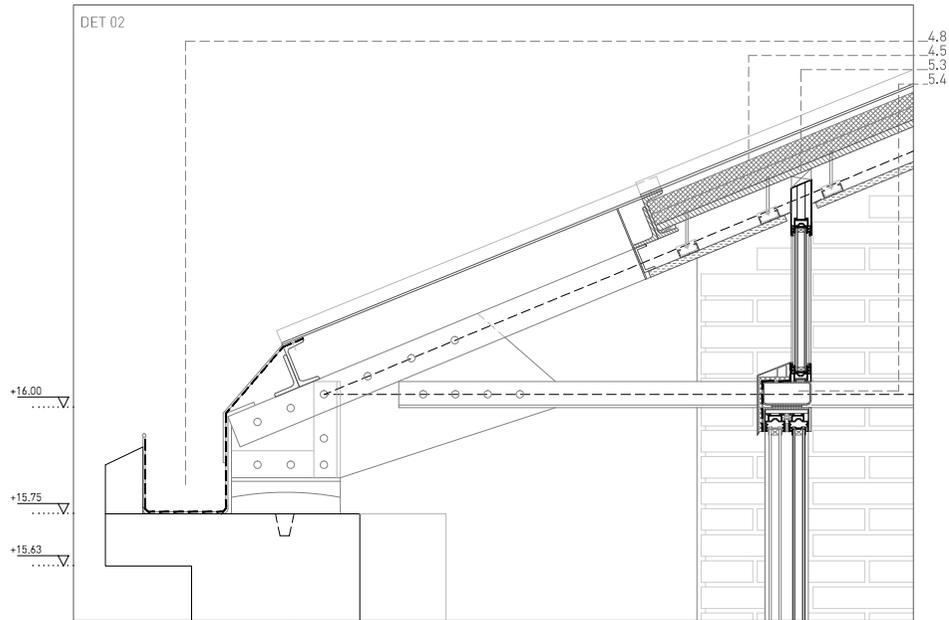
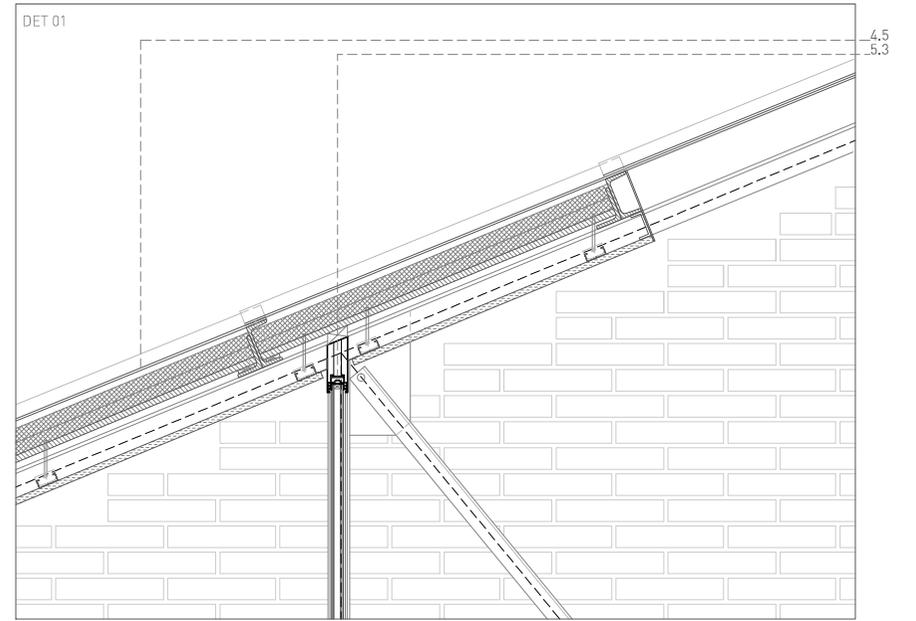
9 MOBILIARIO

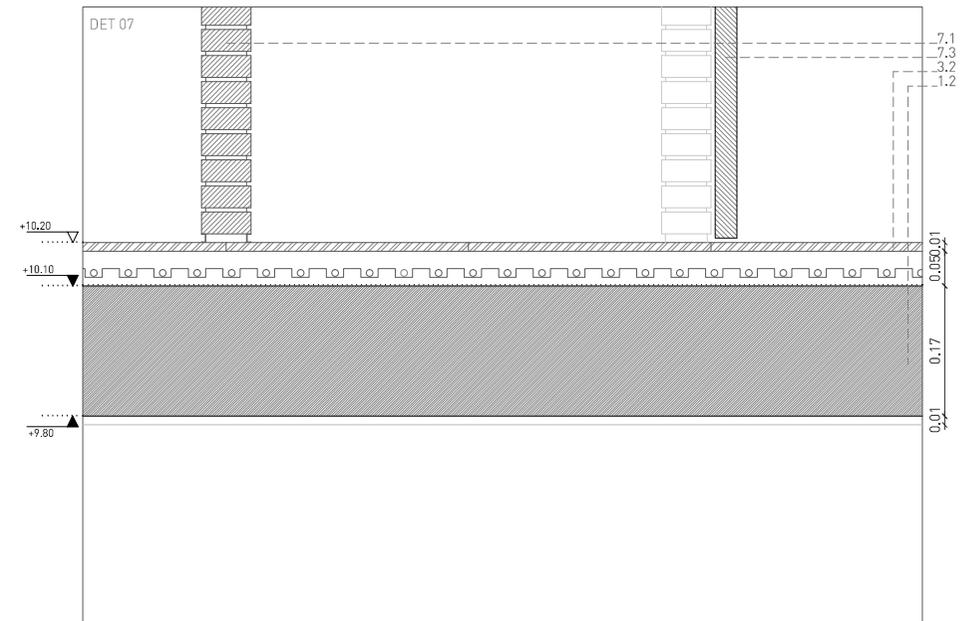
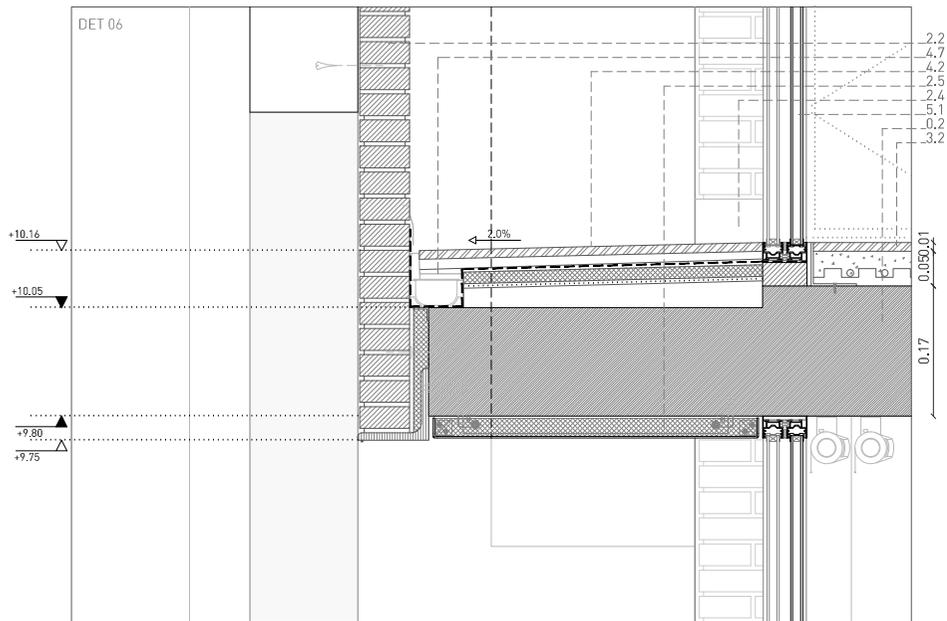
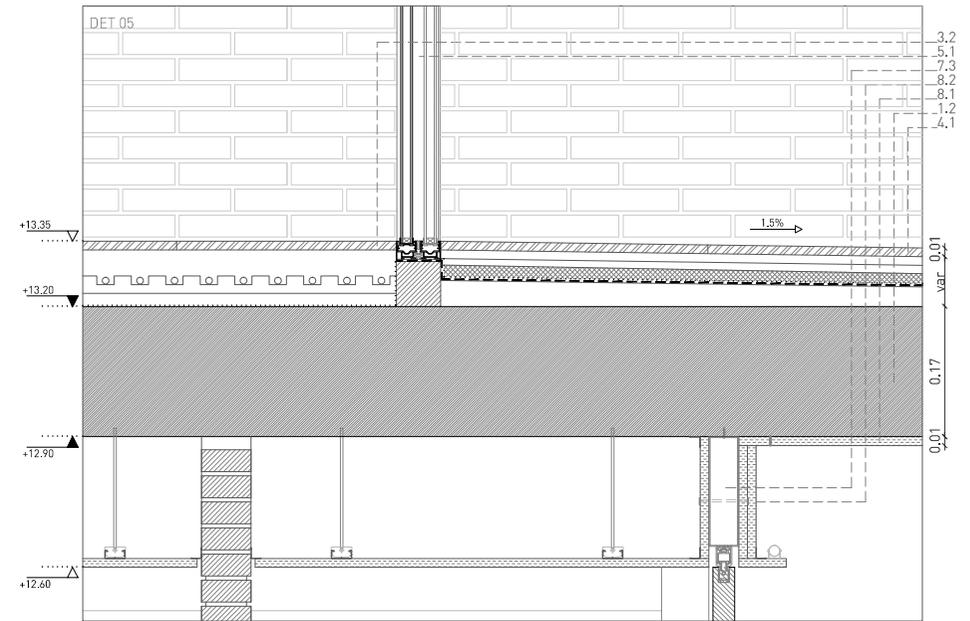
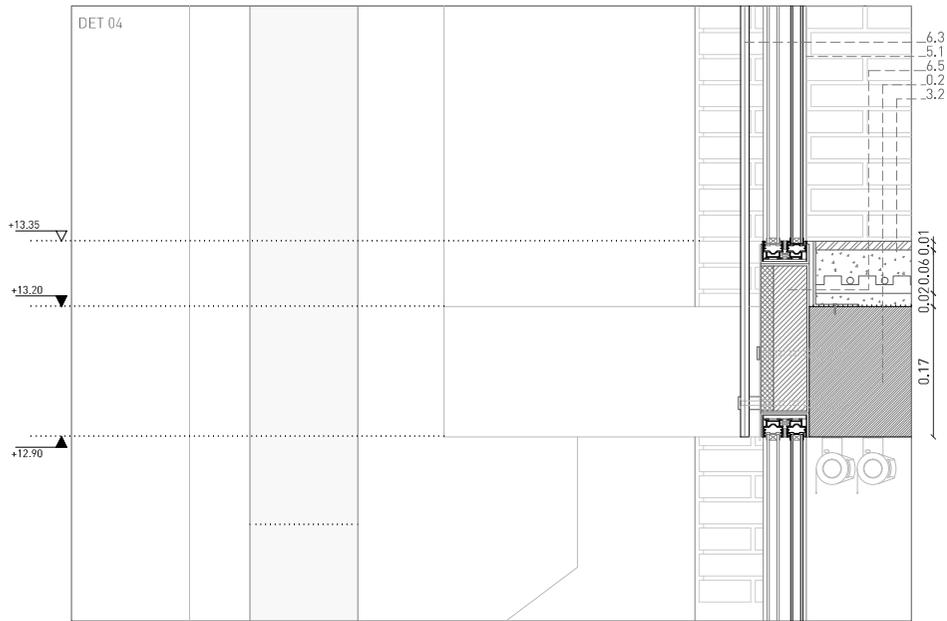
9.1 MOBILIARIO PROTECCION: ubicación de armario para protección frente a caídas en zona de escalera. Tipo fijo.

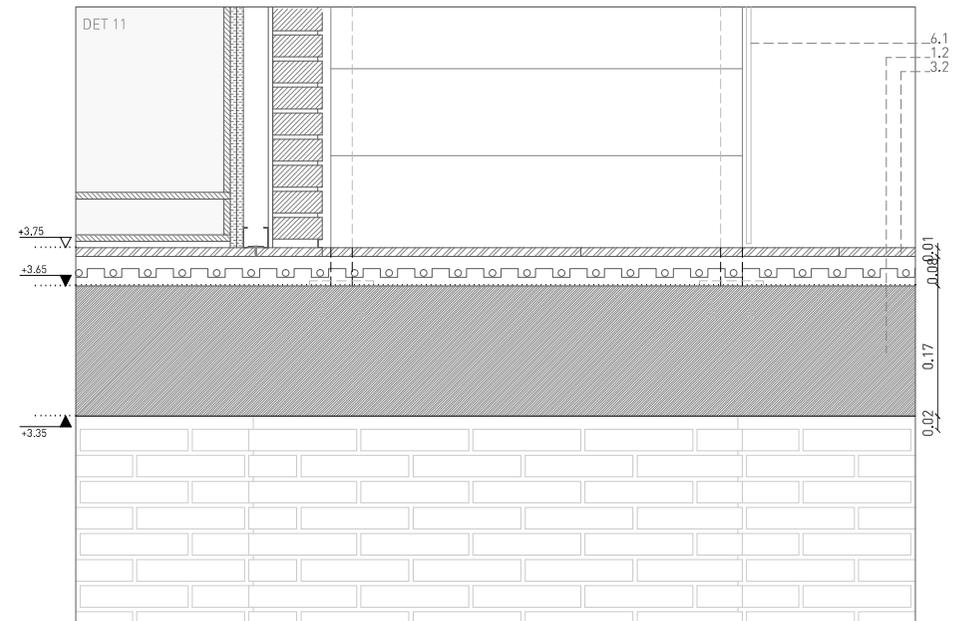
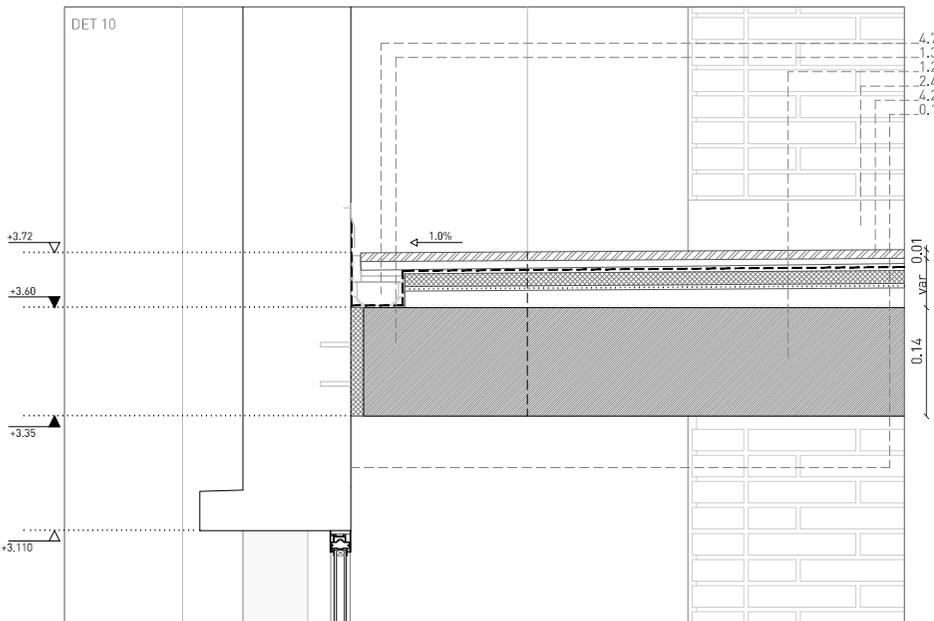
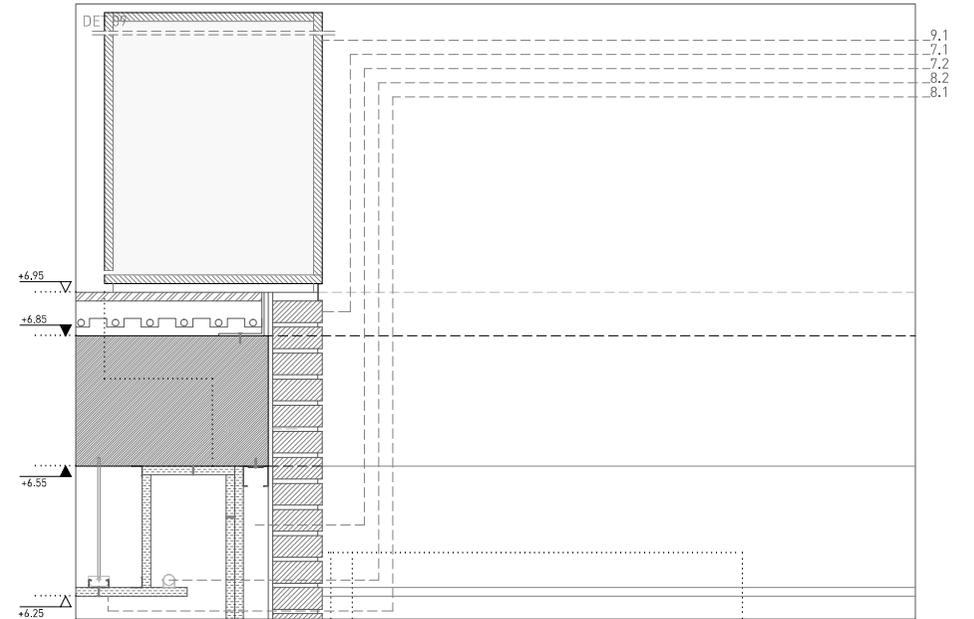
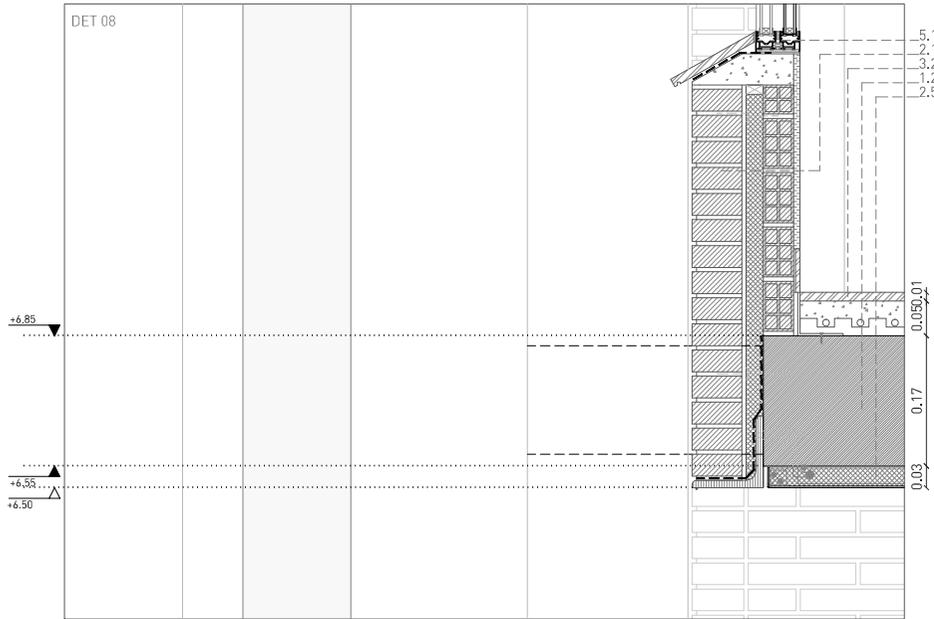
9.2 MOBILIARIO COCINA: bancada con incorporación de luz en el cajeadado inferior.

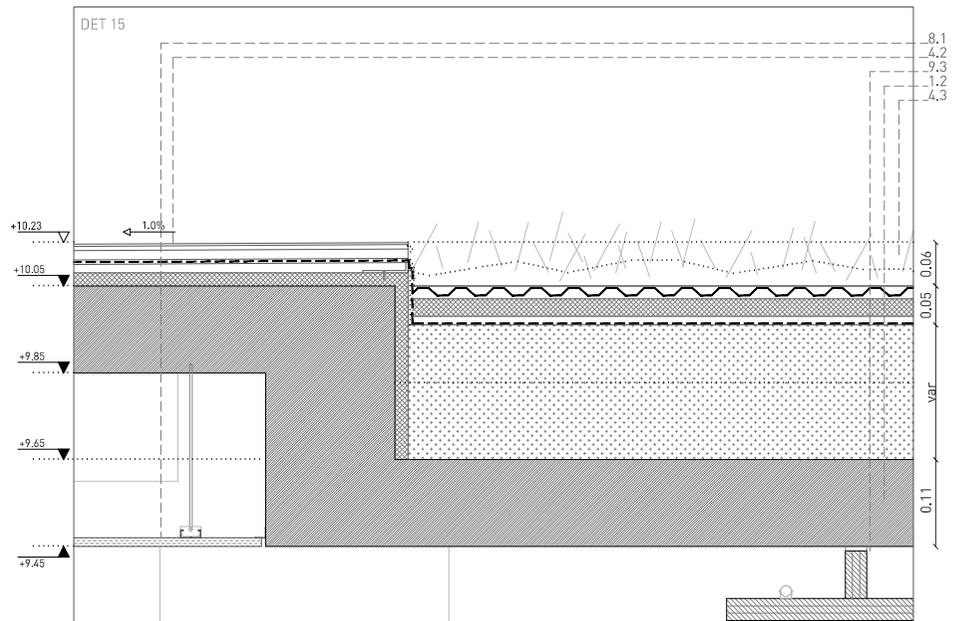
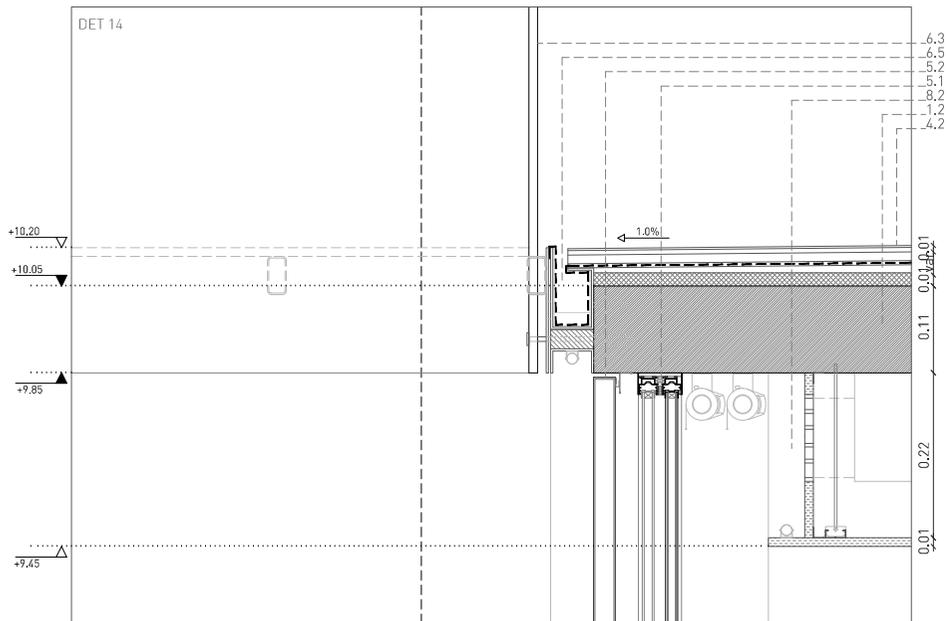
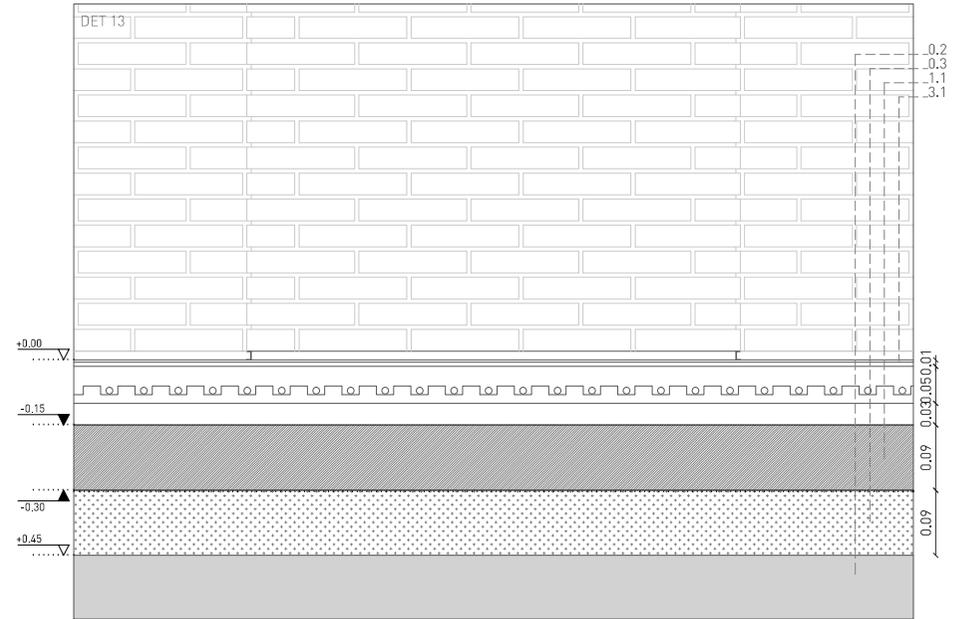
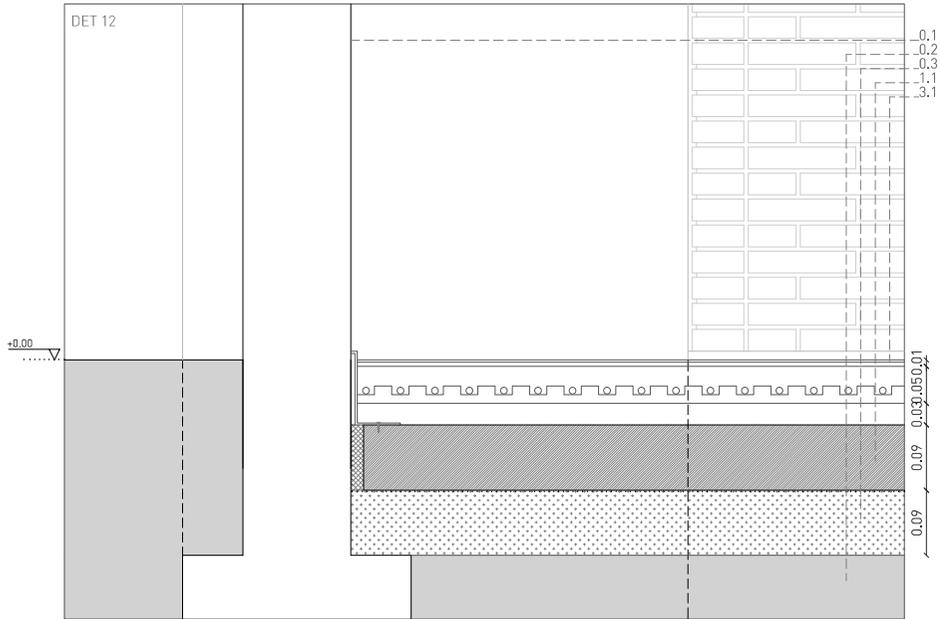
9.3 MOBILIARIO MODULO: mueble módulo conformado mediante maderas contrachapadas, con la suficiente rigidez para ser estable en sí mismo. Las piezas modulares

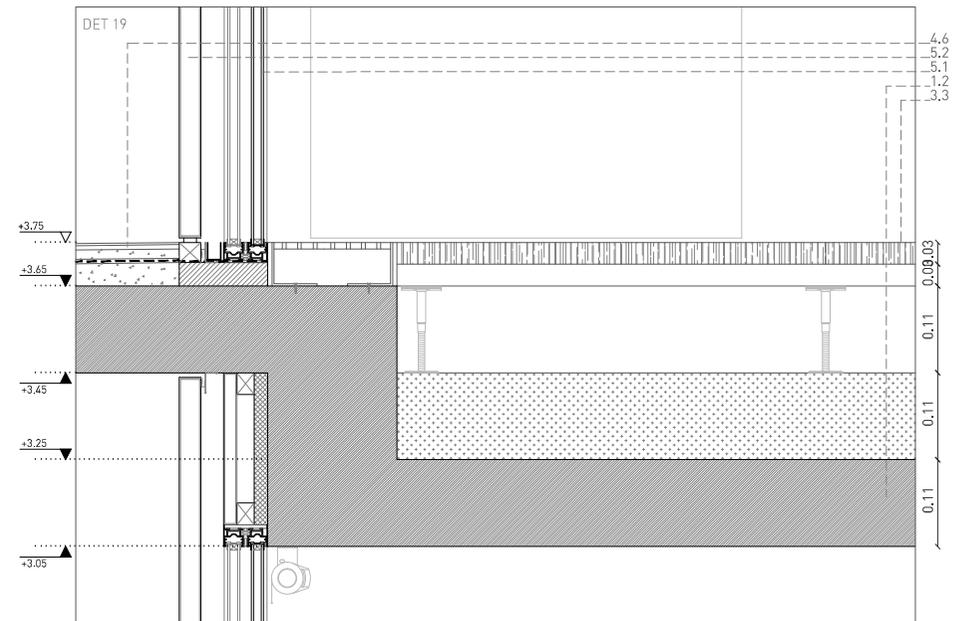
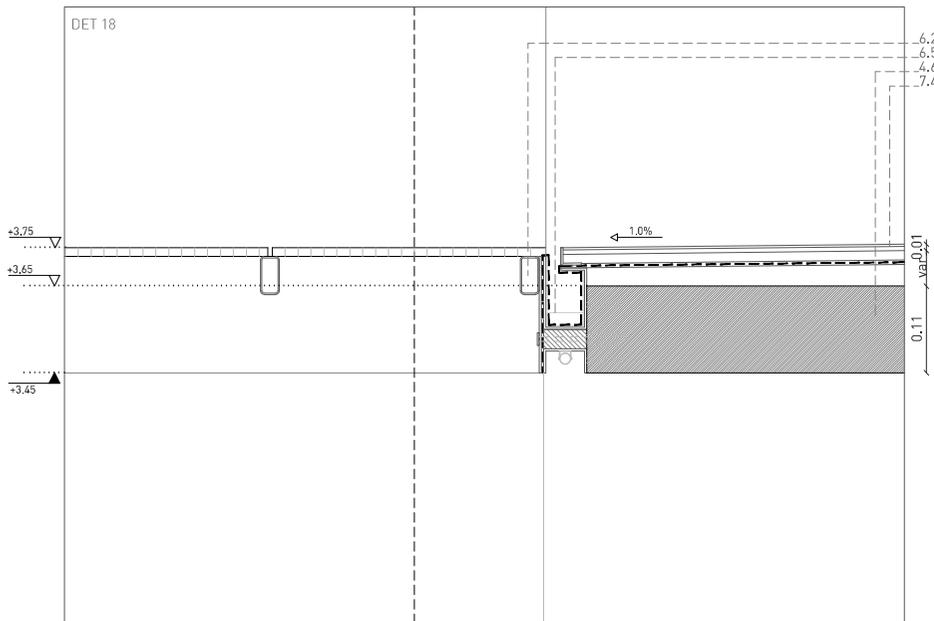
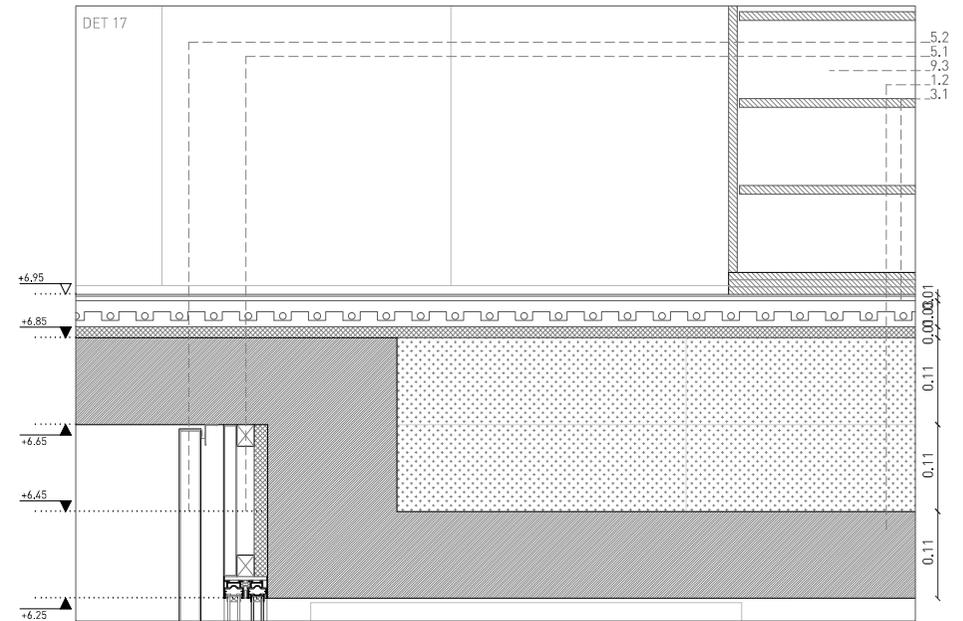
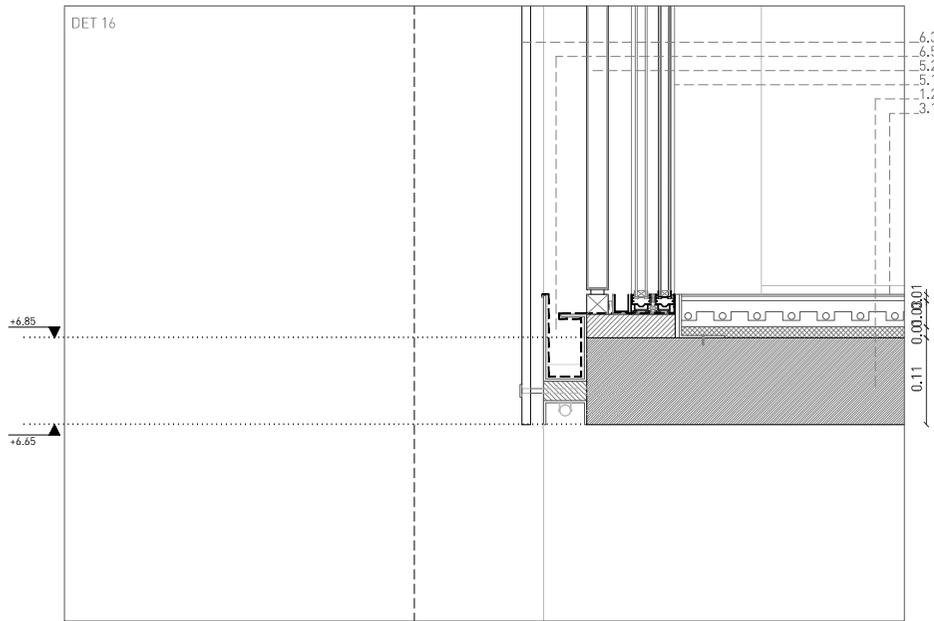
de cocinas y baños permiten el desplazamiento a lo largo del pavimento técnico con la intención de continuidad. Para ello se dispone en el forjado unas guías para su estabilidad, así como el empotramiento en el suelo mediante el desquite de las planchas de pavimento.

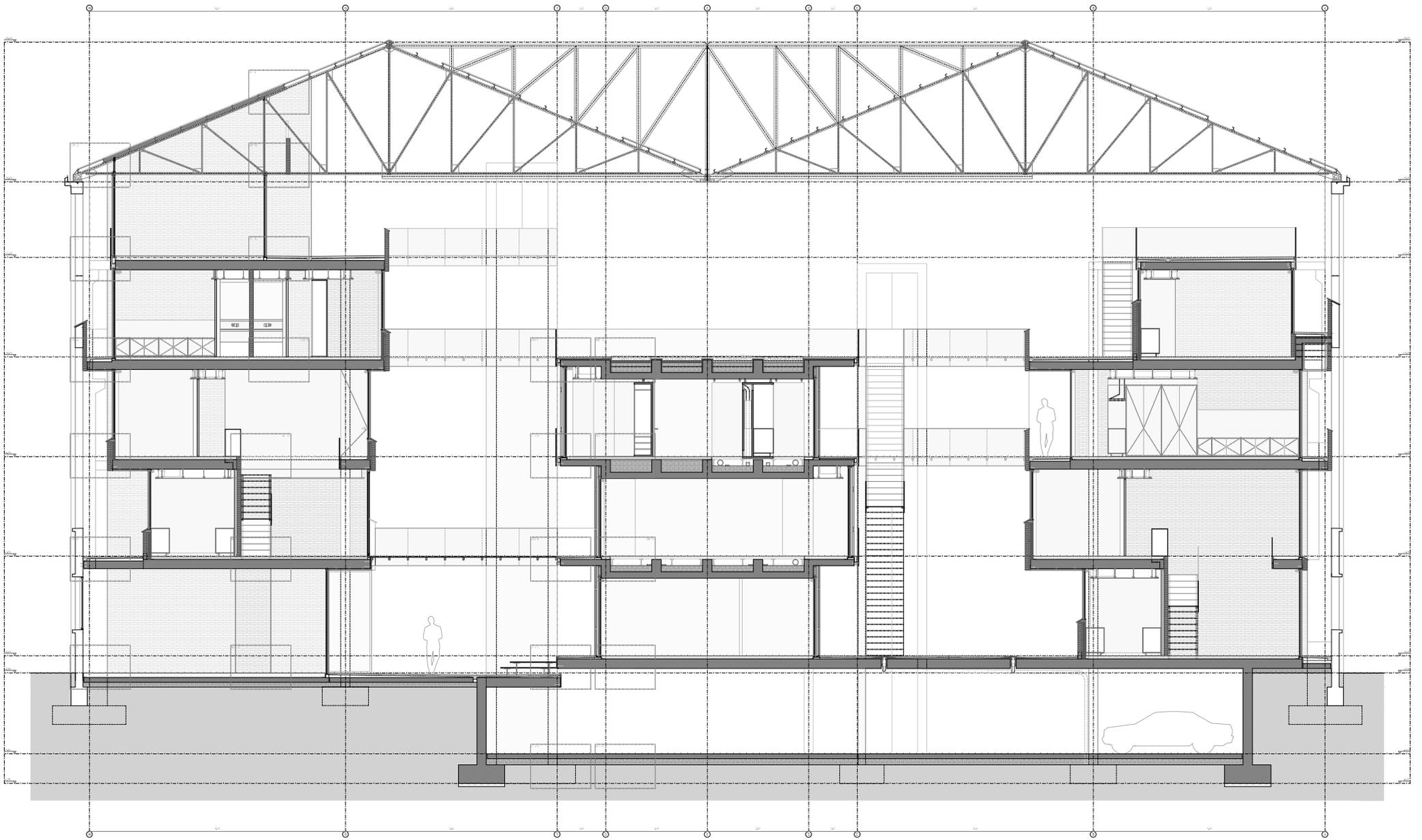




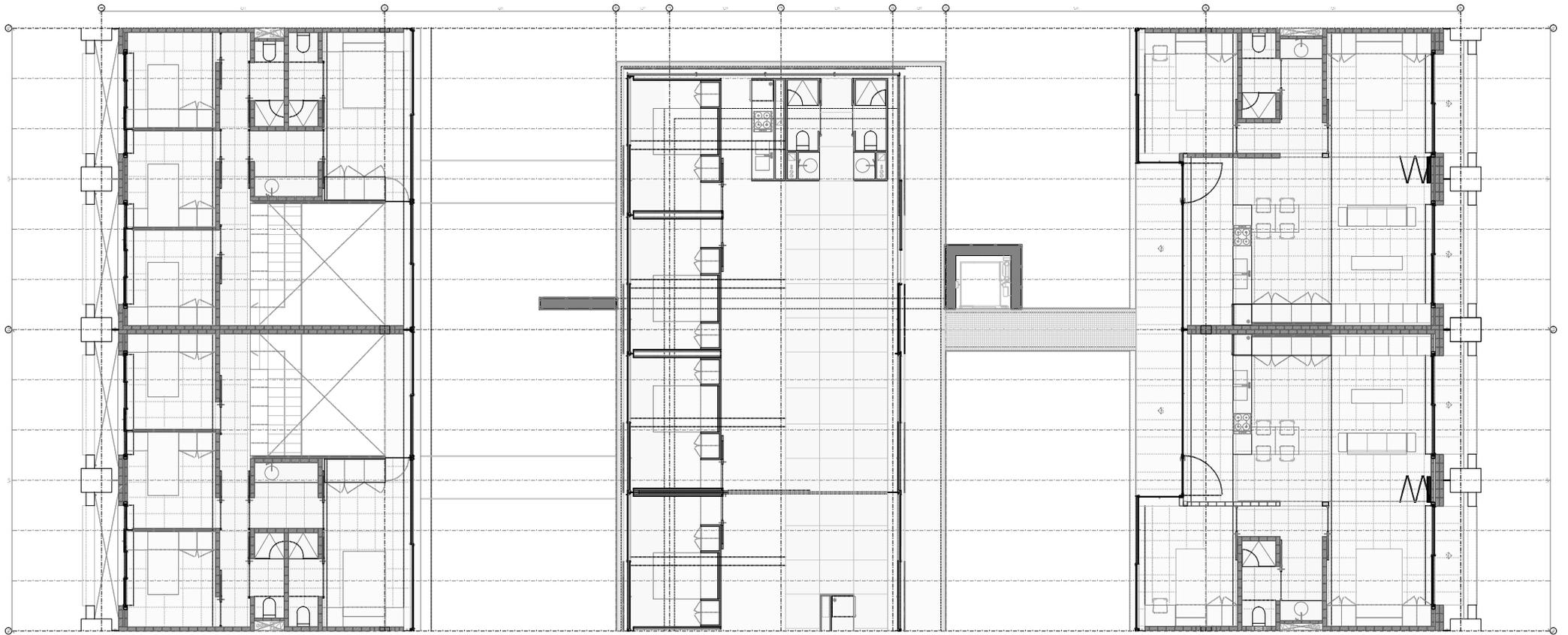








Sección constructiva. Esc.1/150



3.3 Instalaciones

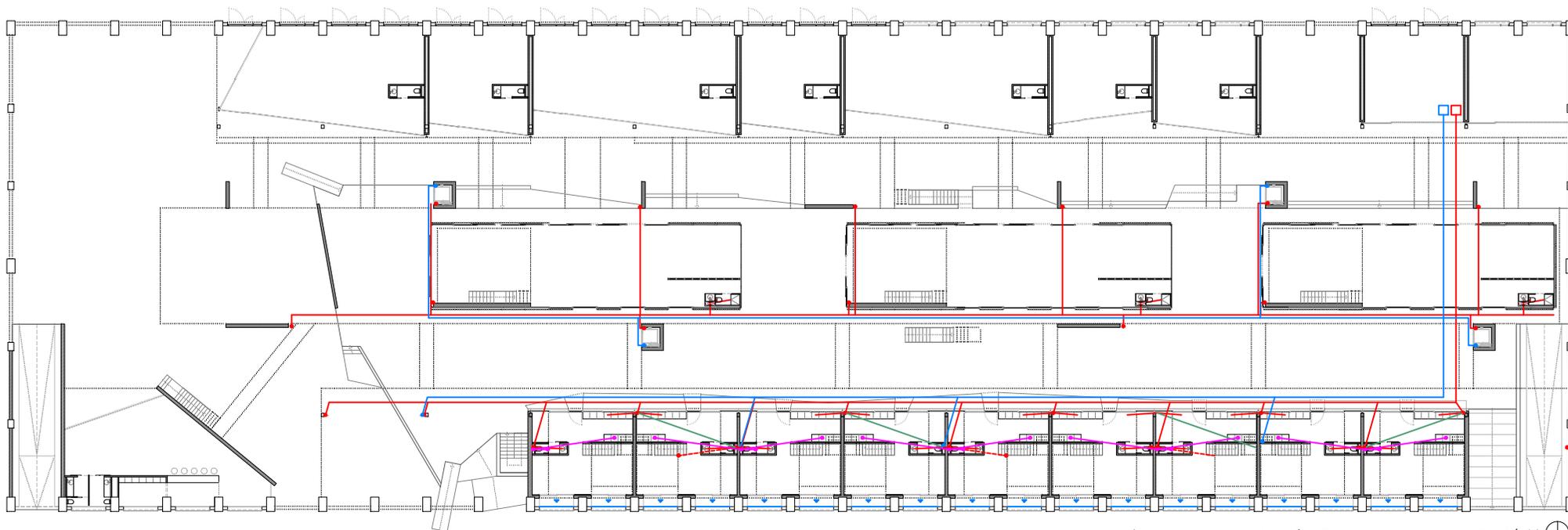
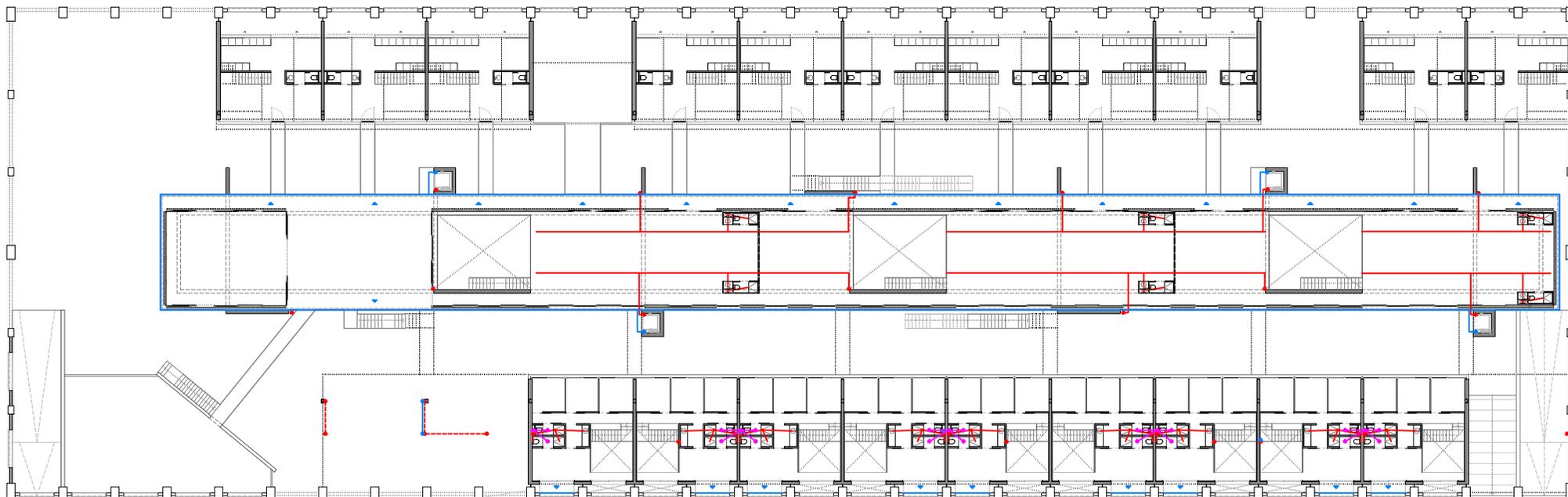
A continuación se procederá a la descripción de las distintas instalaciones.

Así, se opta por desarrollar:

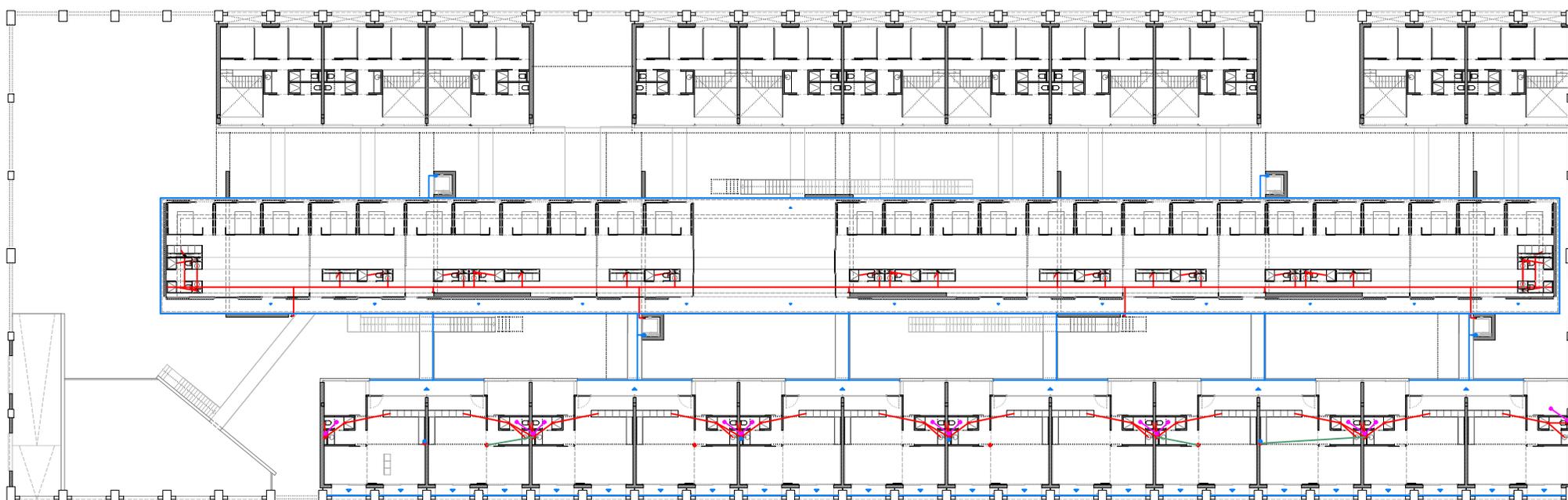
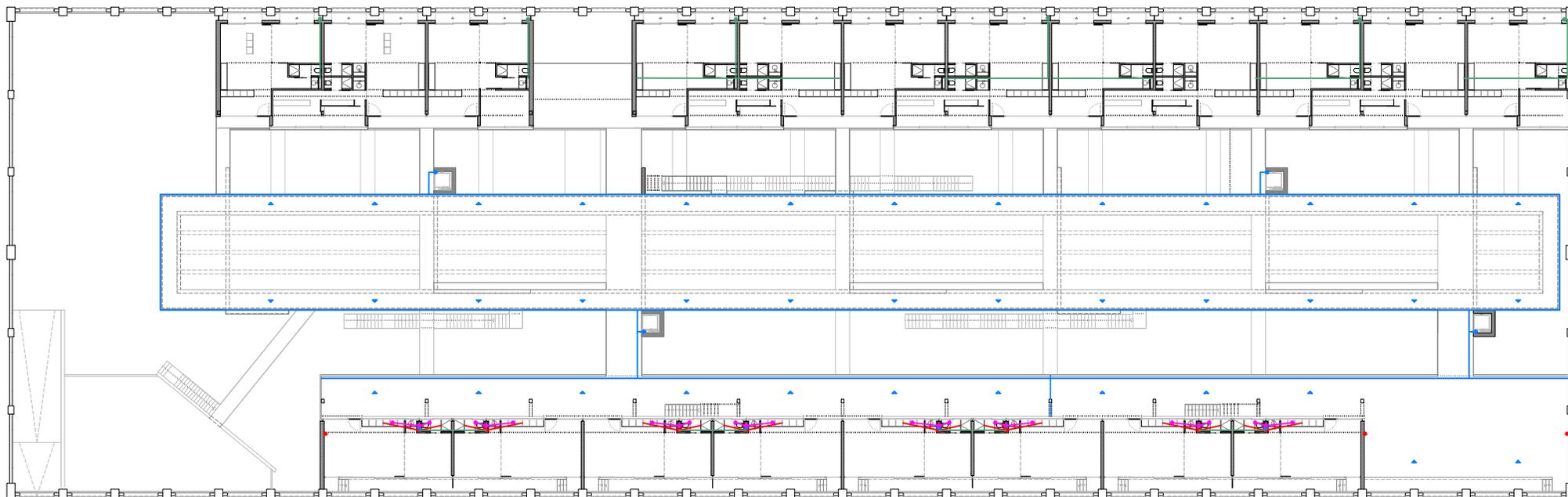
- Saneamiento y ventilación
- Fontanería
- Iluminación
- Clima

Se desarrolla el bloque Sur y la pieza central. Al final se colocan las viviendas del bloque Sur con la superposición de instalaciones.

A modo general se puede comentar que se opta por un sistema de saneamiento de tipo separativo, con ventilación primaria de las bajantes. En el bloque central, debido al carácter de flexibil

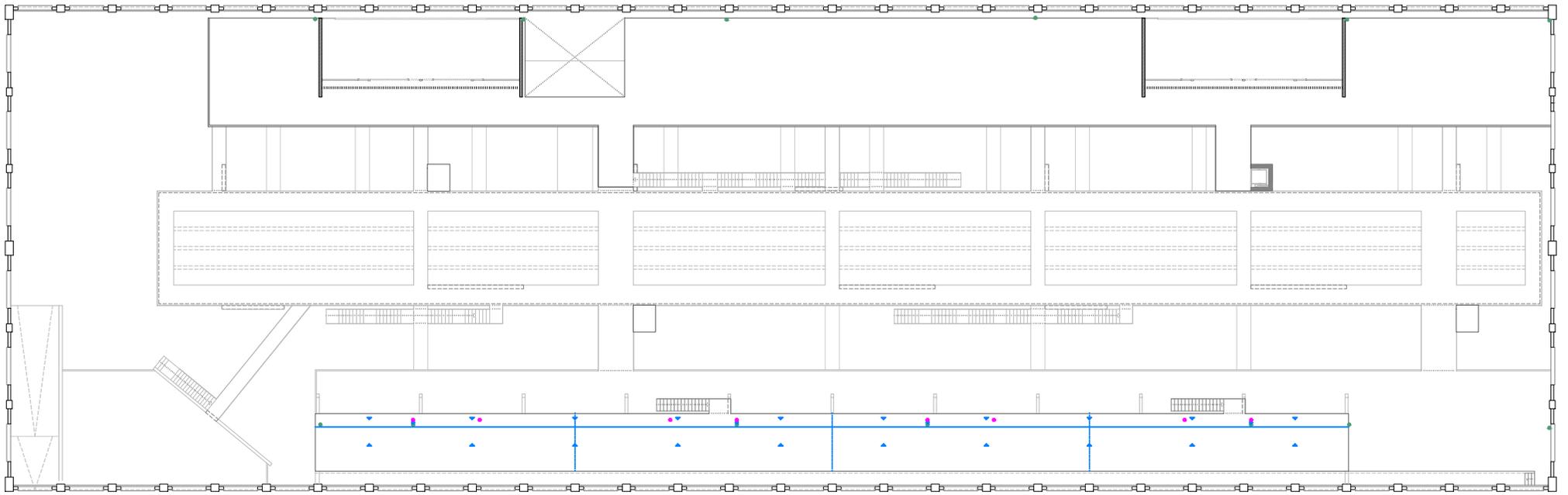
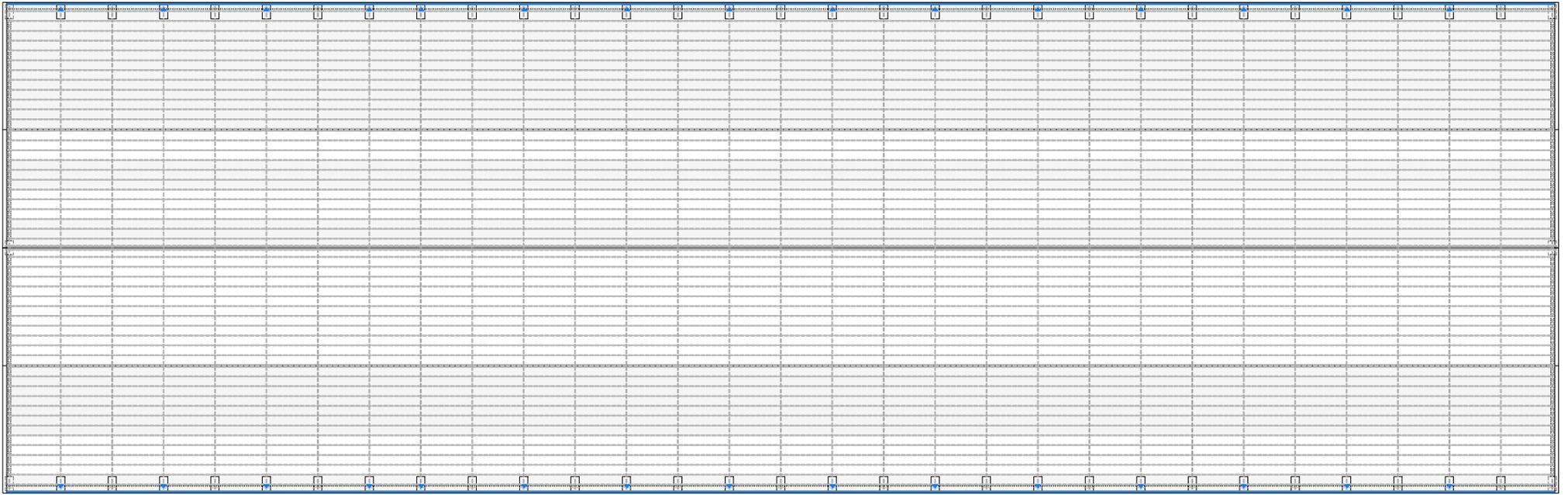


- Bajante fecales — Trazado fecales
- Bajante pluviales — Trazado pluviales

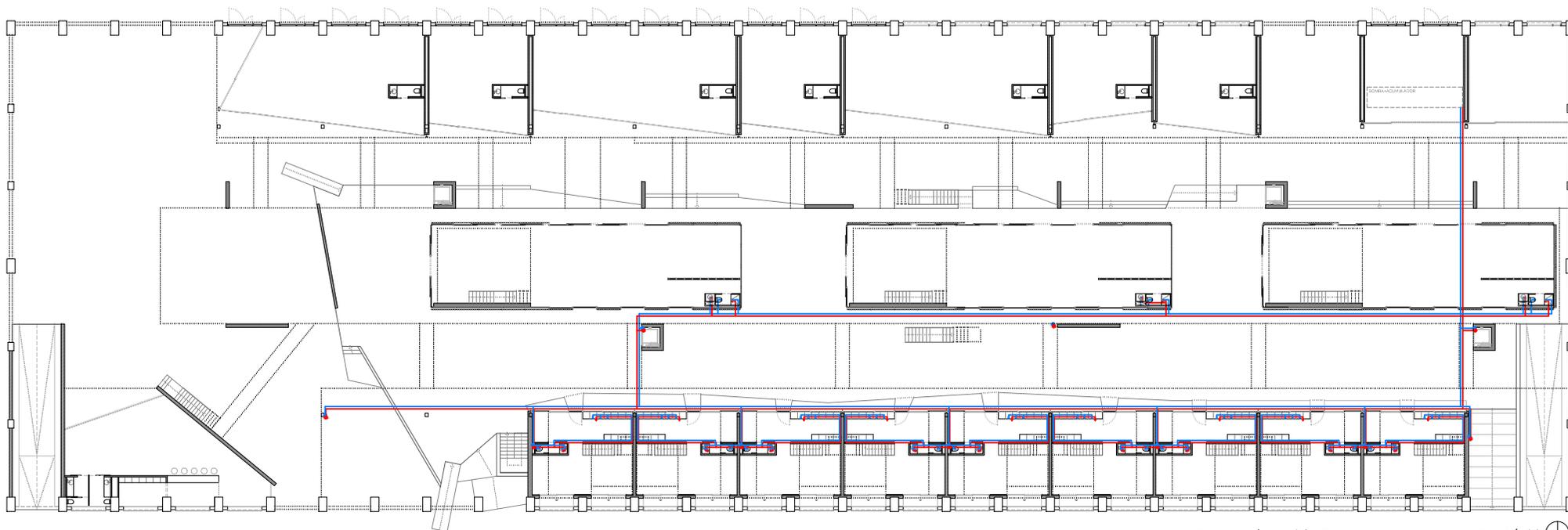
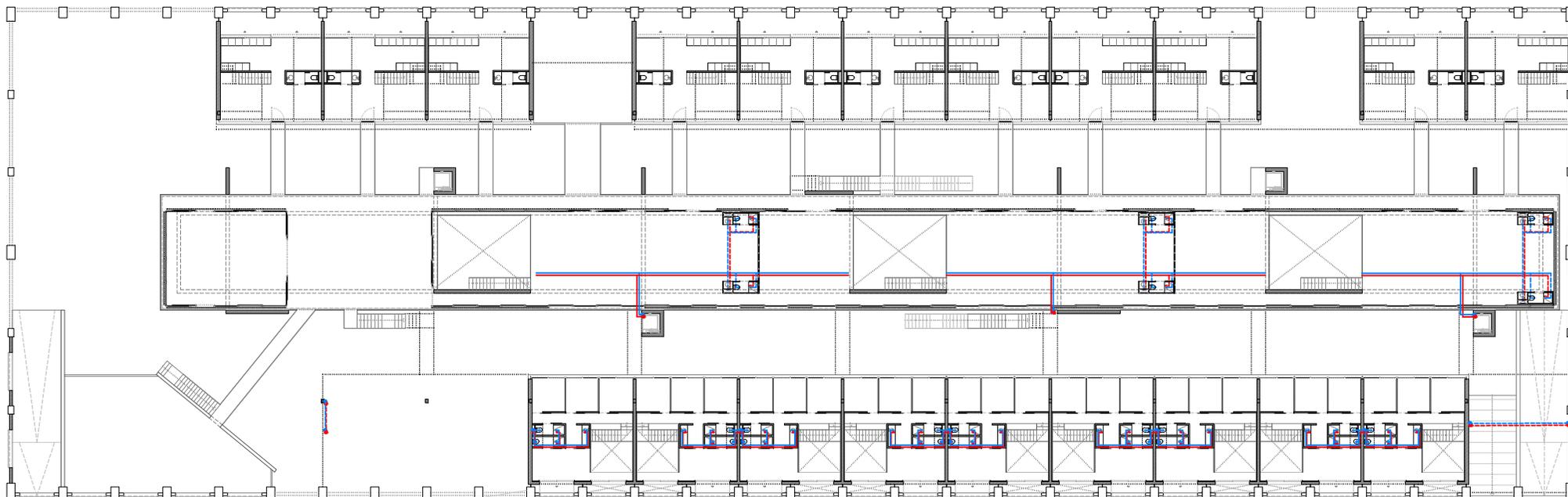


- Bajante fecales — Trazado fecales
- Bajante pluviales — Trazado pluviales

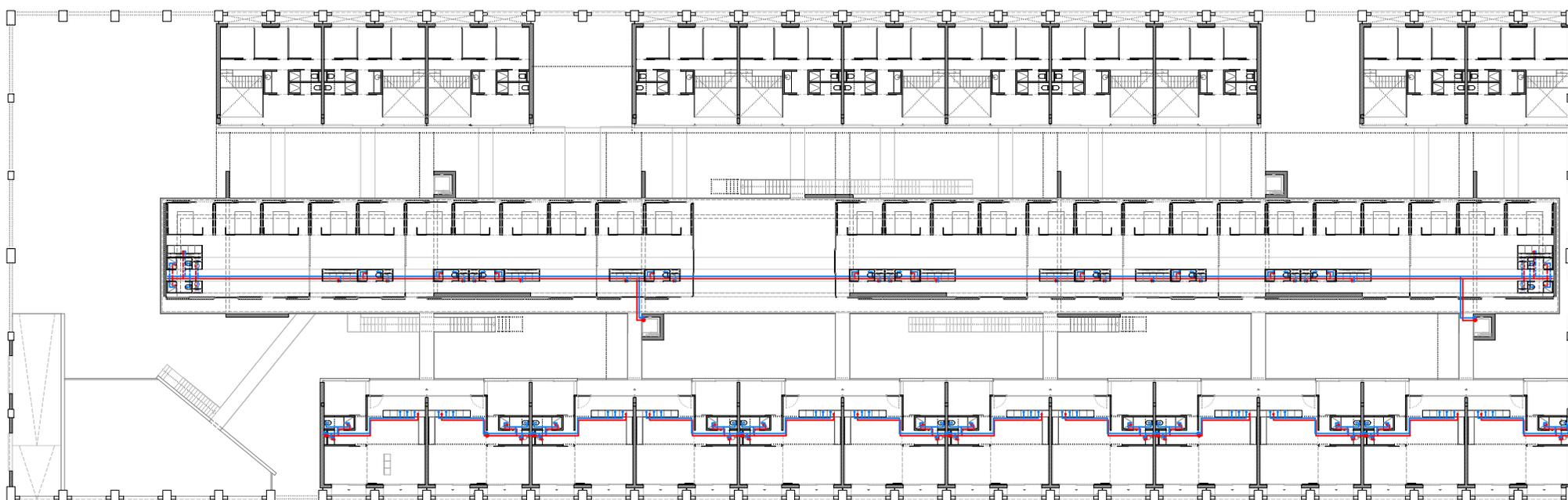
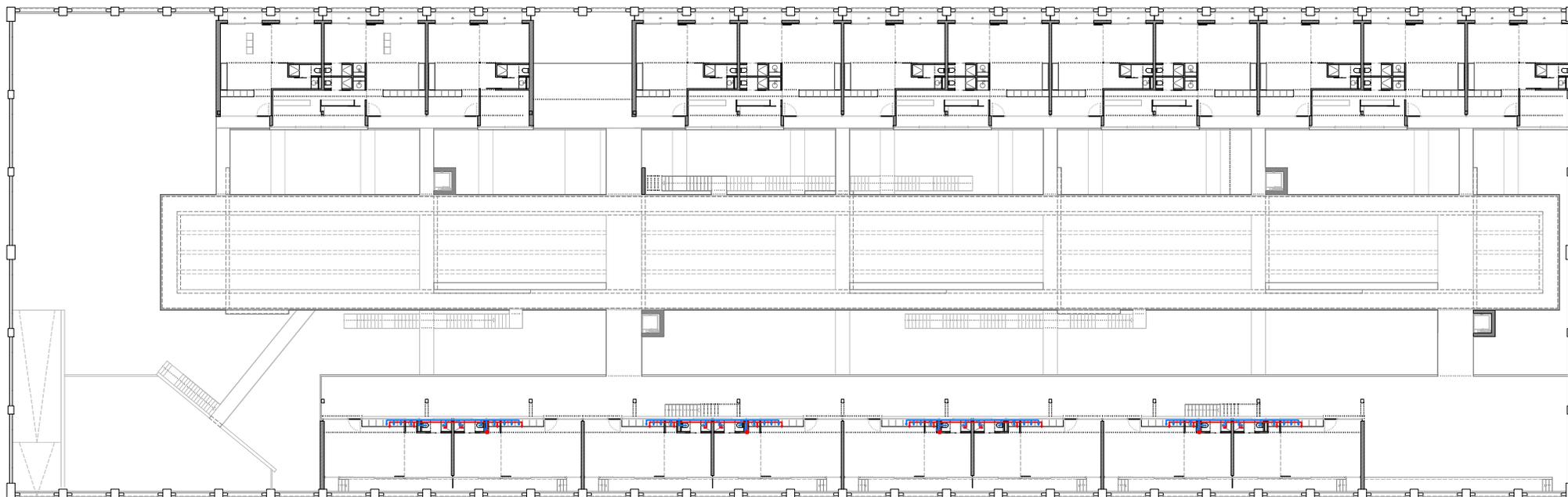
Saneamiento y Ventilación. Planta tercera y segunda. Esc.1/500



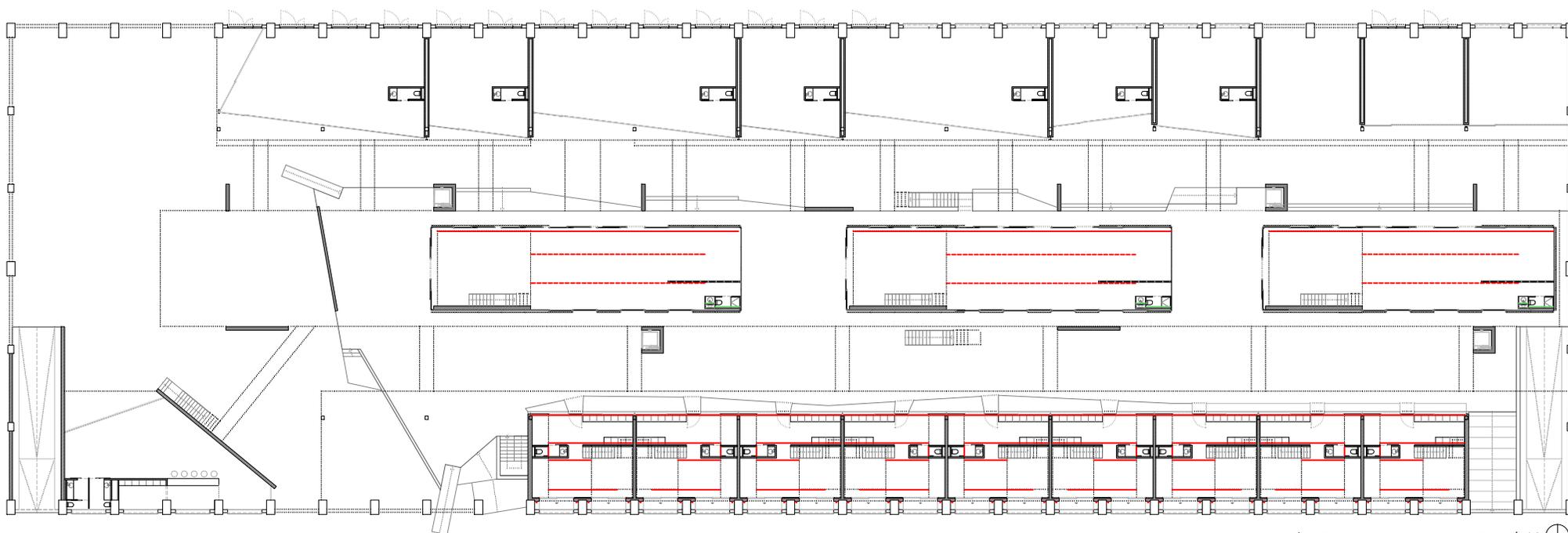
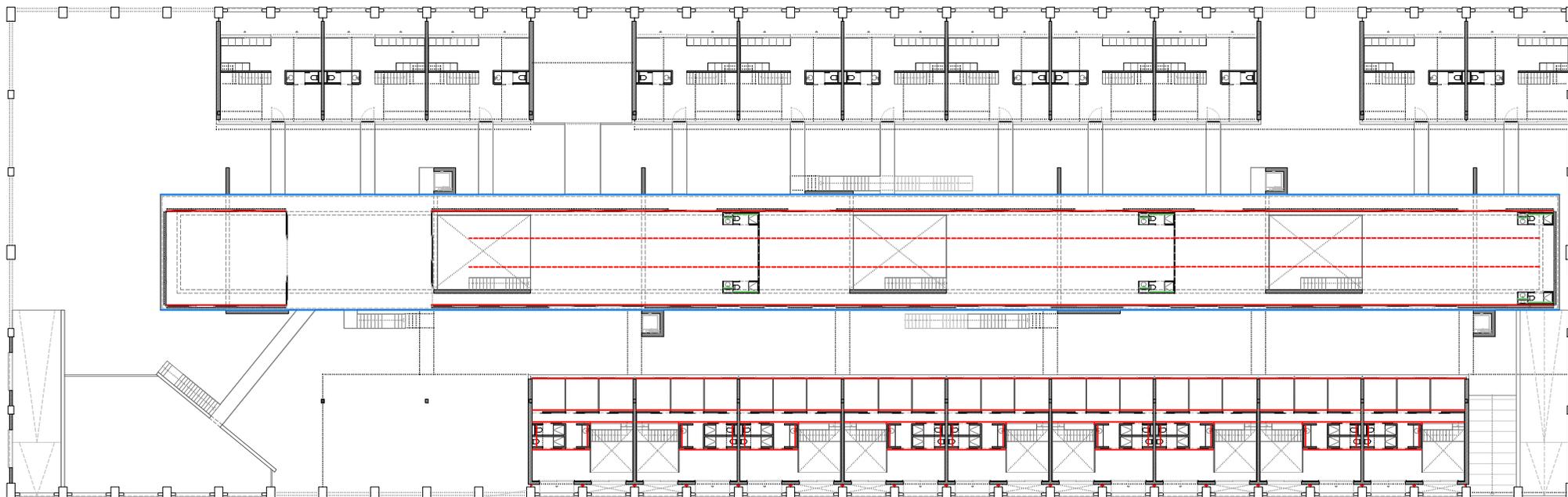
- Bajante fecales — Trazado fecales
- Bajante pluviales — Trazado pluviales



- Montante ACS
- Montante AF
- Trazado ACS
- Trazado AF

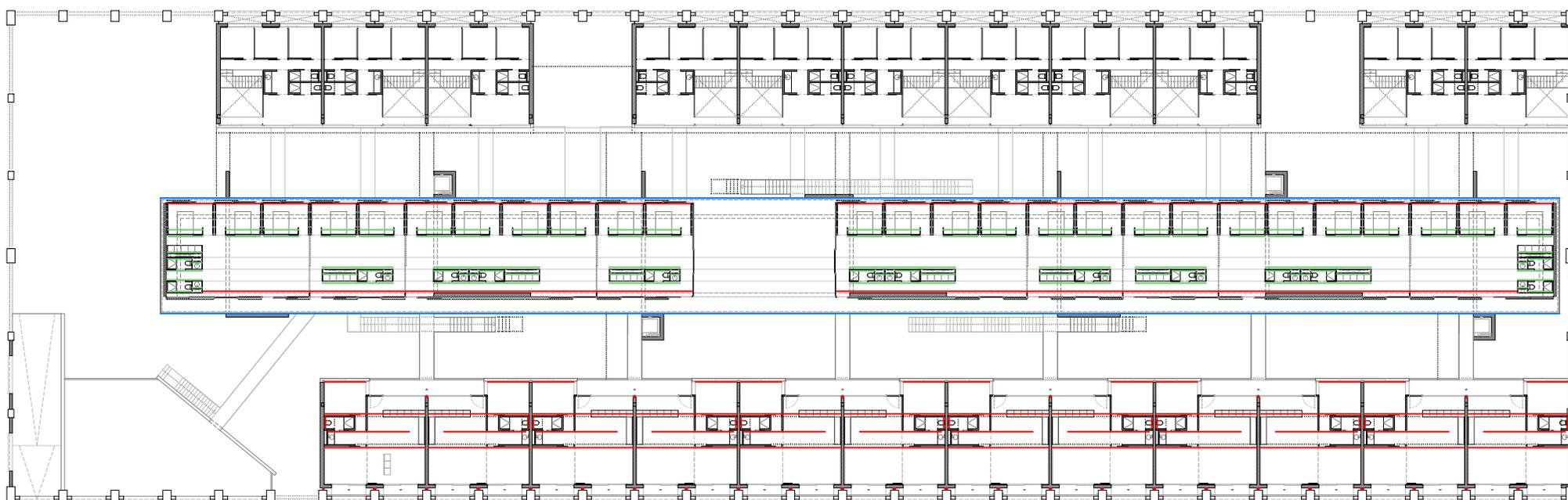
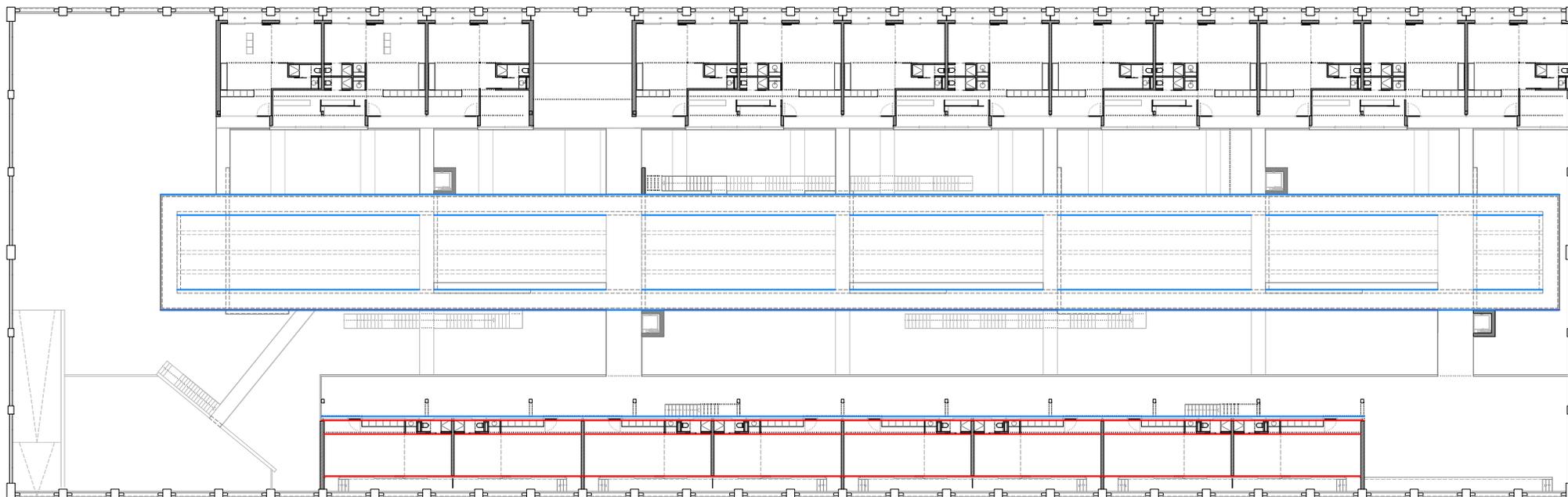


- Montante ACS
- Montante AF
- Trazado ACS
- Trazado AF

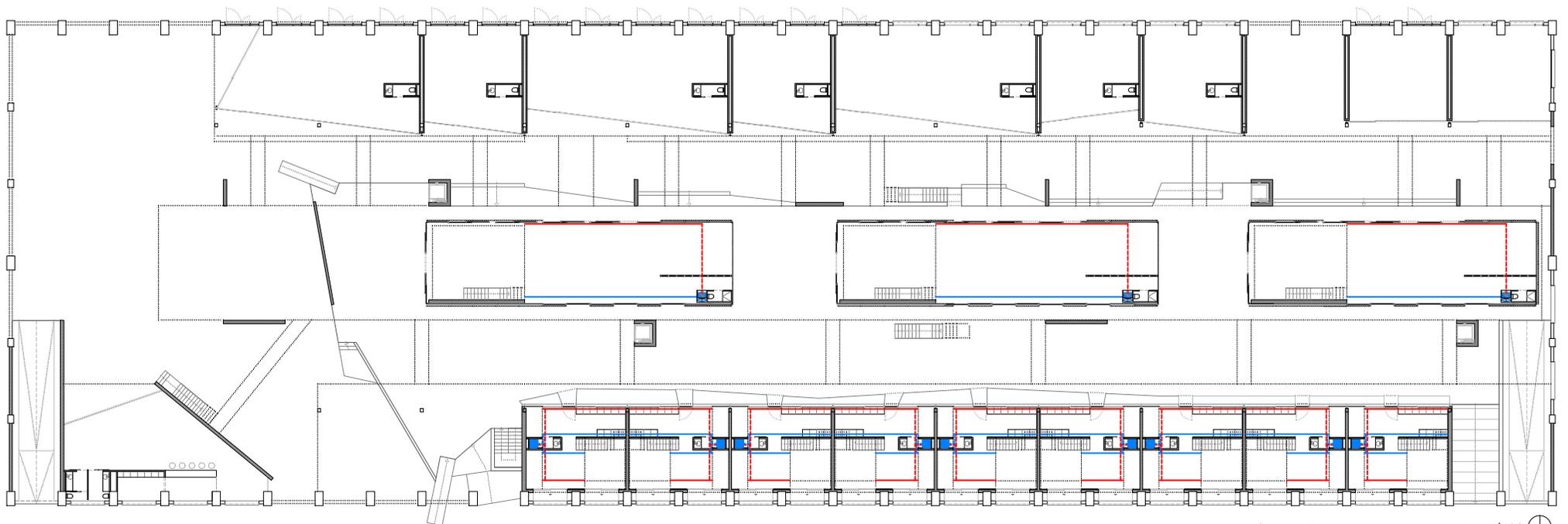
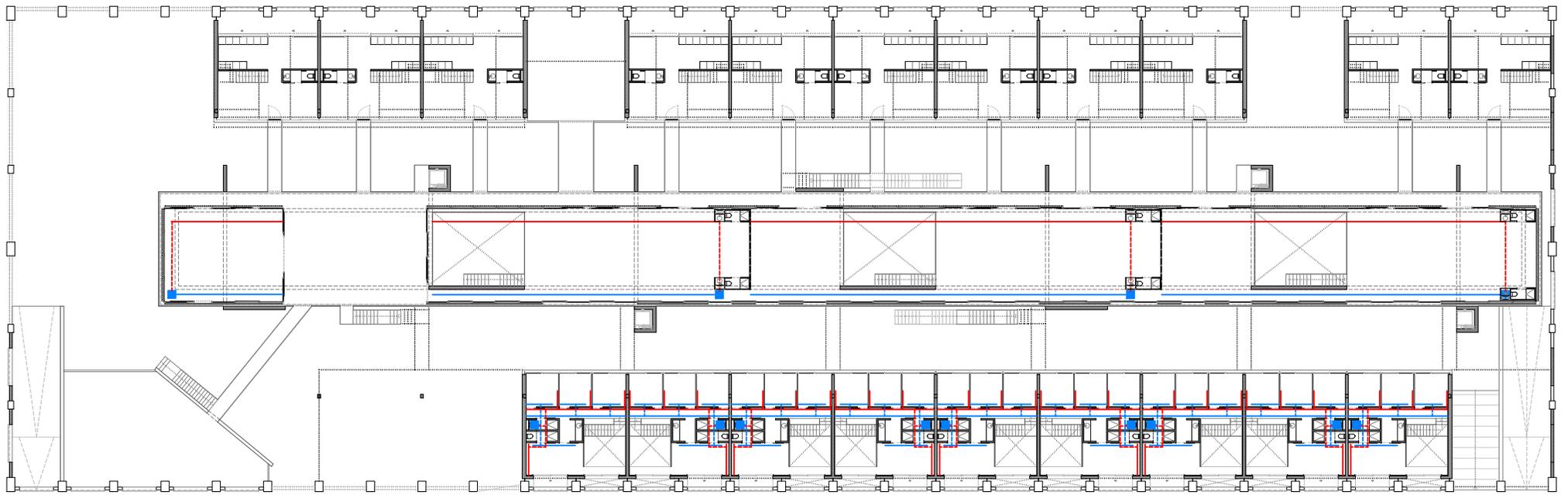


- Fluorescente en Falso Techo
- Led sobre mobiliario
- Led en exterior

Iluminación. Planta primera y baja. Esc.1/500

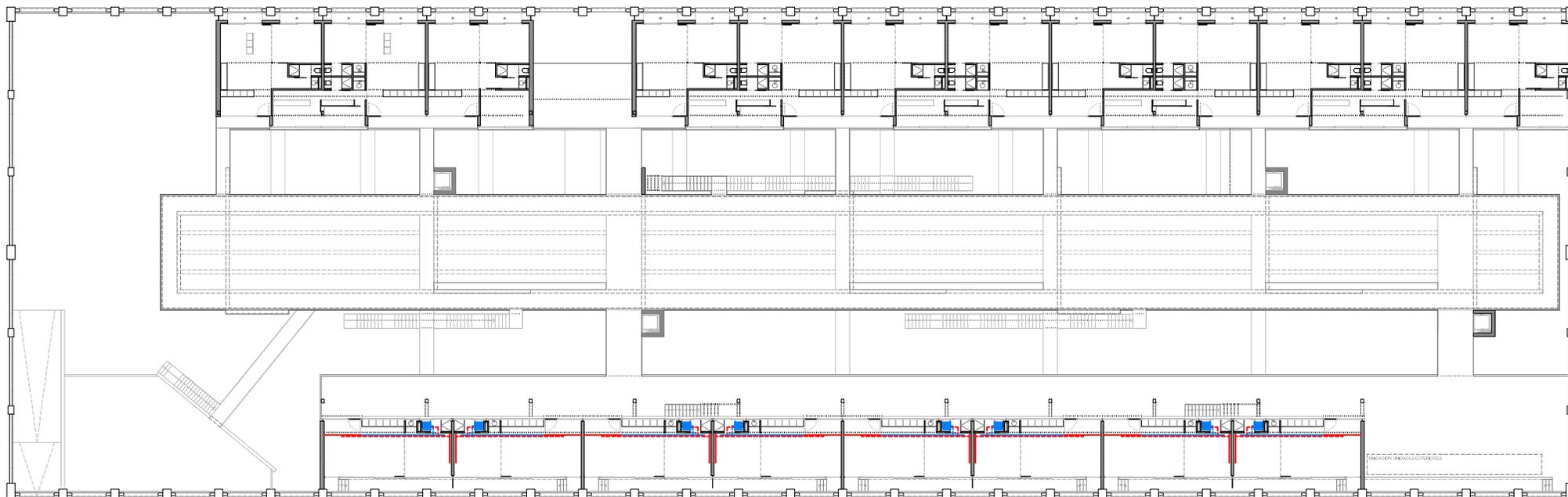


- Fluorescente en Falso Techo
- Led sobre mobiliario
- Led en exterior



- Elementos Retorno
- - - Conductos Retorno
- Unidad interior con conductos de aire
- Elementos Impulsión
- - - Conductos Impulsión
- Unidad interior compacta tipo Split

Clima. Planta primera y baja. Esc.1/500



Clima. Planta tercera y segunda. Esc.1/500

- Elementos Retorno
- - - Conductos Retorno
- Unidad interior con conductos de aire
- Elementos Impulsión
- - - Conductos Impulsión
- Unidad interior compacta tipo Split

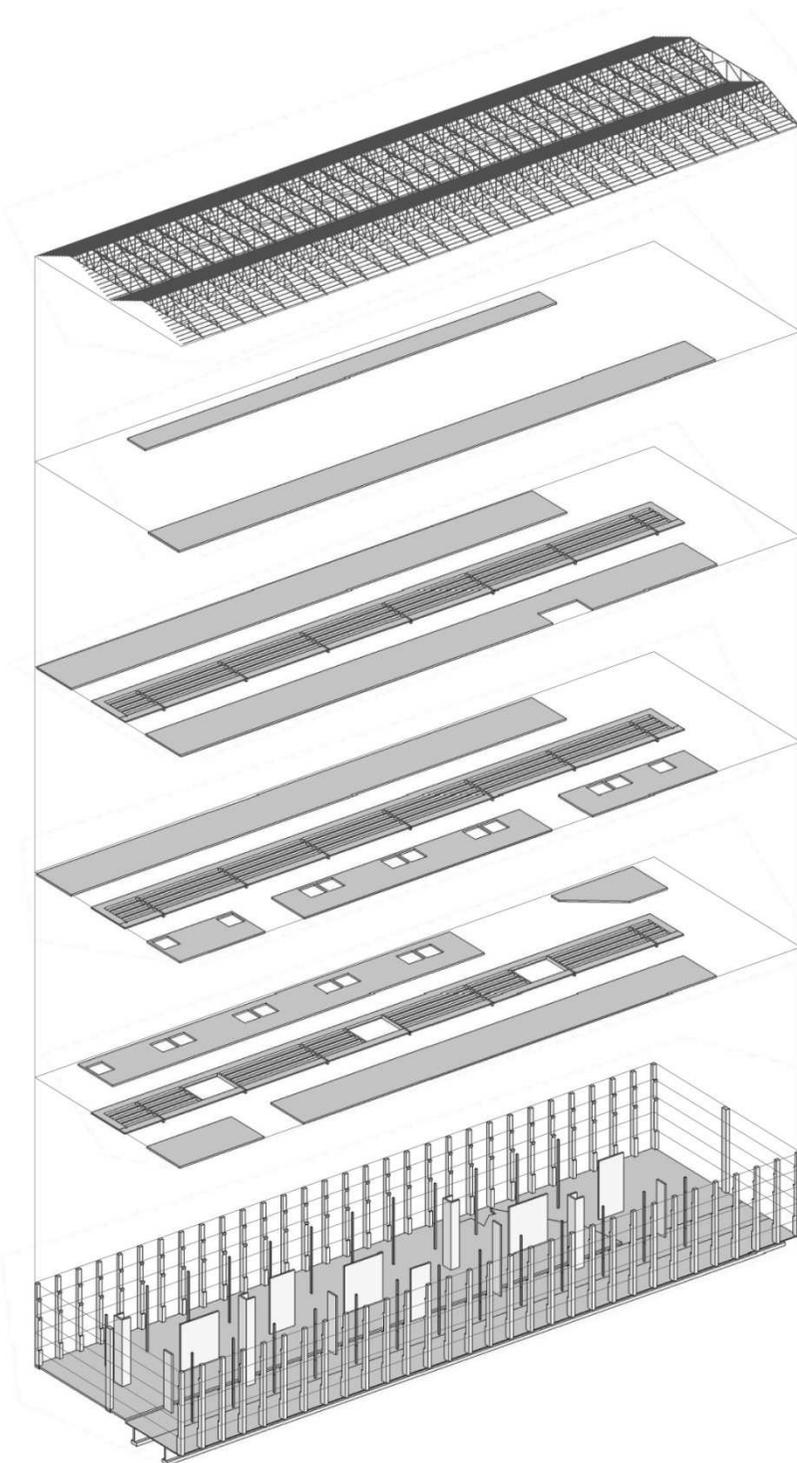
3.4 Propuesta estructural

El proyecto se concibe como 3 bloques de carácter longitudinal, estando los dos perimetrales resueltos por una estructura de forjados mediante losa maciza de 0,30 m de canto y luces de pilares intereje de 8,8 m en la dirección longitudinal de la nave y de 8,3 y 7,5 metros en la otra dirección. Estos forjados tienen vuelos de dimensiones variables, oscilando entre 1,4 y 2,2 metros. Estos forjados se anclan a los pilares existentes mediante goujons en la parte que es preciso, y mediante colocación de pletinas metálicas en aquellos sitios que forjado y preexistencia no entran en contacto. Por tanto, los elementos sustentantes son los pilares preexistentes, de sección variable, así como los pilares de nuevo orden con unas dimensiones de 0,25 x 0,35 m.

La pieza central responde a una configuración más compleja, donde, de forma simplificada podría decirse que el forjado está constituido en forma de U con patillas, actuando las costillas de este forjado como vigas de canto 0,7 m. El sustento de estos elementos se realiza mediante piezas alternas de muros y cajas de ascensor, todo ello de hormigón armado. Se salva de esta manera luces aproximadas de 16 m.

Puesto que se decide eliminar los pilares del medio de la nave, se procede a la colocación de una contracercha, así como 3 cortavientos, con sus respectivos refuerzos en la parte inferior de las cerchas originales.

A continuación se procede a explicar el método de cálculo realizado.



Acciones en la edificación

Las acciones en la edificación se obtienen según DB SE Seguridad Estructural AE Acciones en la edificación. Diferenciando para la aplicación de cargas tres tipos de elemento horizontal:

- Forjados de bloques de viviendas.
- Cubierta de bloques de viviendas.
- Forjados de tránsito y usos públicos.
- Cubierta metálica.

Según el CTE, las acciones se clasifican principalmente por su variación en el tiempo en:

- Acciones permanentes (DB-SE-AE 2)
- Acciones variables (DB-SE-AE 3)
- Acciones sísmicas o accidentales (NCSE-02)

Se van a considerar las dos primeras acciones, permanentes y variables, dado que el proyecto no se encuentra en zona de riesgo sísmico.

En cuanto a las acciones permanentes, se consideran las de peso propio, al no existir ni de pretensado ni valorarse acciones del terreno. En cuanto a las acciones variables, se siguen los valores recogidos en el documento DB SE - AE.

Sobrecarga de uso:

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	Cubiertas con inclinación inferior a 20°	1(4)	2
		G2	Cubiertas con inclinación superior a 40°	0	2

Viento:

$$Q_e = Q_b * C_e * C_p$$

$$Q_b = 0,5 \text{ kN/m}^2$$

$$C_e = 2,4$$

Tabla 3.3 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	2,2	2,5	2,7	2,9	3,0	3,1	3,3	3,5
	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
II	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
III	Zona urbana en general, industrial o forestal	1,3	1,4	1,7	1,9	2,1	2,2	2,4	2,6
IV	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

$$C_p = 0,1$$

Tabla 3.5 Coeficientes de presión interior

Esbeltez en el plano paralelo al viento	Área de huecos en zonas de succión respecto al área total de huecos del edificio										
	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
≤1	0,7	0,7	0,6	0,4	0,3	0,1	0,0	-0,1	-0,3	-0,4	-0,5
≥4	0,5	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1	0,0	-0,1	-0,2	-0,3	-0,3

$$Q_e = 0,12 \text{ kN/m}^2$$

Acción térmica:

Considerada para la cubierta y estructura metálicas, valorando la orientación más desfavorable y el acabado tipo claro.

Tabla 3.7 Incremento de temperatura debido a la radiación solar

Orientación de la superficie	Color de la superficie		
	Muy claro	Claro	Oscuro
Norte y Este	0 °C	2 °C	4 °C
Sur y Oeste	18 °C	30 °C	42 °C

$$\Delta T = 57^{\circ}\text{C}$$

Nieve:

Para Valencia, sobre terreno horizontal, se considera 0,2KN/m²

Tabla 3.8 Sobrecarga de nieve en capitales de provincia y ciudades autónomas

Capital	Altitud m	s _k kN/m ²	Capital	Altitud m	s _k kN/m ²	Capital	Altitud m	s _k kN/m ²
Albacete	690	0,6	Guadalajara	680	0,6	Pontevedra	0	0,3
Alicante / Alacant	0	0,2	Huelva	0	0,2	Salamanca	780	0,5
Almería	1.130	0,2	Huesca	470	0,2	SanSebas- tián/Donostia	0	0,3
Ávila	180	1,0	Jaén	570	0,4	Santander	1.000	0,3
Badajoz	0	0,2	León	820	1,2	Segovia	10	0,2
Barcelona	0	0,4	Lérida / Lleida	150	0,5	Sevilla	1.090	0,9
Bilbao / Bilbo	0	0,3	Logroño	380	0,6	Soria	0	0,4
Burgos	860	0,6	Lugo	470	0,7	Tarragona	0	0,2
Cáceres	440	0,4	Madrid	660	0,6	Tenerife	950	0,9
Cádiz	0	0,2	Málaga	0	0,2	Teruel	550	0,5
Castellón	0	0,2	Murcia	40	0,2	Toledo	0	0,2
Ciudad Real	640	0,6	Orense / Ourense	130	0,4	Valencia/València	690	0,4
Córdoba	100	0,2	Oviedo	230	0,5	Valladolid	520	0,7
Coruña / A Coruña	0	0,3	Palencia	740	0,4	Vitoria / Gasteiz	650	0,4
Cuenca	1.010	1,0	Palma de Mallorca	0	0,2	Zamora	210	0,5
Gerona / Girona	70	0,4	Palmas, Las	0	0,2	Zaragoza	0	0,2
Granada	690	0,5	Pamplona/Iruña	450	0,7	Ceuta y Melilla		

Forjados bloques de viviendas. HA-35.

PERMANENTES

PESO PROPIO	calculado por el programa de cálculo SP 2000
SOLADO	1 KN/m ²
FALSOS TECHOS E INSTALACIONES COLGADAS	0,25 KN/m ²
CARGAS POR TABIQUERÍA	2 KN/m ²
TOTAL (P)	3,25 KN/m²

VARIABLES

SOBRECARGA USO (A1)	2 KN/m ²
TOTAL (V)	2 KN/m²

Cubierta bloques de viviendas. HA-35.

PERMANENTES

PESO PROPIO	calculado por el programa de cálculo SP 2000
SOLADO	1 KN/m ²
FALSOS TECHOS E INSTALACIONES COLGADAS	0,25 KN/m ²
TOTAL (P)	1,25 KN/m²

VARIABLES

SOBRECARGA USO (F)	1 KN/m ²
SOBRECARGA NIEVE (VALENCIA)	no aplica por quedar bajo cubierta metálica
TOTAL (V)	1 KN/m²

Forjados de tránsito y usos públicos. HA-35.

PERMANENTES	
PESO PROPIO	calculado por el programa de cálculo SP 2000
CUBIERTA PLANA PESADA	2,5 KN/m ²
INSTALACIONES COLGADAS	0,25 KN/m ²
TOTAL (P)	2,75 KN/m²
VARIABLES	
SOBRECARGA USO (C3)	5 KN/m ²
TOTAL (V)	5 KN/m²

Cubierta metálica. ACERO S275.

PERMANENTES	
PESO PROPIO	calculado por el programa de cálculo SP 2000
CUBIERTA PLANA PESADA	2,5 KN/m ²
INSTALACIONES COLGADAS	0,25 KN/m ²
TOTAL (P)	2,75 KN/m²
VARIABLES	
SOBRECARGA NIEVE (VALENCIA)	0,20 KN/m ²
SOBRECARGA DE TEMPERATURA (SUR Y OESTE, COLOR CLARO)	$\Delta T = 57 \text{ }^\circ\text{C}$
SOBRECARGA DE VIENTO (qe)	0,12 KN/m ²

Combinación de acciones

De forma resumida y superficial podemos concretar que el programa de cálculo SP 2000 empleado para la comprobación estructural del proyecto parte de los siguientes elementos:

- Geometría.

- Materialidad (características del material y peso propio).
- Cargas aplicadas sin combinación de acciones.

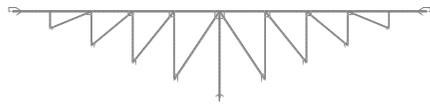
Mediante los que, a través del análisis, obtiene el resultado de la deformada del proyecto.

Es una vez realizado este análisis cuando, para la obtención de los distintos diagramas o resultados concretos de deformada, se introducen las distintas combinaciones para cada caso según las exigencias del CTE, DB SE Seguridad Estructural BC Bases de Cálculo y el supuesto a comprobar.

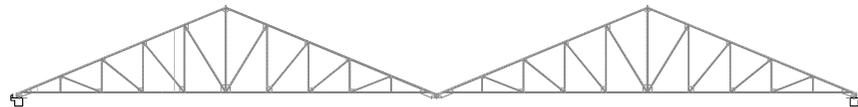
Comprobación estructural

ACERO

Se procede a comprobar el comportamiento estructural de cerchas planas y los cortavientos. Esto es la estructura que conforma la cubierta metálica de la nave. Considerando que parte de la misma es preexistente y otra parte nueva.



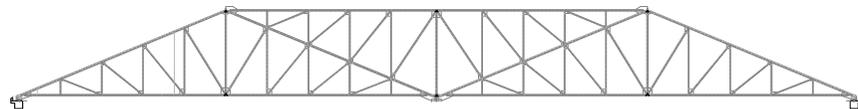
Estructura nueva HEB 160.



Estructura original doble L 75x75x8.



Refuerzo inferior nuevo 2UPN 140.



Cercha completa propuesta



Estructura cortavientos propuesta HEB 160.

Para la verificación del acero se requieren dos tipos de comprobaciones de acuerdo a DB SE 3.2, las relativas a:

- A) La estabilidad y la resistencia (ELU).
- B) La aptitud para el servicio (ELS).

Deberá comprobarse tanto la resistencia de los perfiles originales como de los nuevos perfiles propuestos, reforzando aquellos perfiles originales que así lo requieran, dimensionando los nuevos.

Se considera el acero original y de proyecto S275, con $t < 16\text{mm} \rightarrow f_y = 275\text{N/mm}^2$

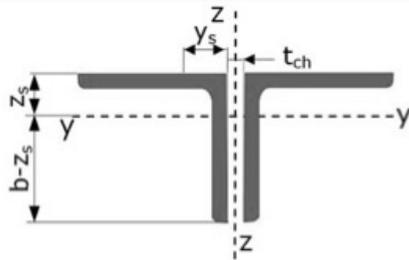
Tabla 4.1 Características mecánicas mínimas de los aceros UNE EN 10025

DESIGNACIÓN	Espesor nominal t (mm)			Temperatura del ensayo Charpy °C	
	Tensión de límite elástico f_y (N/mm ²)		Tensión de rotura f_u (N/mm ²)		
	$t \leq 16$	$16 < t \leq 40$	$40 < t \leq 63$		$3 \leq t \leq 100$
S235JR				20	
S235J0	235	225	215	360	0
S235J2					-20
S275JR					20
S275J0	275	265	255	410	0
S275J2					-20
S355JR					20
S355J0	355	345	335	470	0
S355J2					-20
S355K2					
S450J0	450	430	410		

⁽¹⁾ Se le exige una energía mínima de 40J.

Los perfiles originales son:

- Tipo doble L 75x75x8mm con separación de 8mm entre ellas.



I_y → momento de inercia respecto al eje y-y
 I_z → momento de inercia respecto al eje z-z
 $W_{el,y}$ → módulo resistente elástico en el plano y-y.
 $W_{el,z}$ → módulo resistente elástico en el plano z-z.
 t_{ch} → anchura de la chapa que se colocará entre los perfiles.

Perfil	Anchura de la chapa (t_{ch}) (mm)	Área de un perfil A (mm^2)	Propiedades de la doble sección					Clases de secciones			Resistencia de las secciones		
			eje y-y			eje z-z		compresión			compresión / tracción ($N_r, R_d \leq N_{pl}, R_d$) (kN)		
			$I_y \cdot 10^4$ (mm^4)	$W_{el,y1} \cdot 10^3$ (mm^3)	$W_{el,y2} \cdot 10^3$ (mm^3)	$I_z \cdot 10^4$ (mm^4)	$W_{el,z1} \cdot 10^3$ (mm^3)	S 235	S 275	S 355	S 235	S 275	S 355
L 65 x 65 x 7	14	869,7	66,90	14,38	36,23	112,82	15,67	3	3	3	389,29	455,55	588,08
L 70 x 70 x 6	4	812,7	73,81	14,55	38,28	73,62	10,22	3	3	3	363,78	425,70	549,53
L 70 x 70 x 6	6	812,7	73,81	14,55	38,28	80,70	11,05	3	3	3	363,78	425,70	549,53
L 70 x 70 x 6	8	812,7	73,81	14,55	38,28	88,11	11,91	3	3	3	363,78	425,70	549,53
L 70 x 70 x 6	10	812,7	73,81	14,55	38,28	95,84	12,78	3	3	3	363,78	425,70	549,53
L 70 x 70 x 6	12	812,7	73,81	14,55	38,28	103,89	13,67	3	3	3	363,78	425,70	549,53
L 70 x 70 x 6	14	812,7	73,81	14,55	38,28	112,27	14,58	3	3	3	363,78	425,70	549,53
L 70 x 70 x 7	4	939,7	84,64	16,83	42,94	88,61	12,31	3	3	3	420,62	492,22	635,41
L 70 x 70 x 7	6	939,7	84,64	16,83	42,94	96,96	13,28	3	3	3	420,62	492,22	635,41
L 70 x 70 x 7	8	939,7	84,64	16,83	42,94	105,69	14,28	3	3	3	420,62	492,22	635,41
L 70 x 70 x 7	10	939,7	84,64	16,83	42,94	114,79	15,31	3	3	3	420,62	492,22	635,41
L 70 x 70 x 7	12	939,7	84,64	16,83	42,94	124,27	16,35	3	3	3	420,62	492,22	635,41
L 70 x 70 x 7	14	939,7	84,64	16,83	42,94	134,12	17,42	3	3	3	420,62	492,22	635,41
L 75 x 75 x 6	4	874,7	91,21	16,71	44,64	88,03	11,43	3	3	4	391,55	458,19	-
L 75 x 75 x 6	6	874,7	91,21	16,71	44,64	96,05	12,31	3	3	4	391,55	458,19	-
L 75 x 75 x 6	8	874,7	91,21	16,71	44,64	104,42	13,22	3	3	4	391,55	458,19	-
L 75 x 75 x 6	10	874,7	91,21	16,71	44,64	113,15	14,14	3	3	4	391,55	458,19	-
L 75 x 75 x 6	12	874,7	91,21	16,71	44,64	122,22	15,09	3	3	4	391,55	458,19	-
L 75 x 75 x 6	14	874,7	91,21	16,71	44,64	131,64	16,05	3	3	4	391,55	458,19	-
L 75 x 75 x 8	4	1.147	117,81	21,94	55,30	124,57	16,18	3	3	3	513,30	600,67	775,41
L 75 x 75 x 8	6	1.147	117,81	21,94	55,30	135,19	17,37	3	3	3	513,30	600,67	775,41
L 75 x 75 x 8	8	1.147	117,81	21,94	55,30	146,86	18,59	3	3	3	513,30	600,67	775,41
L 75 x 75 x 8	10	1.147	117,81	21,94	55,30	158,76	19,84	3	3	3	513,30	600,67	775,41
L 75 x 75 x 8	12	1.147	117,81	21,94	55,30	171,00	21,11	3	3	3	513,30	600,67	775,41
L 75 x 75 x 8	14	1.147	117,81	21,94	55,30	183,75	22,41	3	3	3	513,30	600,67	775,41

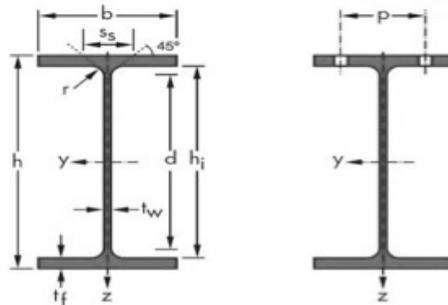
Límite de esbeltez (tabla 5.3 DB SE Seguridad Estructural A Acero):

$$c/t = 75/8 = 9,37 \leftarrow 33\epsilon = 33 \cdot (235/275)^{-2} = 33 \cdot (0,85)^{-2} = 33 \cdot 0,92 = 30,36$$

→ Clase 1

Los perfiles nuevos son:

- Tipo HEB 160.



- I_y → momento de inercia en el plano fuerte y-y.
- I_z → momento de inercia en el plano débil z-z.
- $W_{el,y}$ → módulo resistente elástico en el plano fuerte y-y.
- $W_{el,z}$ → módulo resistente elástico en el plano débil z-z.
- $W_{pl,y}$ → módulo resistente plástico en el plano fuerte y-y.
(igual al doble del momento estático de media sección).
- $W_{pl,z}$ → módulo resistente plástico en el plano débil z-z.
- i_y → radio de giro en el plano fuerte y-y.
- i_z → radio de giro en el plano débil z-z.
- A_{vz} → área de cortante.
- I_t → momento de inercia de torsión.
- I_w → momento de inercia de alabeo.
- S_c → longitud de entrega.

Perfil	Peso G (kg/m)	Dimensiones					Área A (mm ²)	Área de la sección		Propiedades de la sección											
		h (mm)	b (mm)	t _w (mm)	t _f (mm)	r (mm)		A _L (m ² /m)	A _G (m ² /t)	eje fuerte y-y						eje débil z-z					
										I _y *10 ⁴ (mm ⁴)	W _{el,y} *10 ³ (mm ³)	W _{pl,y} *10 ³ (mm ³)	i _y (mm)	A _{vz} *10 ² (mm ²)	I _z *10 ⁴ (mm ⁴)	W _{el,z} *10 ³ (mm ³)	W _{pl,z} *10 ³ (mm ³)	i _z (mm)	S _s (mm)	I _t *10 ⁴ (mm ⁴)	I _w *10 ⁸ (mm ⁸)
HE 100 B	20,4	100	100	6	10	12	2.603,84	0,57	27,76	449,54	89,91	104,21	41,55	903,84	167,27	33,45	51,42	25,35	40,06	9,25	3,38
HE 120 B	26,7	120	120	6,5	11	12	3.400,84	0,69	25,71	864,37	144,06	165,21	50,41	1.096,34	317,52	52,92	80,97	30,56	42,56	13,84	9,41
HE 140 B	33,7	140	140	7	12	12	4.295,84	0,81	23,88	1.509,23	215,60	245,43	59,27	1.307,84	549,67	78,52	119,78	35,77	45,06	20,06	22,48
HE 160 B	42,6	160	160	8	13	15	5.425,50	0,92	21,56	2.492,00	311,50	353,97	67,77	1.759,50	889,23	111,15	169,96	40,48	51,57	31,24	47,94
HE 180 B	51,2	180	180	8,5	14	15	6.525,50	1,04	20,25	3.831,13	425,68	481,45	76,62	2.024,50	1.362,85	151,43	231,01	45,70	54,07	42,16	93,75
HE 200 B	61,3	200	200	9	15	18	7.808,64	1,15	18,78	5.696,17	569,62	642,55	85,41	2.483,64	2.003,37	200,34	305,81	50,65	60,09	59,28	171,13
HE 220 B	71,5	220	220	9,5	16	18	9.104,64	1,27	17,77	8.090,96	735,54	827,05	94,27	2.792,64	2.843,26	258,48	393,88	55,88	62,59	76,57	295,42
HE 240 B	83,2	240	240	10	17	21	10.599,26	1,38	16,63	11.259,29	938,27	1.053,15	103,07	3.323,26	3.922,66	326,89	498,42	60,83	68,60	102,69	486,95
HE 260 B	93	260	260	10	17,5	24	11.845,36	1,50	16,12	14.919,41	1.147,65	1.282,91	112,23	3.760,36	5.134,51	394,96	602,25	65,84	73,12	123,78	753,65
HE 280 B	103	280	280	10,5	18	24	13.137,36	1,62	15,69	19.270,25	1.376,45	1.534,43	121,11	4.110,36	6.594,52	471,04	717,57	70,85	74,62	143,72	1.130,15
HE 300 B	117	300	300	11	19	27	14.908,94	1,73	14,80	25.165,65	1.677,71	1.868,67	129,92	4.743,94	8.562,82	570,85	870,14	75,79	80,63	185,05	1.687,79
HE 320 B	127	320	300	11,5	20,5	27	16.135,44	1,77	13,98	30.823,51	1.926,47	2.149,24	138,21	5.178,19	9.238,82	615,92	939,10	75,67	84,13	225,07	2.068,71
HE 340 B	134	340	300	12	21,5	27	17.090,94	1,81	13,49	36.656,36	2.156,26	2.408,11	146,45	5.609,94	9.689,93	646,00	985,72	75,30	86,63	257,20	2.453,63
HE 360 B	142	360	300	12,5	22,5	27	18.064,44	1,85	13,04	43.193,42	2.399,63	2.682,99	154,63	6.060,69	10.141,16	676,08	1.032,49	74,93	89,13	292,45	2.883,25
HE 400 B	155	400	300	13,5	24	27	19.778,94	1,93	12,41	57.680,48	2.884,02	3.231,74	170,77	6.998,94	10.819,03	721,27	1.104,04	73,96	93,13	355,75	3.817,15
HE 450 B	171	450	300	14	26	27	21.798,94	2,03	11,84	79.887,52	3.550,56	3.982,37	191,44	7.966,94	11.721,32	781,42	1.197,66	73,33	97,63	440,48	5.258,45
HE 500 B	187	500	300	14,5	28	27	23.864,94	2,12	11,34	107.175,73	4.287,03	4.814,57	211,92	8.982,94	12.623,91	841,59	1.291,65	72,73	102,13	538,44	7.017,70
HE 550 B	199	550	300	15	29	27	25.406,94	2,22	11,15	136.690,81	4.970,57	5.590,61	231,95	10.007,94	13.076,89	871,79	1.341,14	71,74	104,63	600,33	8.855,76
HE 600 B	212	600	300	15,5	30	27	26.996,94	2,32	10,96	171.041,04	5.701,37	6.425,14	251,71	11.081,94	13.530,24	902,02	1.391,06	70,79	107,13	667,18	10.965,38

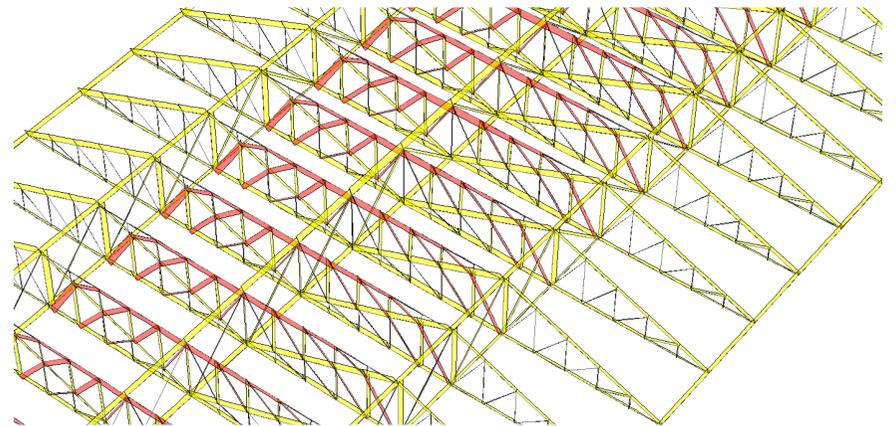
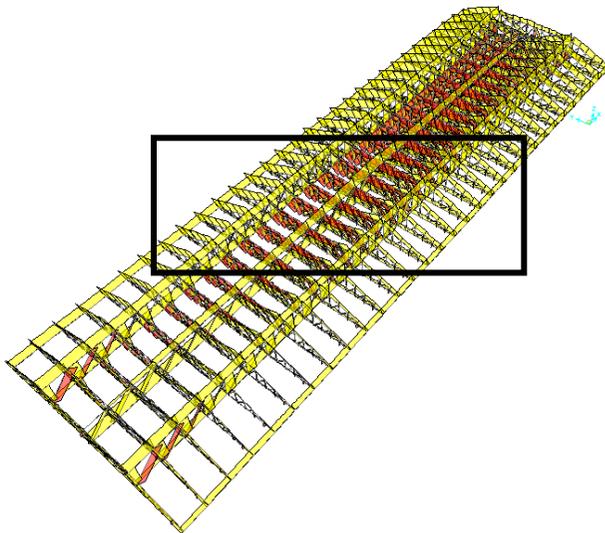
Clases de secciones						Resistencia de las secciones												Perfil
Compresión			Flexión simple yy/zz			Compresión ($N_{r,Rd} \leq N_{pl,Rd}$) (kN)			Flexión plástica ($M_{ypl,Rd}$) o elástica ($M_{yel,Rd}$) eje y-y (kNm)			Flexión plástica ($M_{zpl,Rd}$) o elástica ($M_{zel,Rd}$) eje z-z (kNm)			Cortante ($V_{pl,Rd}$) eje y-y (kN)			
S 235	S 275	S 355	S 235	S 275	S 355	S 235	S 275	S 355	S 235	S 275	S 355	S 235	S 275	S 355	S 235	S 275	S 355	
1	1	1	1	1	1	582,76	681,96	880,35	23,32	27,29	35,23	11,51	13,47	17,39	116,79	136,67	176,43	HE 100 B
1	1	1	1	1	1	761,14	890,70	1.149,81	36,98	43,27	55,86	18,12	21,21	27,37	141,67	165,78	214,00	HE 120 B
1	1	1	1	1	1	961,45	1.126,10	1.462,40	54,93	64,28	82,98	26,81	31,37	40,50	168,90	197,76	255,20	HE 140 B
1	1	1	1	1	1	1.214,28	1.420,96	1.834,34	79,22	92,71	119,67	38,04	44,51	57,46	227,36	266,06	343,45	HE 160 B
1	1	1	1	1	1	1.460,47	1.709,06	2.206,24	107,75	126,09	162,78	51,70	60,50	78,10	261,60	306,13	395,18	HE 180 B
1	1	1	1	1	1	1.747,65	2.045,12	2.640,06	143,81	168,29	217,24	68,44	80,09	103,39	320,93	375,55	484,80	HE 200 B
1	1	1	1	1	1	2.037,71	2.384,55	3.078,24	185,10	216,61	279,62	88,15	103,16	133,17	360,86	422,28	545,12	HE 220 B
1	1	1	1	1	1	2.372,22	2.776,00	3.583,56	235,70	275,82	356,06	111,55	130,54	168,51	429,42	502,51	648,70	HE 240 B
1	1	1	1	1	1	2.651,10	3.102,36	4.004,86	287,13	336,00	433,75	134,79	157,73	203,62	485,90	568,61	734,02	HE 260 B
1	1	1	1	1	1	2.940,27	3.440,74	4.441,68	343,42	401,88	518,78	160,60	187,94	242,61	531,13	621,53	802,34	HE 280 B
1	1	1	1	1	1	3.336,76	3.904,72	5.040,64	418,23	489,41	631,79	194,75	227,89	294,19	613,00	717,33	926,01	HE 300 B
1	1	1	1	1	1	3.611,27	4.225,95	5.455,32	481,02	562,90	726,65	210,18	245,95	317,50	669,11	783,00	1.010,78	HE 320 B
1	1	1	1	1	1	3.825,12	4.476,20	5.778,37	538,96	630,69	814,17	220,61	258,16	333,27	724,90	848,28	1.095,06	HE 340 B
1	1	1	1	1	1	4.042,99	4.731,16	6.107,50	600,48	702,69	907,11	231,08	270,41	349,08	783,14	916,44	1.183,04	HE 360 B
1	1	1	1	1	1	4.426,72	5.180,20	6.687,17	723,29	846,41	1.092,64	247,09	289,15	373,27	904,38	1.058,32	1.366,19	HE 400 B
1	1	2	1	1	1	4.878,81	5.709,25	7.370,12	891,29	1.043,00	1.346,42	268,05	313,67	404,92	1.029,46	1.204,69	1.555,14	HE 450 B
1	2	2	1	1	1	5.341,20	6.250,34	8.068,62	1.077,55	1.260,96	1.627,78	289,08	338,29	436,70	1.160,74	1.358,32	1.753,46	HE 500 B
1	2	3	1	1	1	5.686,32	6.654,20	8.589,97	1.251,23	1.464,21	1.890,16	300,16	351,25	453,43	1.293,19	1.513,31	1.953,54	HE 550 B
2	2	4	1	1	1	6.042,17	7.070,63	-	1.438,01	1.682,77	2.172,31	311,33	364,32	470,31	1.431,97	1.675,71	2.163,19	HE 600 B

Límite de esbeltez (tabla 5.3 DB SE Seguridad Estructural A Acero):

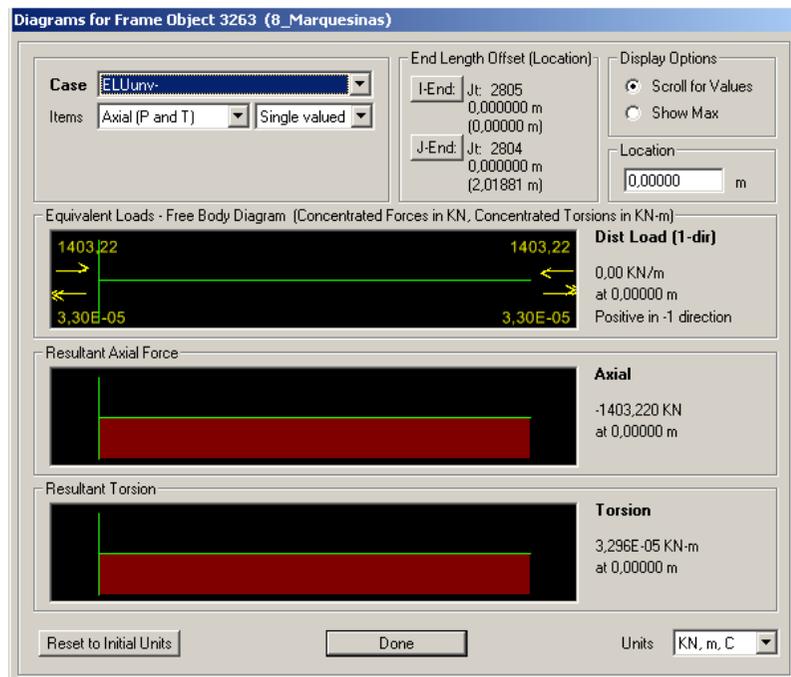
$$c/t = 160/8 = 20 \leftarrow 33\epsilon = 33 \cdot (235/275)^{-2} = 33 \cdot (0,85)^{-2} = 33 \cdot 0,92 = 30,36 \rightarrow \text{Clase 1}$$

Estados límites últimos

Para el dimensionado se toma la cercha central, aquella más solicitada por su posición más desfavorable.

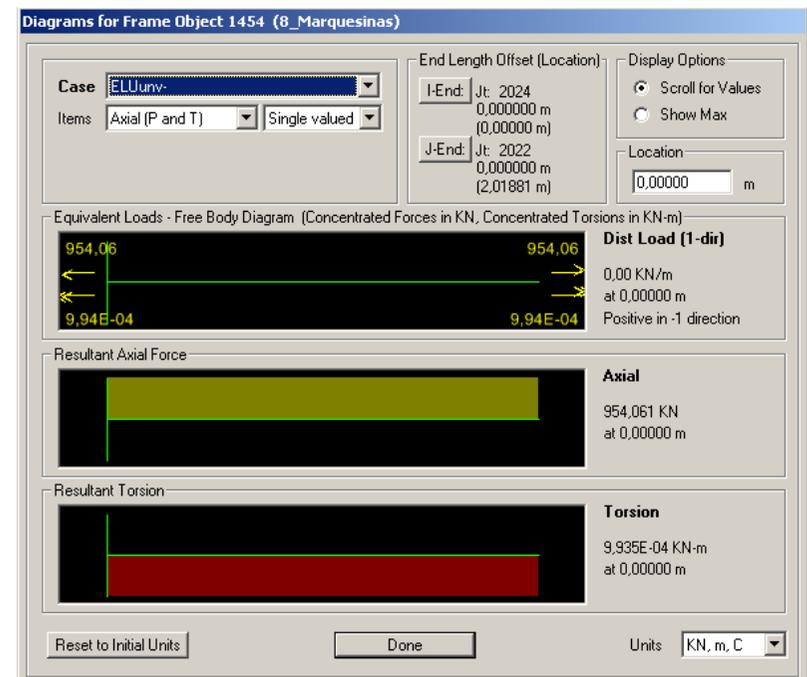


Resistencia sección. perfil nuevo de mayor sollicitación a compresión (barra horizontal superior cercha):
 Combinación de cargas *ELUunv-*



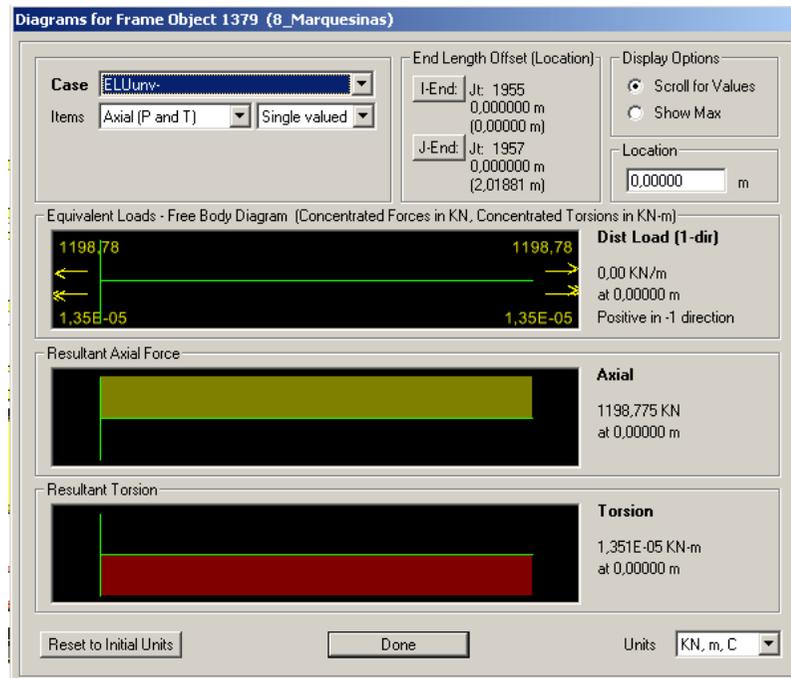
- La resistencia a compresión de la sección IPE 160:
 $N_{t,rd} \leq N_{pl,rd}$
 1403,220KN < 1420,96KN CUMPLE

Resistencia sección perfil nuevo de mayor sollicitación a tracción (barra horizontal cortaviento):
 Combinación de cargas *ELUunv-*



- La resistencia a tracción de la sección IPE 160:
 $N_{t,rd} \leq N_{pl,rd}$
 954,061KN < 1420,96KN CUMPLE

Resistencia sección. perfil original de mayor sollicitación, resistencia a tracción (barra horizontal inferior cercha):
 Combinación de cargas *ELUunv-*



- La resistencia a tracción de la sección original:

$$N_{t,rd} \leq N_{pl,rd}$$

$$1198,775\text{KN} < 600,67\text{KN}$$

NO CUMPLE

$N_{t,rd}$ es superado en toda la longitud del tramo central del cordón inferior de la cercha original. Por ello, se propone incorporar un perfil inferior soldado a la estructura original de refuerzo tipo 2UPN 140, que aporta un área de $2 \cdot 2040 = 4080 \text{ mm}^2$.

Considerando que $N_{pl,rd} = A \cdot f_{yd}$,

$N_{pl,rd}$ resultante de la suma del perfil original y el refuerzo HEB 120 = $(A_1 + A_2) \cdot f_{yd} = (A_1 + A_2) \cdot f_y / \gamma_M$

γ_M (aptdo. 2.3.3 DB SE-A) : 1,05

A1 (estructura original): 1147 mm²

A2 (refuerzo 2UPN 140): 4080 mm²

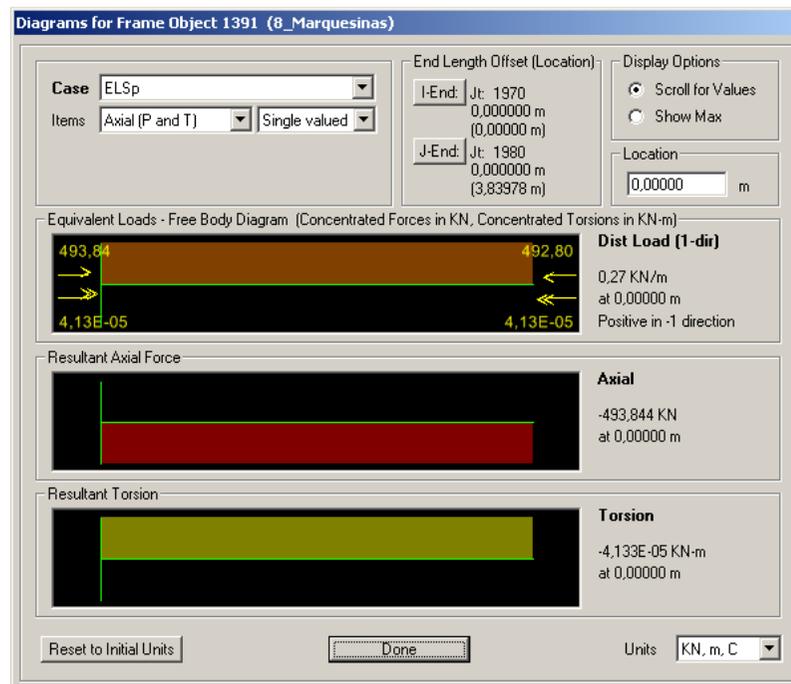
$$A_1 + A_2 = 5227 \text{ mm}^2$$

$$N_{pl,rd} = 5227 \cdot 275 / 1,05 = 1368,97\text{KN}$$

$$1198,775\text{KN} < 1368,97\text{KN}$$

CUMPLE

Resistencia sección. perfil original de mayor sollicitación, resistencia a compresión (barra vertical cercha):
combinación de cargas *eluvnv*-



- la resistencia a compresión de la sección original:
 $n_t,rd \leq n_{pl,rd}$
 493,84kn < 1198,775kn CUMPLE

Resistencia sección. corte, flexión, torsión

Estas sollicitaciones son notablemente inferiores, en la mayoría de las barras prácticamente nulas. Por ello, se considera innecesaria la comprobación de la interacción de esfuerzos.

Resistencia barras. tracción

Según CTE, la resistencia de las barras a tracción pura será equivalente a la resistencia plástica de la sección bruta, comprobada en el apartado anterior.

Resistencia barras. compresión

La resistencia de las barras a compresión, no superará la resistencia plástica de la sección bruta, comprobada en el apartado anterior, y será menor que la resistencia última de la barra a pandeo, calculada a continuación.

Resistencia barras. pandeo

En el cálculo de las barras, es necesario comprobar que el axil que solicita la sección es menor que la capacidad a pandeo por flexión de la barra.

La pieza analizada es aquella barra horizontal superior que conforma la cercha con perfiles nuevos. Una barra HEB 160 de 2,25m de longitud. Solicitada a compresión con un axil de 1038,43 KN.

Para cumplir las condiciones a pandeo es necesario que el perfil se encuentre en Clase 2 por lo que, según la Tabla 5.3 del apartado DB SE-A del Código Técnico, el límite de esbeltez c/t máximo debe ser 38 ϵ , siendo c el ancho de la pieza y t el espesor.

Como se ha comprobado anteriormente la sección es Clase 1, siendo c/t = 20

En primer lugar necesitamos calcular N_{cr} :

$$N_{cr} = \left(\frac{\pi}{L_k} \right)^2 \cdot E \cdot I$$

$$N_{cr} = 210000 \cdot 0,000025 \cdot (3,14/2,25)^2 \cdot 1000 = 5250 \cdot (1,40)^2 = 5250 \cdot 1,95 = 10237,50 \text{ KN}$$

$$E = 210\,000 \text{ N/mm}^2$$

$$I_y = 2492,00 \cdot 10^4 \text{ mm}^4 = 0,000025 \text{ m}^4$$

L_k , en vigas planas trianguladas se tomará como longitud de pandeo la distancia entre ejes de nudos (DB SE-A 6.3.2.4): 2,25m

Con ello podemos obtener la esbeltez reducida:

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

$$\bar{\lambda} = \frac{\sqrt{0,00542550 \cdot 275 \cdot 1000}}{(10237,50)} = 0,0038$$

Coeficiente de reducción por pandeo χ . Se obtiene a partir de:

- $\bar{\lambda}$ esbeltez reducida
- curva de pandeo apropiada al caso

Comprobamos que la esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ cumple la limitación del Código Técnico de ser menor que 2.

$$\bar{\lambda} = 0,004 < 2$$

Considerando las características del perfil, laminado en I, se incluye en la curva "a". Con este dato y tomando $\lambda = 0,15$ entramos en la gráfica de Curvas de pandeo y obtenemos χ .

$$\chi = 1$$

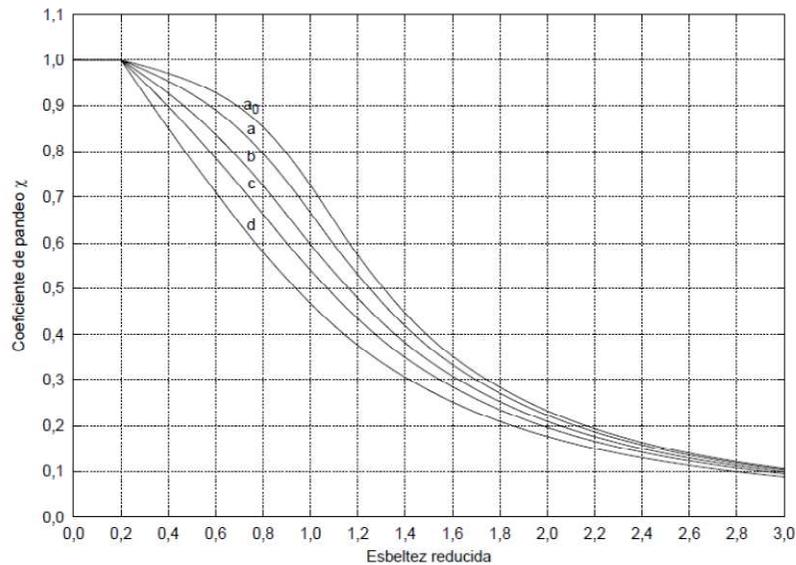


Figura 6.3 Curvas de pandeo

En base a estos datos, podemos afirmar que se cumple la comprobación establecida:

$$N \leq \chi * A * f_yd$$

$$1038,43 \text{ KN} \leq 1 * A * f_yd = 1 * 1420,96 = 1420,96 \text{ KN}$$

CUMPLE

Resistencia barras. flexión

Como se ha indicado en la comprobación de secciones, estas solicitaciones son notablemente inferiores, en la mayoría de las barras prácticamente nulas. Por ello, se considera innecesaria su comprobación o la interacción de esfuerzos en piezas (DB SE-A 6.3.4).

Estados Límite de Servicio

Los estados límite de servicio tienen como objeto verificar el cumplimiento de la exigencia básica SE-2: aptitud al servicio. En este apartado se establecen los límites y valores límite a considerar en cada caso (SE 4.3).

En este apartado se procede a la comprobación de flechas y desplazamientos horizontales. Apartados que se consideran más determinantes para el proyecto/diseño y dimensionado de la estructura:

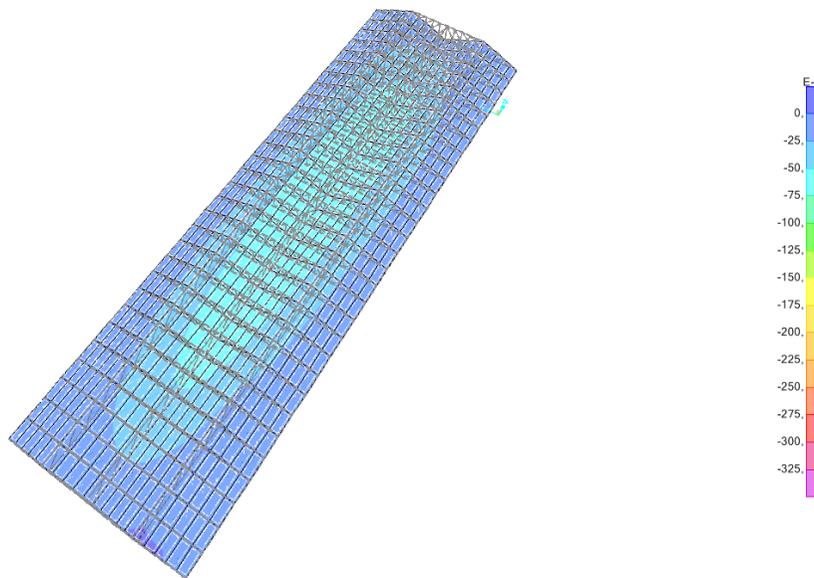
Flechas.

Integridad de elementos constructivos.

Consideramos que solo afecta a los elementos que cubren la cercha porque son los únicos que se construyen una vez montada esta estructura.

Esta deformación se refiere a la que provocan las cargas posteriores a la construcción, que serán nieve o temperatura. Se podrían considerar a la vez como combinación pero se opta por considerar solo nieve por ser notablemente más desfavorable y, al mismo tiempo, incompatible con la de temperatura.

Según los datos proporcionados por el programa de cálculo, la flecha en el punto más desfavorable, en el centro de la cercha central, es de 0,075 metros y se produce por el efecto de la carga de nieve.



Siguiendo el criterio establecido por el Código Técnico de la Edificación en el apartado de Deformaciones DB-SE 4.3.3.1 Flechas, para el caso referido a la integridad de elementos constructivos la limitación de flecha se fija en $L/300$.

En el punto en el que se produce la flecha de 0,075 m, la longitud del vano es

$L = 40,75$ metros, por lo tanto

Flecha = $L/300 = 40,75/300 = 0,135$ metros

La flecha existente por lo tanto está dentro de los límites permitidos:

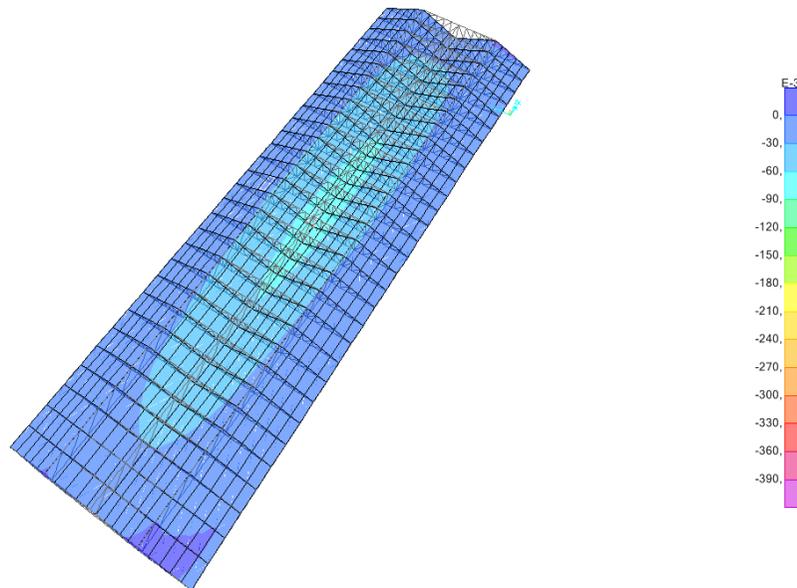
Flecha existente = $0,075 \text{ m} < 0,135 \text{ m}$

Confort de los usuarios

Para la obtención de estas deformaciones se utilizan únicamente las cargas de uso, puesto que son las que provocarán flechas una vez terminada la obra.

En general se observa que la cubierta apenas se ve influenciada por esta carga, porque es solamente en relación con su mantenimiento.

Según los datos proporcionados por el programa de cálculo, la flecha en el punto más desfavorable es de 0,065 metros.



La flecha existente por lo tanto está dentro de los límites permitidos:

Flecha existente = 0,065 m < 0,116 m

Apariencia en obra

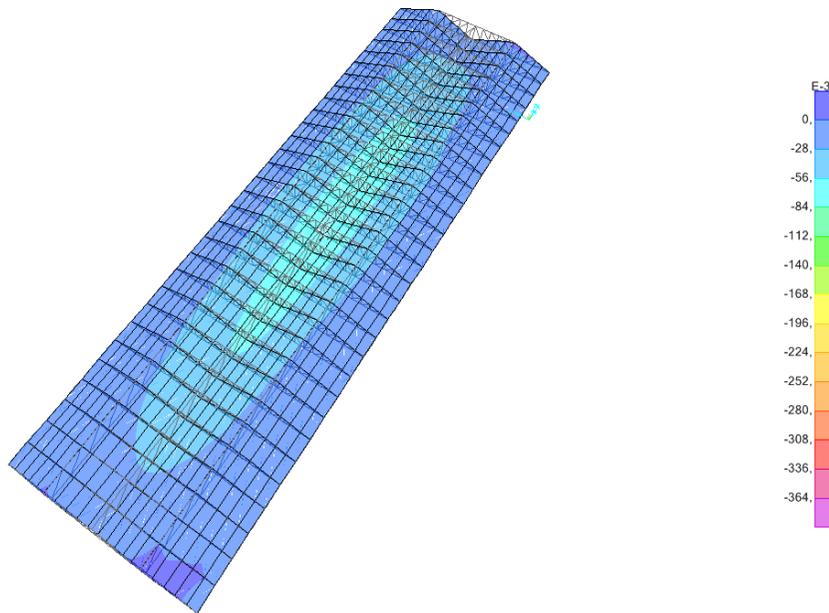
Para la obtención de deformaciones en el caso de apariencia en obra se considera la hipótesis de carga ELS_{qpu}, combinación que incluye las cargas permanentes y las de uso además del peso propio.

La flecha en el punto más desfavorable es de 0,066 metros.

En este caso, y siguiendo el criterio establecido por el Código Técnico de la Edificación en el apartado de Deformaciones DB-SE 4.3.3.1 Flechas, para la situación referida al confort de los usuarios la limitación de flecha se fija en $L/350$.

En el punto en el que se produce la flecha máxima, la longitud del vano es $L = 40,75$ metros, por lo tanto

Flecha = $L/350 = 40,75/350 = 0,116$ metros



Siguiendo el criterio establecido por el Código Técnico de la Edificación en el apartado de Deformaciones DB-SE 4.3.3.1 Flechas, para el caso referido a la apariencia en obra la limitación de flecha se fija en $L/300$.

En el punto en el que se produce la flecha máxima, la longitud del vano es $L = 40,75$ metros, por lo tanto

$$\text{Flecha} = L/300 = 40,75/300 = 0,135 \text{ metros}$$

La flecha existente por lo tanto está dentro de los límites permitidos:

$$\text{Flecha existente} = 0,066 \text{ m} < 0,135 \text{ m}$$

Desplazamientos horizontales.

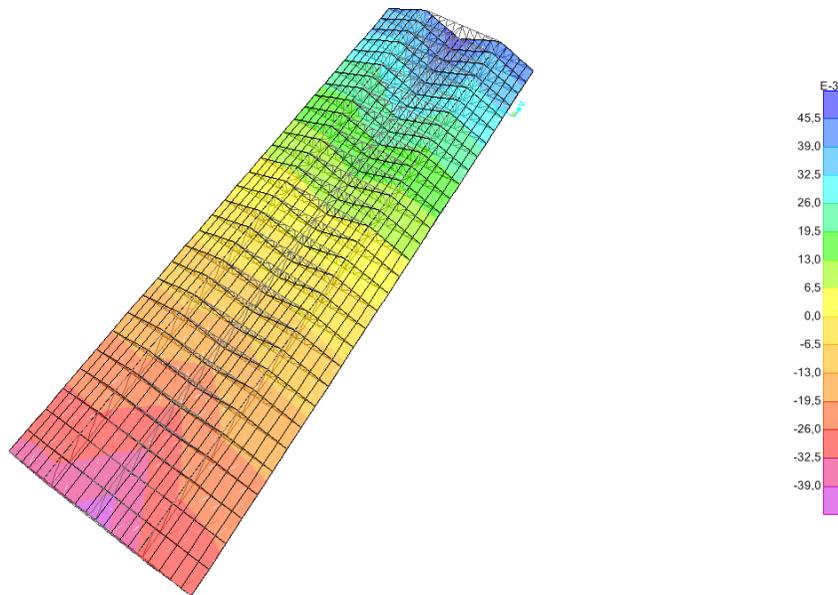
Se comprobarán estas condiciones en el sentido longitudinal del edificio, por ser aquellos valores más representativos y desfavorables, por tanto, más restrictivos. El cumplimiento de estos nos asegura el cumplimiento en la dirección transversal por la geometría del proyecto y resultados de deformada.

Integridad de elementos constructivos.

Consideramos que solo afecta a los elementos que cubren la cercha porque son los únicos que se construyen una vez montada esta estructura.

Esta deformación se refiere a la que provocan las cargas posteriores a la construcción, que serán nieve o temperatura. Se podrían considerar a la vez como combinación pero se opta por considerar solo nieve por ser notablemente más desfavorable y, al mismo tiempo, incompatible con la de temperatura.

- Según los datos proporcionados por el programa de cálculo, el desplome total en el punto más desfavorable es de $0,039$ metros y se produce por el efecto de la carga de nieve.



Siguiendo el criterio establecido por el Código Técnico de la Edificación, para el caso referido a la integridad de elementos constructivos la limitación de desplome total se fija en 1/500.

En el punto en el que se produce el desplome total de 0,067 m, la altura total es

$L = 20,25$ metros, por lo tanto

Desplome total = $1/500 = 20,25/500 = 0,041$ metros

El desplome existente por lo tanto está dentro de los límites permitidos:

Desplome total existente = $0,039 \text{ m} < 0,041 \text{ m}$

- El desplome local existente es de $0,002 \text{ m}$, en una altura de planta (altura de la cercha) de $4,5 \text{ m}$. Con ello, considerando la limitación del CTE de 1/250 para desplomes locales:

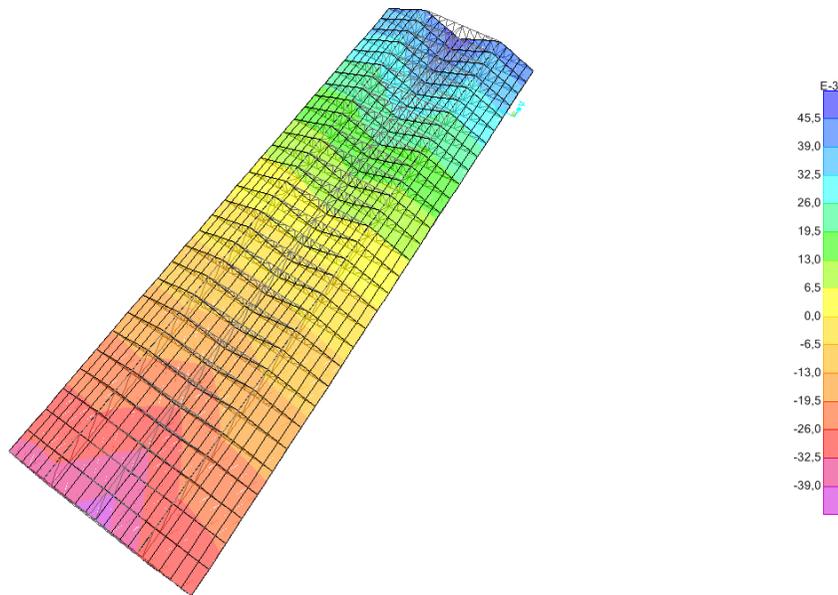
Desplome local = $1/250 = 4,5/250 = 0,018 \text{ m}$

Desplome local existente = $0,039 - 0,037 = 0,002 < 0,018 \text{ m}$

Apariencia de la obra.

Considerando cualquier combinación de acciones casi permanente.

Según los datos proporcionados por el programa de cálculo, el desplome total en el punto más desfavorable es de $0,0459$ metros.



Siguiendo el criterio establecido por el Código Técnico de la Edificación, para el caso referido a la apariencia en obra la limitación de desplome relativo se fija en 1/250.

En el punto en el que se produce el desplome de 0,0459 m, la altura total es
 $L = 20,25$ metros, por lo tanto

Desplome relativo = $1/250 = 20,25/250 = 0,081$ metros

El desplome existente por lo tanto está dentro de los límites permitidos:

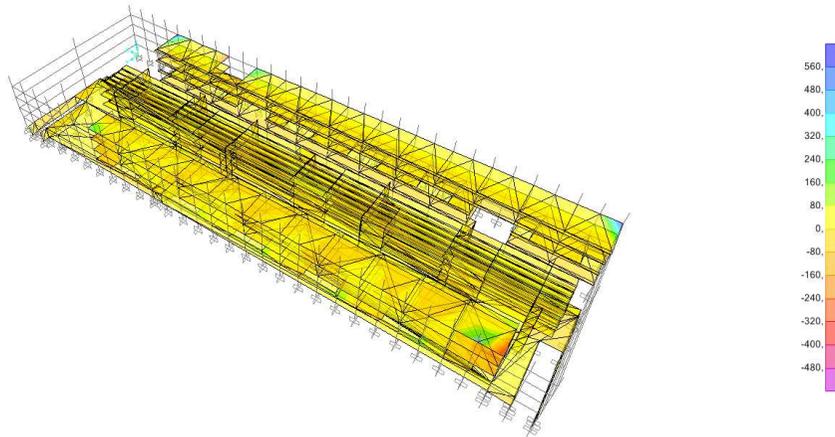
Desplome relativo existente = $0,0459 \text{ m} < 0,081 \text{ m}$

HORMIGÓN

Se procede a comprobar el comportamiento estructural de los elementos de hormigón armado.

Estados Límites Ultimos. ARMADO DE LAS LOSAS DE HORMIGÓN

Para estudiar la distribución de las armaduras en los forjados de hormigón, se tomará como base la modulación del proyecto. Se calcula el forjado más solicitado de los bloques laterales, el forjado superior, sin entrar en el dimensionado íntegro del resto de forjados o elementos (soportes, zunchos, forjados bloque central...). Dadas las características de la losa a armar, se considera razonable disponer una armadura de base de redondos cada 20 cm. Comprobaremos la capacidad mecánica a disponer como armado base y el armado de refuerzo para las regiones donde el forjado esté más solicitado.



Armadura de base

Puesto que disponemos armadura cada 20 cm, en un tramo de 1 m tendremos 5 barras de diámetro 16mm, por lo tanto:

$$\emptyset 16 \text{ c}/20 \rightarrow U_{sd} = 5 U \emptyset 16 \text{ en } 100 \text{ cm}$$

La capacidad mecánica de la armadura de tracción es:

$$U_{sd} = A_s \cdot f_{yd}$$

$$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 500 / 1.15$$

$$U \emptyset 16 = A \emptyset 16 \cdot f_{yd} = 201.06 \times (500 / 1.15) = 87\,418.2 \text{ N}$$

$$U_{sd} = 5 U \emptyset 16 = 5 \times 87\,418.2 = 437.09 \text{ KN}$$

La cuantía mecánica de la armadura es:

$$\omega = U_{sd} / (b d f_{cd})$$

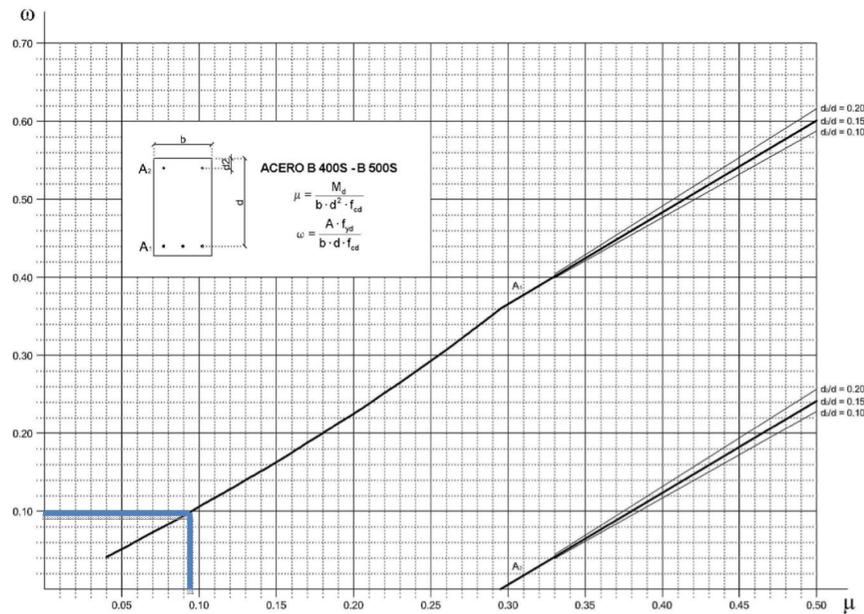
$$b = 1$$

$d = 0.265$, ya que el canto es 0.30 m, el radio del armado 8mm y el recubrimiento 35mm

$$f_{cd} = 25000/1.5$$

$$\omega (\emptyset 16) = 437.09 / [1 \times 0.265 \times (25000/1.5)] = 0.099$$

Entrando con $\omega = 0.099$ en el Ábaco para sección rectangular a flexión simple obtenemos:

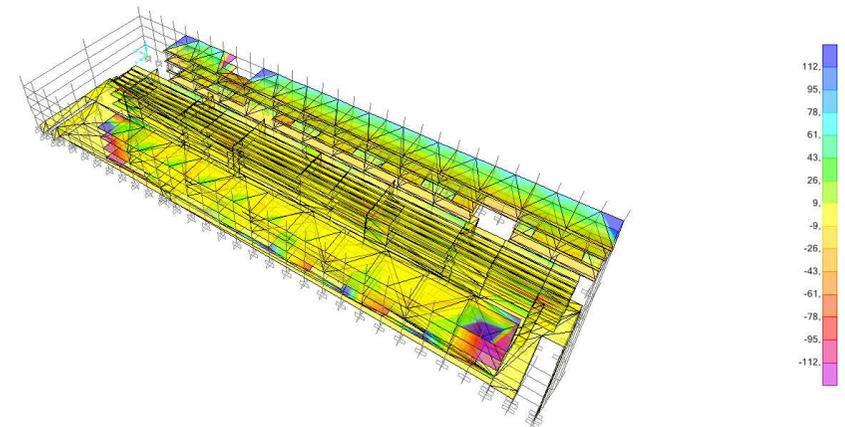


$\mu = 0.096$
 siendo $\mu = M_d / b d^2 f_{cd}$

Con estos datos podemos obtener el momento que es capaz de absorber esa sección de armadura:

$M_d = \mu b d^2 f_{cd}$
 $M_d (\varnothing 16) = 0.096 \times 1 \times 0.265^2 \times (25000/1.5) = 112,36 \text{ KNm/mu}$

Para comprobar si la armadura dispuesta es suficiente, generamos en el programa de cálculo un diagrama de momentos que acote los valores entre $-M_d = -112.36 \text{ KNm}$ y $+M_d = 112.36 \text{ KNm}$. En este diagrama, las zonas representadas en color morado y azul oscuro serán aquellas solicitadas por un momento mayor al que puede absorber la armadura base.



Armado base de la cara inferior (Momentos positivos)

Observando el diagrama de momentos positivos podemos considerar que el armado base resulta razonable, ya que las zonas en las que sería necesario el refuerzo (graficadas en azul oscuro) ocupan una proporción relativamente pequeña con respecto a la superficie total y están muy

localizadas. Por lo tanto, para la cara inferior damos por válido el armado base propuesto, y calcularemos más adelante los refuerzos necesarios.

Armado base de la cara inferior: $\emptyset 16$ c/20

Armado base de la cara superior (momentos negativos)

En base al diagrama de momentos negativos, observamos que la región grafiada en morado resulta razonable. Por lo tanto, también para la cara superior damos por válido el armado base propuesto, y calcularemos más adelante los refuerzos necesarios.

ARMADURAS DE REFUERZO

Armadura de refuerzo en cara inferior

Los refuerzos en la cara inferior se disponen en las zonas donde el Momento Positivo que solicita a la sección es mayor de lo que puede absorber la armadura de base (zonas azul oscuro).

Para reforzar las zonas más solicitadas se propone una armadura suplementaria de redondos del 20 cada 10 cm, que se añadirá a la de base compuesta por redondos del 16 cada 20 cm. Calculamos la capacidad mecánica que resulta de este incremento de armadura, y contrastamos de nuevo los resultados obtenidos con los diagramas de momentos del programa de cálculo.

$$U_{sd} = 10 \text{ U } \emptyset 20 = 10 \times 314.16 \times (500 / 1.15) = 1365.9 \text{ KN}$$

$$U_{sd} = 5 \text{ U } \emptyset 16 = 437.09 \text{ KN}$$

$$U_{sd \text{ total}} = 1365.9 + 437.09 = 1802,99 \text{ KN}$$

$$\omega \text{ (con refuerzos)} = 1802,99 / [1 \times 0.265 \times (25000/1.5)] = 0.41$$

Entrando con $\omega = 0.41$ en el Ábaco para sección rectangular a flexión simple obtenemos: $\mu = 0.335$

$$M_d \text{ (con refuerzos)} = 0.335 \times 1 \times 0.265^2 \times (25000/1.5) = 392,09 \text{ KNm/m}$$

No es suficiente, probamos con 10 redondos del $\emptyset 25$:

$$U_{sd} = 10 \text{ U } \emptyset 25 = 10 \times 491 \times (500 / 1.15) = 2134.78 \text{ KN}$$

$$U_{sd} = 5 \text{ U } \emptyset 16 = 437.09 \text{ KN}$$

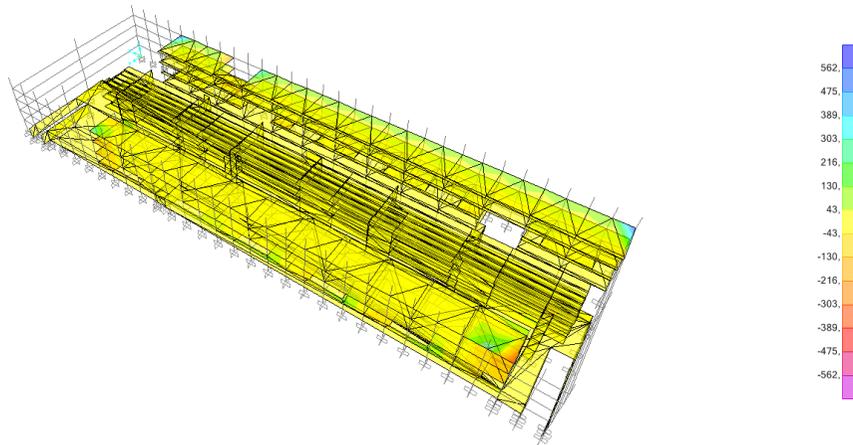
$$U_{sd \text{ total}} = 2134.78 + 437.09 = 2571,87 \text{ KN}$$

$$\omega \text{ (con refuerzos)} = 2571,87 / [1 \times 0.265 \times (25000/1.5)] = 0.58$$

Entrando con $\omega = 0.58$ en el Ábaco para sección rectangular a flexión simple obtenemos: $\mu = 0.48$

$$M_d \text{ (con refuerzos)} = 0.48 \times 1 \times 0.265^2 \times (25000/1.5) = 561,80 \text{ KNm/m}$$

Acotamos ahora los diagramas de momentos de SAP entre $-M_d = -561.80$ KNm y $+M_d = 561.80$ KNm.



En este nuevo diagrama podemos observar que, una vez introducidos los refuerzos, conseguimos absorber los momentos positivos en toda la extensión del forjado, por lo tanto, se considera válida la armadura de refuerzo propuesta.

Armadura de refuerzo en cara inferior: $\varnothing 25$ c/10

Armadura de refuerzo en cara superior

Los refuerzos en la cara superior se disponen en las zonas donde el Momento Negativo que solicita a la sección es mayor de lo que puede absorber la armadura de base (zonas moradas).

Para reforzar las zonas más solicitadas se prueba en primer lugar con una armadura suplementaria de redondos del 20 cada 10 cm, que se añadirá a la de base compuesta por redondos del 16 cada 20 cm. Calculamos la capacidad mecánica que resulta de este incremento de armadura, y contrastamos de nuevo los resultados obtenidos con los diagramas de momentos del programa de cálculo.

$$U_{sd} = 10 \text{ U } \varnothing 20 = 10 \times 314.16 \times (500 / 1.15) = 1365.9 \text{ KN}$$

$$U_{sd} = 5 \text{ U } \varnothing 16 = 437.09 \text{ KN}$$

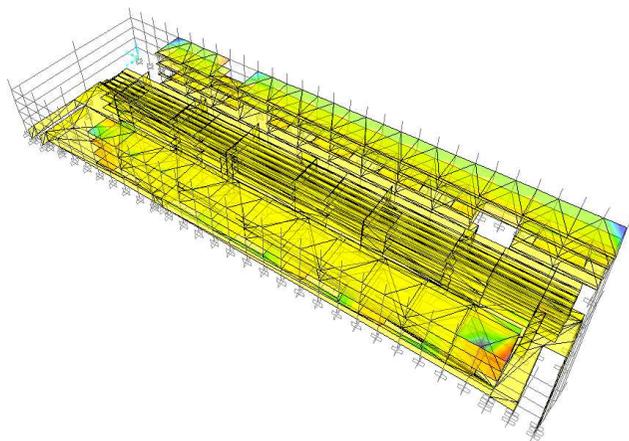
$$U_{sd \text{ total}} = 1365.9 + 437.09 = 1802,99 \text{ KN}$$

$$\omega \text{ (con refuerzos)} = 1802,99 / [1 \times 0.265 \times (25000/1.5)] = 0.41$$

Entrando con $\omega = 0.41$ en el Ábaco para sección rectangular a flexión simple obtenemos: $\mu = 0.335$

$$M_d \text{ (con refuerzos)} = 0.335 \times 1 \times 0.265^2 \times (25000/1.5) = 392,09 \text{ KNm/m}$$

Acotamos ahora los diagramas de momentos de SAP entre $-M_d = -392.09 \text{ KNm}$ y $+M_d = 392.09 \text{ KNm}$.



- Ø16 c/20
Armatura de refuerzo en cara inferior
- Ø25 c/10
Armatura de refuerzo en cara superior
- Ø20 c/10

En este nuevo diagrama podemos observar que, una vez introducidos los refuerzos, conseguimos absorber los momentos positivos en toda la extensión del forjado, por lo tanto, se considera válida la armadura de refuerzo propuesta.

Armatura de refuerzo en cara superior: Ø20 c/10

RESUMEN DE ARMADO

Armado base de la cara inferior (Momentos positivos)

Ø16 c/20

Armado base de la cara superior (Momentos negativos)

Estados Límites de Servicio

Los estados límite de servicio tienen como objeto verificar el cumplimiento de la exigencia básica SE-2: aptitud al servicio. En este apartado se establecen los límites y valores límite a considerar en cada caso (SE 4.3).

Por último se procede, por tanto, a la comprobación de flechas. En este caso hace referencia a la flecha más desfavorable del conjunto del proyecto y forjados de hormigón armado. Apartado que se consideran más determinantes para el proyecto/diseño y dimensionado de la estructura:

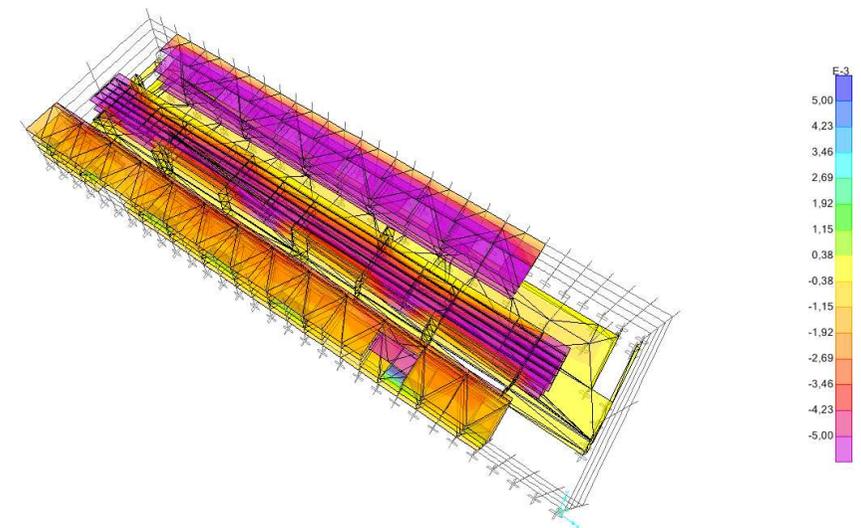
FLECHAS.

Integridad de elementos constructivos.

Consideramos que solo afecta a los elementos que cubren la cercha porque son los únicos que se construyen una vez montada esta estructura.

Esta deformación se refiere a la que provocan las cargas posteriores a la construcción, que serán permanentes de tabiquería y demás junto con las de uso.

Según los datos proporcionados por el programa de cálculo, la flecha en el punto más desfavorable, en el forjado del bloque central, es de 0,011.



Siguiendo el criterio establecido por el Código Técnico de la Edificación en el apartado de Deformaciones DB-SE 4.3.3.1 Flechas, para el caso referido a la integridad de elementos constructivos la limitación de flecha se fija en $L/400$ en pisos con tabiques ordinarios o pavimentos rígidos con juntas.

En el punto en el que se produce la flecha de 0,011 m, la longitud del voladizo es $L = 7,35$ metros, por lo tanto

$$\text{Flecha} = L/400 = 7,35/400 = 0,018 \text{ metros}$$

La flecha existente por lo tanto está dentro de los límites permitidos:

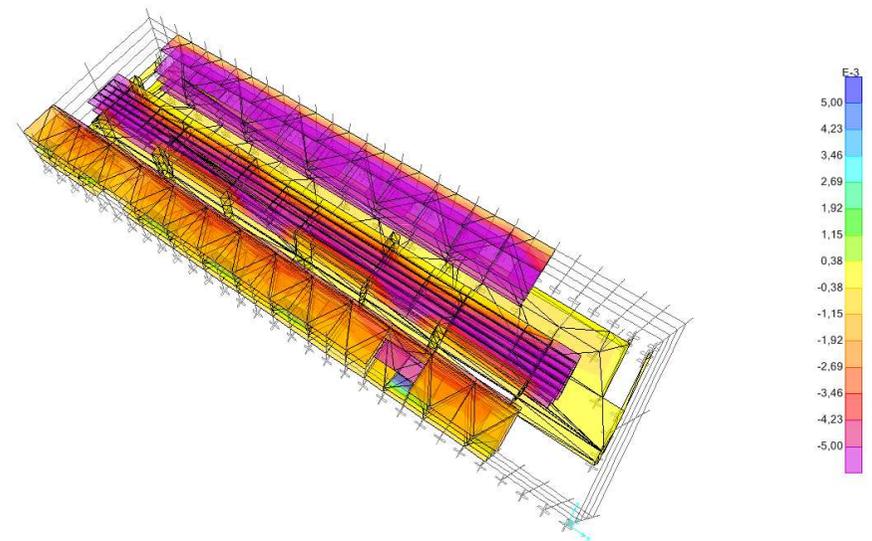
Flecha existente = 0,011 m < 0,018 m

Confort de los usuarios

Para la obtención de estas deformaciones se utilizan únicamente las cargas de uso, puesto que son las que provocarán flechas una vez terminada la obra.

En general se observa que la cubierta apenas se ve influenciada por esta carga, porque es solamente en relación con su mantenimiento.

Según los datos proporcionados por el programa de cálculo, la flecha en el punto más desfavorable es de 0,0105 metros.



En este caso, y siguiendo el criterio establecido por el Código Técnico de la Edificación en el apartado de Deformaciones DB-SE 4.3.3.1 Flechas, para la situación referida al confort de los usuarios la limitación de flecha se fija en $L/350$.

En el punto en el que se produce la flecha máxima, la longitud del vano es $L = 7,35$ metros, por lo tanto

Flecha = $L/350 = 7,35/350 = 0,021$ metros

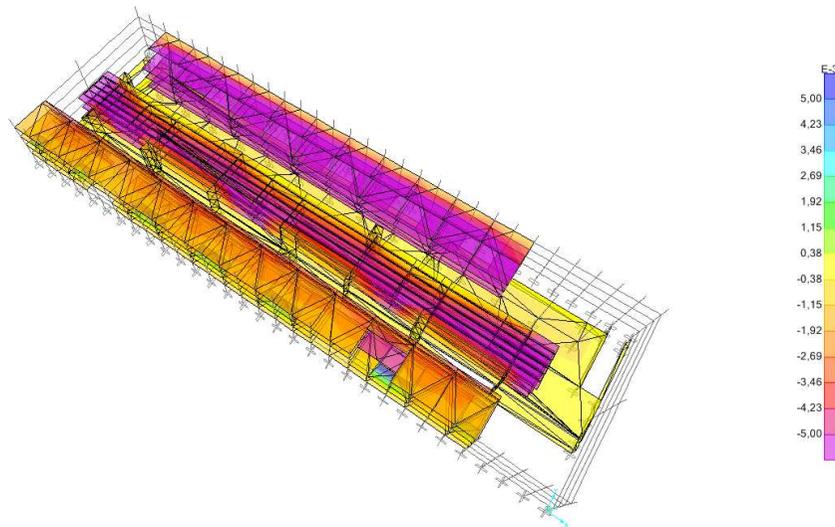
La flecha existente por lo tanto está dentro de los límites permitidos:

Flecha existente = 0,0105 m < 0,021 m

Apariencia de la obra.

Considerando cualquier combinación de acciones casi permanente.

Según los datos proporcionados por el programa de cálculo, la flecha en el punto más desfavorable es de 0,011 metros.



Siguiendo el criterio establecido por el Código Técnico de la Edificación, para el caso referido a la apariencia en obra la limitación de flecha se fija en 1/300.

En el punto en el que se produce la flecha de 0,011 m, la altura total es L = 7,35 metros, por lo tanto

$$\text{Flecha} = L/300 = 7,35/300 = 0,0245 \text{ metros}$$

La flecha existente por lo tanto está dentro de los límites permitidos:

$$\text{Flecha existente} = 0,011 \text{ m} < 0,0245 \text{ m}$$

