

# UN LUGAR DE CONEXIÓN

---

Memoria de un proyecto  
PFC | t5 abril 2019

Autora: Maria Salvador Viciano

Tutor: Juan Deltell Pastor

Máster universitario en Arquitectura  
Escola Tècnica Superior d'Arquitectura de València  
Universitat Politècnica de València  
Curso 2018-2019



ESCOLA TÈCNICA  
SUPERIOR  
D'ARQUITECTURA



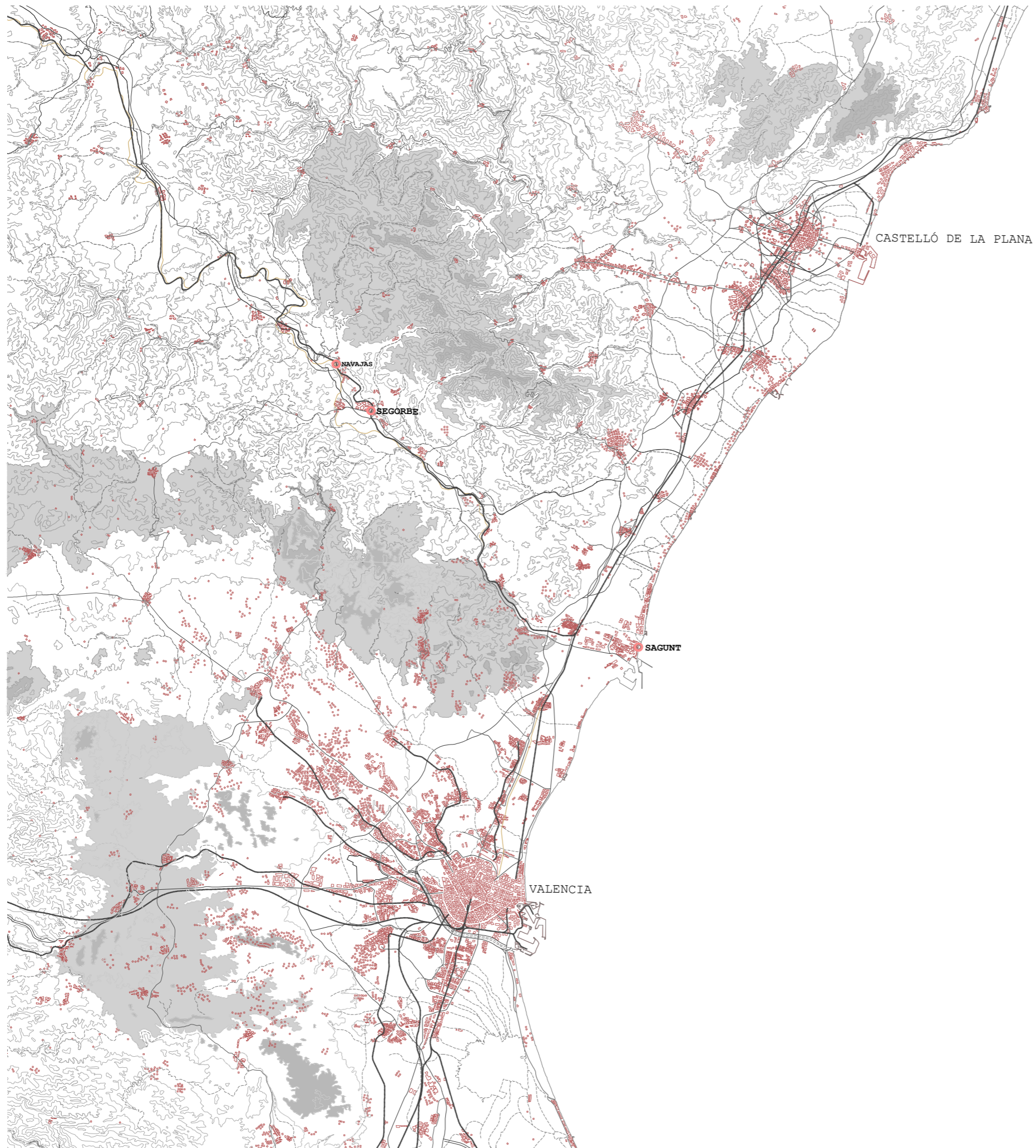
UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

*"Y, si se llama "espacio" la práctica de los lugares que define específicamente el viaje, es necesario agregar también que hay espacios donde el individuo se siente como espectador sin que la naturaleza del espectáculo le importe verdaderamente. Como si la posición de espectador constituyese lo esencial del espectáculo, como sí, en definitiva, el espectador en posición de espectador fuese para sí mismo su propio espectáculo. El espacio del viajero sería, así, el arquetipo del no lugar."...*

*... "En la realidad concreta del mundo de hoy, los lugares y los espacios, los lugares y los no lugares se entrelazan, se interpenetran. La posibilidad del no lugar no está nunca ausente de cualquier lugar que sea. El retorno al lugar es el recurso de aquel que frecuenta los no lugares (y que sueña, por ejemplo, con una residencia secundaria arraigada en las profundidades del terruño). Lugares y no lugares se oponen (o se atraen) como las palabras y los conceptos que permiten describirlas."*

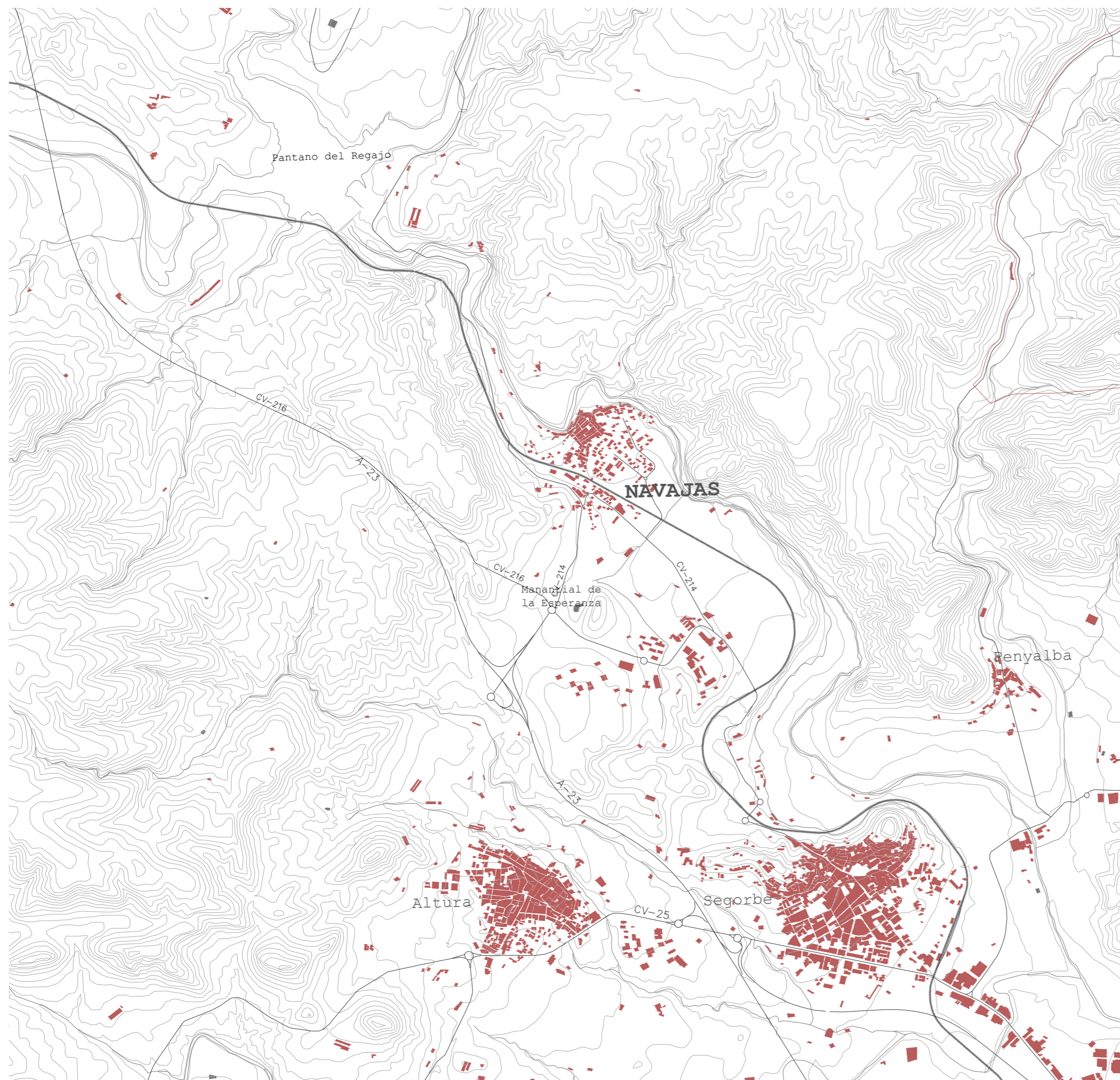
Marc AUGÉ, *Non-lieux. Introduction à une anthropologie de la surmodernité*, 1992.





La presencia de la naturaleza, el particular encanto del municipio y el área de intervención y la voluntad de resolver los problemas funcionales y urbanísticas del pueblo, llevan a escoger Navajas como emplazamiento para desarrollar el presente proyecto.





Navajas es un pequeño pueblo de la comarca del Alto Palancia, al sudoeste de la provincia de Castellón y a 383 metros de altitud sobre el nivel del mar.

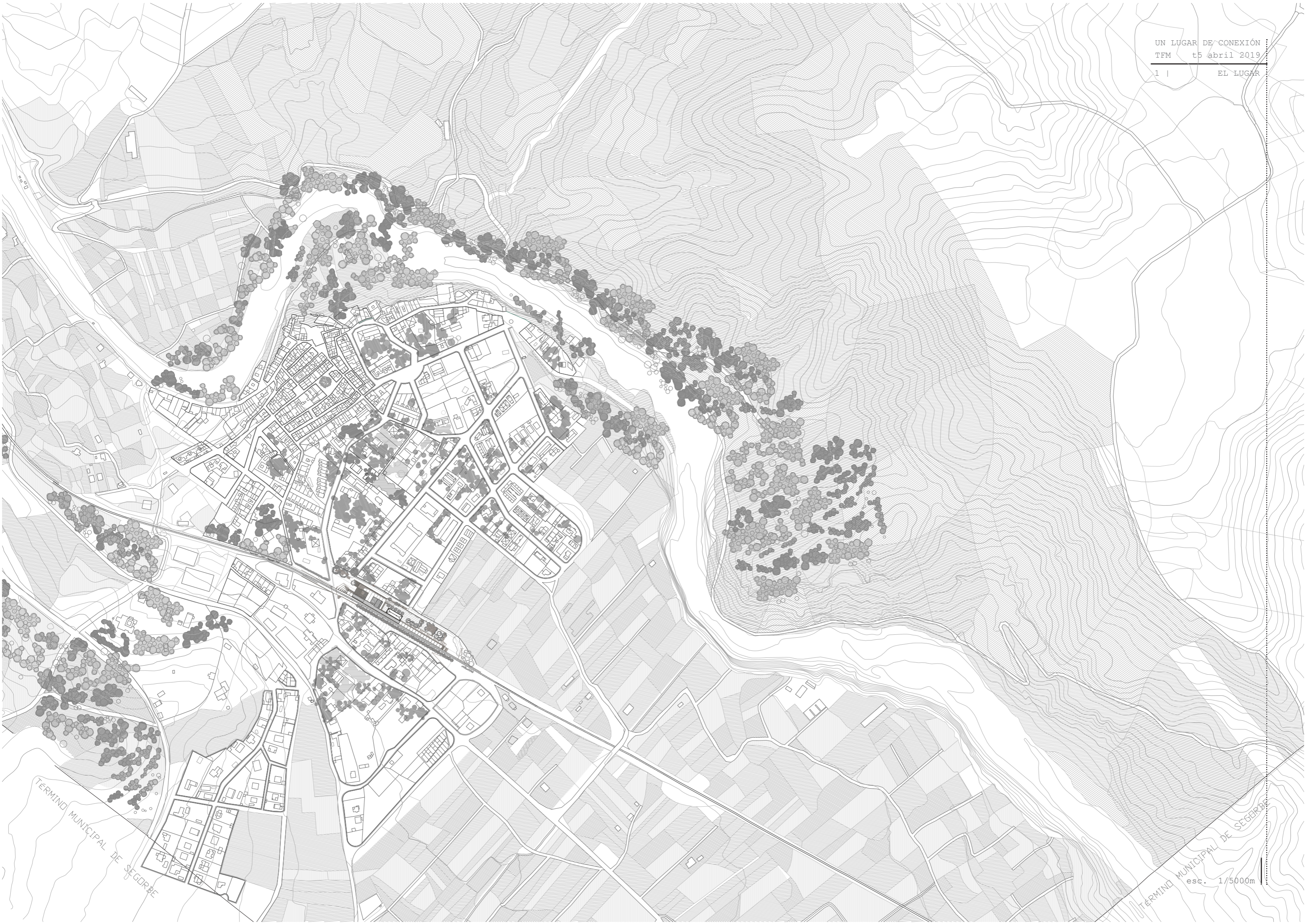
Cuenta con unos paisajes envidiables al estar circundado y protegido por montañas de escasa elevación, en las estribaciones de la Sierra de Espadán. Además, el río Palancia lo envuelve por sus límites norte y este, de modo que se sitúa en el centro de un fértil valle fecundado por las aguas del Manantial de La Esperanza.

Es un pueblo de más de 700 habitantes en medio de la naturaleza, que además de su gran patrimonio natural cuenta con un interés cultural relevante por la arquitectura singular de sus villas.

Se puede acceder con facilidad tanto desde Segorbe como desde Teruel por la CV-2140 o por la autovía Mudejar A-23. Además tiene buena conexión por ferrocarril gracias a la línea C5, que tiene especial importancia en el desarrollo de este proyecto.

Así, se escoge Navsjas como emplazamiento del proyecto, se intenta mejorar la vida de los habitantes del pueblo a través de su gran potencial turístico. Este se podría explotar si se diera más importancia a la línea de tren que atraviesa el pueblo, creando un turismo natural de interior que conectara los pueblos de Teruel con los de la Comunidad Valenciana, gracias al uso conjunto de la antigua vía Ojos Negros convertida en ruta senderista y a la actual línea C5 de ferrocarril.





TÉRMINO MUNICIPAL DE SEGORBE

TÉRMINO MUNICIPAL DE SEGORBE  
esc. 1/5000m

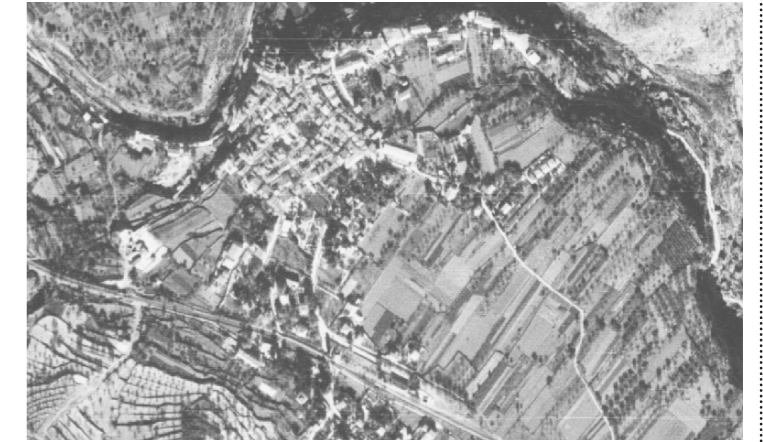




El origen de Navajas es musulmán, conservándose esta estructura morisca en el casco antiguo de la población, formado por calles estrechas y encumbradas. Fue conquistada en 1238 por Jaime I, quien cedió este municipio al obispo de Segorbe. Desde el siglo XIV y hasta el XV, el pueblo pasó de mano en mano por diversos señores feudales, hasta que finalmente en 1610 accedió a la condición de municipio. Posteriormente, en 1636, se plantó el olmo que podemos encontrar actualmente en la plaza principal, convirtiéndose la misma en el centro de reunión del pueblo. La privilegiada situación de Navajas y su buen clima han favorecido que desde el siglo XVIII el turismo valenciano eligiera este pueblo como lugar de veraneo permanente. De ahí su amplia zona residencial, con casas señoriales de gran interés arquitectónico.



En 1907, el ferrocarril minero de Sierra Menera comenzó a funcionar transportando el hierro de las minas de Ojos Negros (Teruel) hacia el puerto de Sagunto. Concebido únicamente para el transporte de mineral, su vida estuvo siempre condicionada por el nivel de actividad de su cuenca minera. Hasta que en 1972 se clausuró, aprovechando Renfe algunos tramos de Sierra Menera. Este cambio de uso provocó también un cambio de los trenes y las necesidades de los mismos, esto se puede observar en la actual estación donde la cota del andén se incrementó en 70 cm, creándose un desnivel que provoca dificultades para la accesibilidad del usuario. En 2002 empezó la recuperación de la ruta ferroviaria minera como vía verde, convirtiéndose la misma en un punto de interés y actividad turística muy importante. Así el ámbito de la estación se convierte en el punto de recepción para el turismo en el pueblo y se considera fundamental habilitar el espacio para el mayor confort de los usuarios y turistas.



80



1956

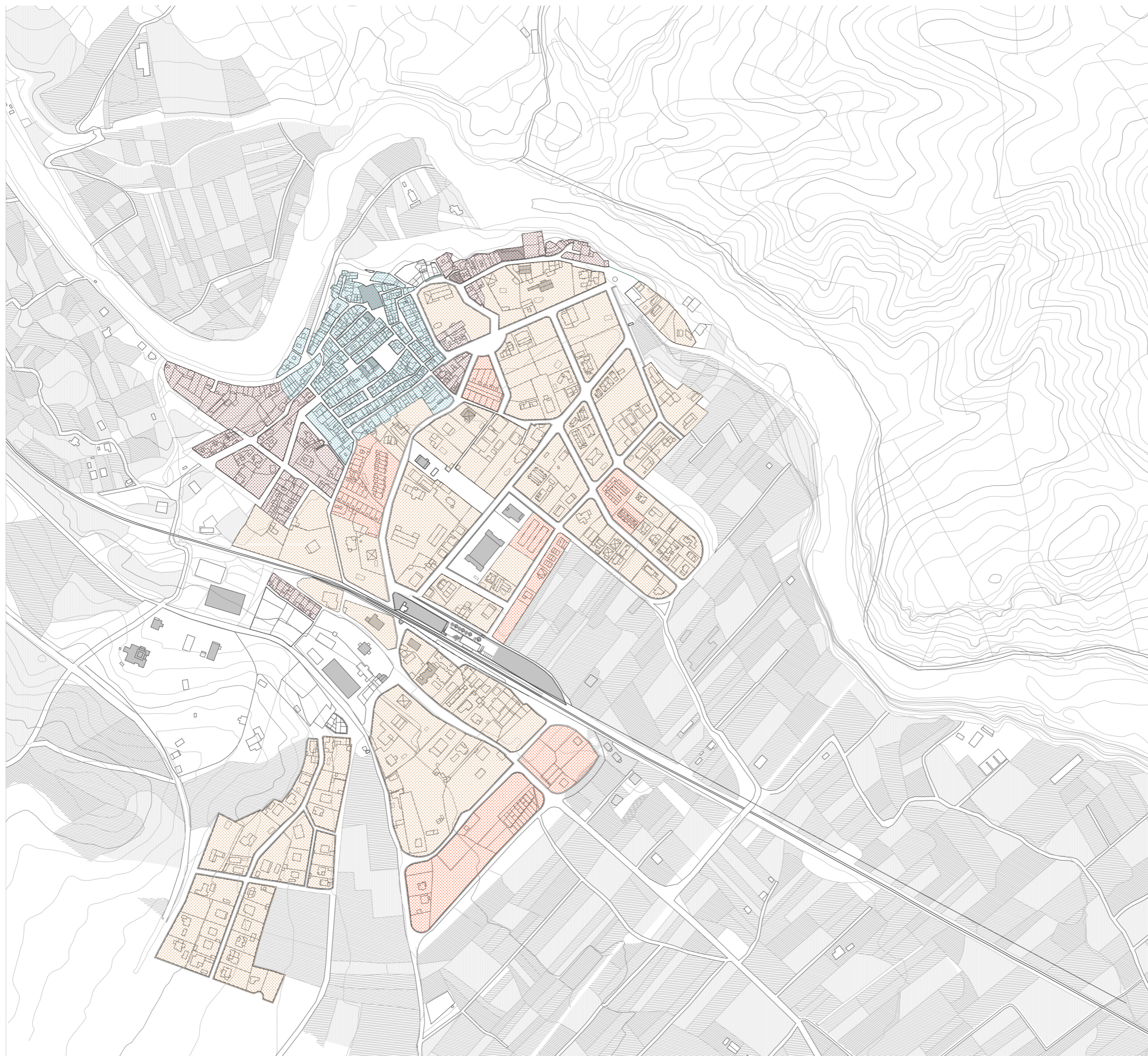


2000



2018





En el término municipal se observan 3 zonas bien diferenciadas:

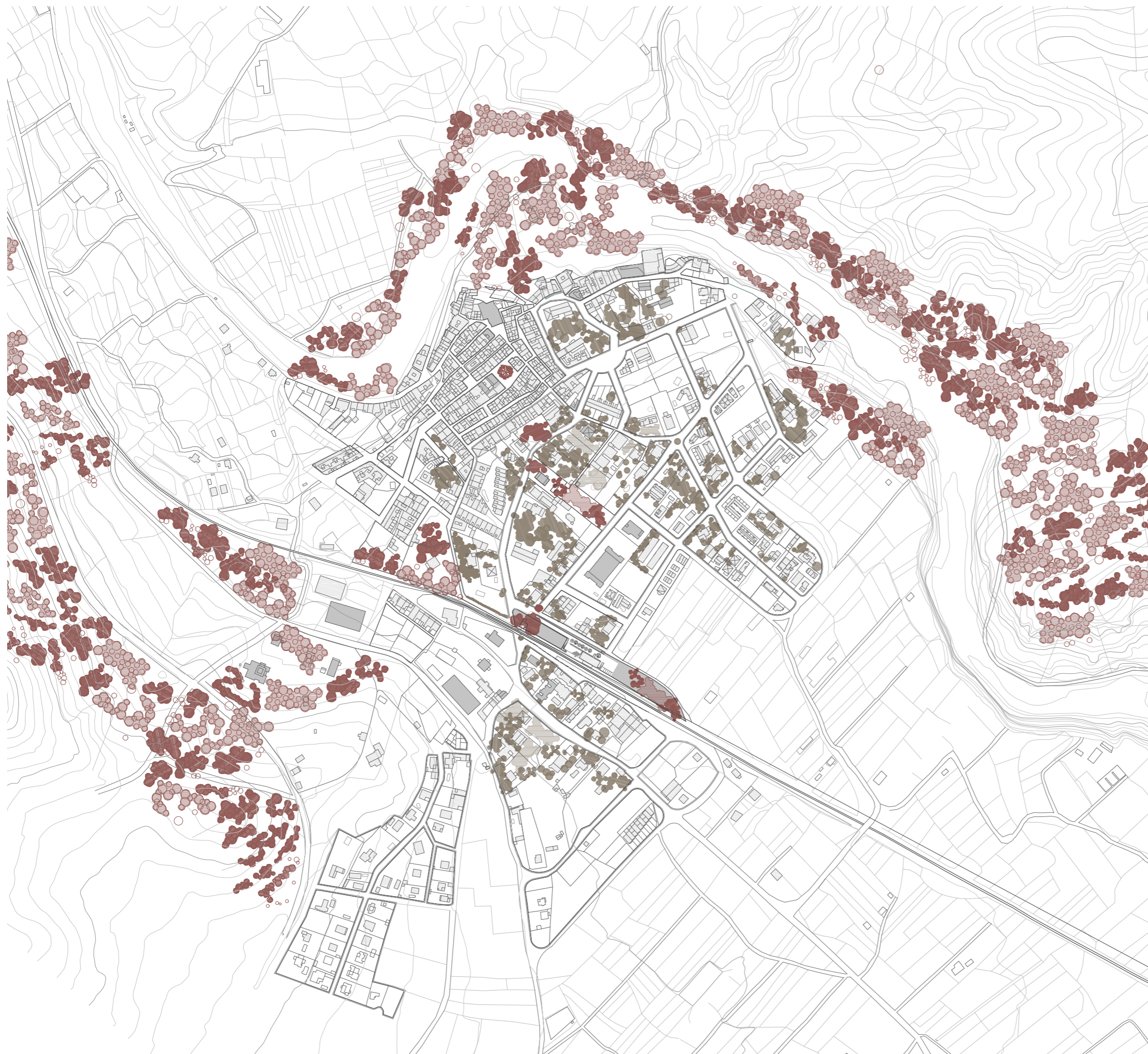
- Montañas bajas en los límites norte y oeste.
- Campos de cultivo en el límite este
- El casco urbano, con la edificación densa y consolidada característica del centro histórico rodeada por las villas unifamiliares de amplias parcelas del siglo XVIII.

Navajas tiene densidad baja de tráfico, concentrándose éste en las dos vías principales de acceso y localizándose el grueso de aparcamientos en la zona donde estas se encuentran.

Vehículos y peatones comparten las vías en la práctica totalidad de la población, incluyendo el casco histórico.

- Casco histórico
- Ensanche
- Vivienda unifamiliar aislada
- Vivienda unifamiliar y colectiva de bloque exento





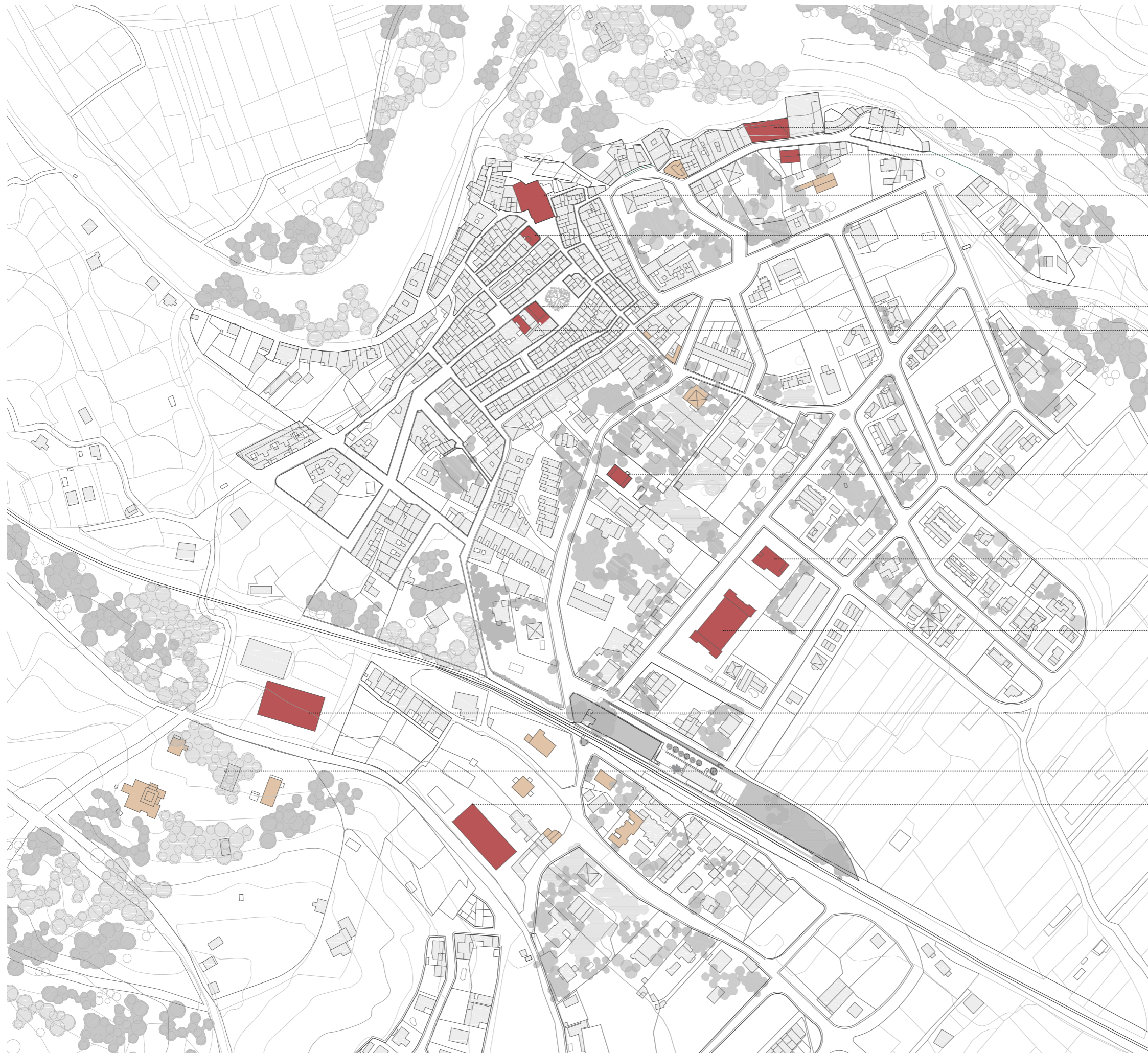
Navajas está situada en el centro de la comarca del Alto Palancia, esta zona tiene un clima mediterráneo con características intermedias entre el clima de la llanura litoral septentrional y los climas de interior. Se tienen pues unas temperaturas suaves gracias a su proximidad al mar, y unas lluvias que se concentran en primavera y otoño, dando lugar a inviernos y, sobre todo, veranos secos.

Concretamente Navajas crece en la zona más baja del valle muy cerca del cauce del río Palancia sobre una ladera que mira al noreste. Esta situación cercana al río y protegida de los vientos cálidos del sur confiere a la población un clima fresco para su localización geográfica, que resulta especialmente agradable durante los meses de verano.

Por lo que se refiere a la vegetación, abunda un ecosistema de maquias, coscojares de *Quercus coccifera* y pinares de *Pinus halepensis*. En cuanto a arbustos encontramos un rico ecosistema formado por variedad de especies, entre ellas destacan el brezo, el enebro y el torvisco.

A pesar de estar Navajas rodeado por un entorno natural muy rico gracias a la cuenca del río Palancia. El grueso de la infraestructura verde del casco urbano, se encuentra en el interior de parcelas privadas, quedando la ciudadanía carente de zonas verdes. Únicamente la plaza del ayuntamiento goza de un entorno natural agradable.

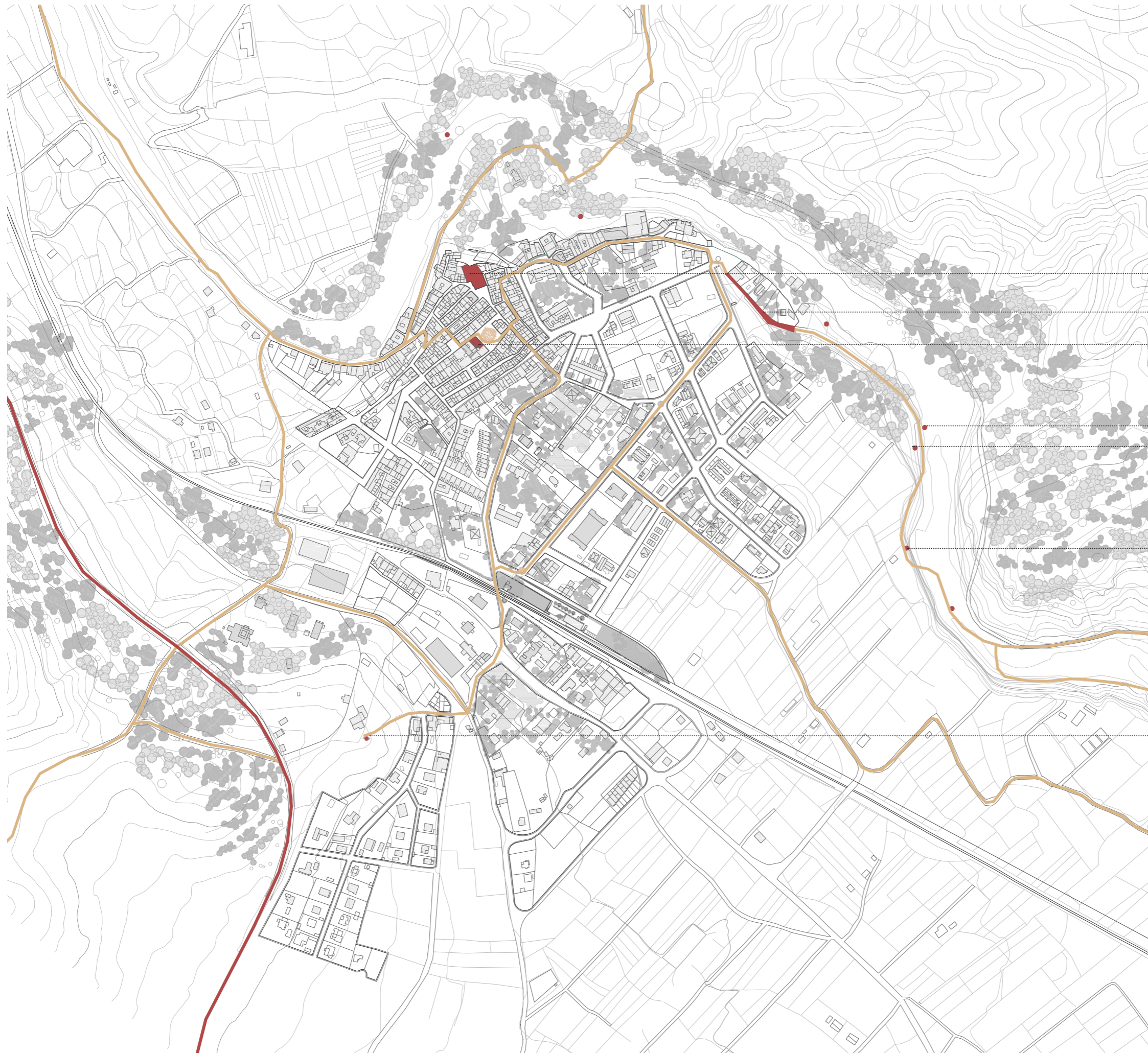




- Equipamiento
- Alojamiento temporal
- ..... Conservatorio
- ..... Centro de salud
- ..... Iglesia
- ..... Centro de mayores
- ..... Oficina de turismo
- ..... Biblioteca
- ..... Ayuntamiento
- ..... Escuela
- ..... Auditorio
- ..... Polideportivo
- ..... Camping
- ..... Piscina municipal

Se puede observar que la vía del ferrocarril divide claramente el pueblo en dos partes, quedando el grueso de alojamientos temporales a un lado de las vías y la mayoría de los equipamientos en el otro. De este modo, aunque solamente hay a 7 minutos (550 metros) desde el alojamiento más alejado hasta la plaza Olmo, donde encontramos las tiendas, la oficina de información y turismo, cafeterías, etc. se convierte en un recorrido complicado y desagradable debido a las malas comunicaciones para atravesar las vías. Como la parcela de la intervención se sitúa en el punto de paso más conflictivo, se decide abordar el proyecto de forma que mejore las comunicaciones entre las dos partes de Navajas.





— Vía verde Ojos Negros

— Rutas de senderismo

..... Iglesia

..... Rocódromo

..... Plaza del Olmo y  
Oficina de Turismo

..... Ruta de las fuentes

..... Mirador del paraíso

..... Salto de la novia

..... Torre Altomira





Posible ampliación PGOU

Paso inferior

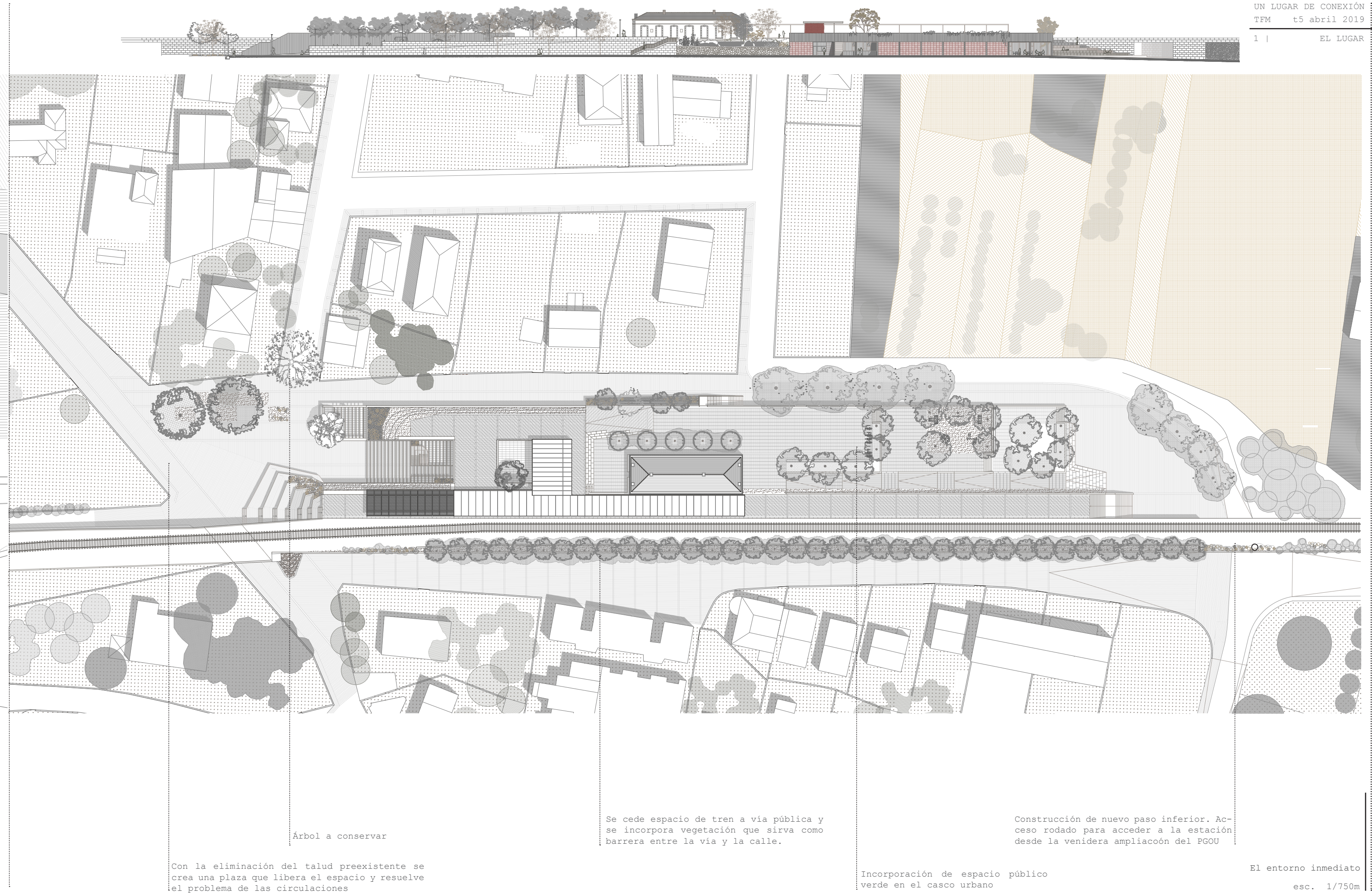
Árbol a conservar

Diferencia de cota conflictiva

Masa densa de vegetación a conservar

Cruce conflictivo - desconexión

Calle demasiado estrecha respecto a la dimensión excesiva de la vía



Árbol a conservar

Se cede espacio de tren a vía pública y se incorpora vegetación que sirva como barrera entre la vía y la calle.

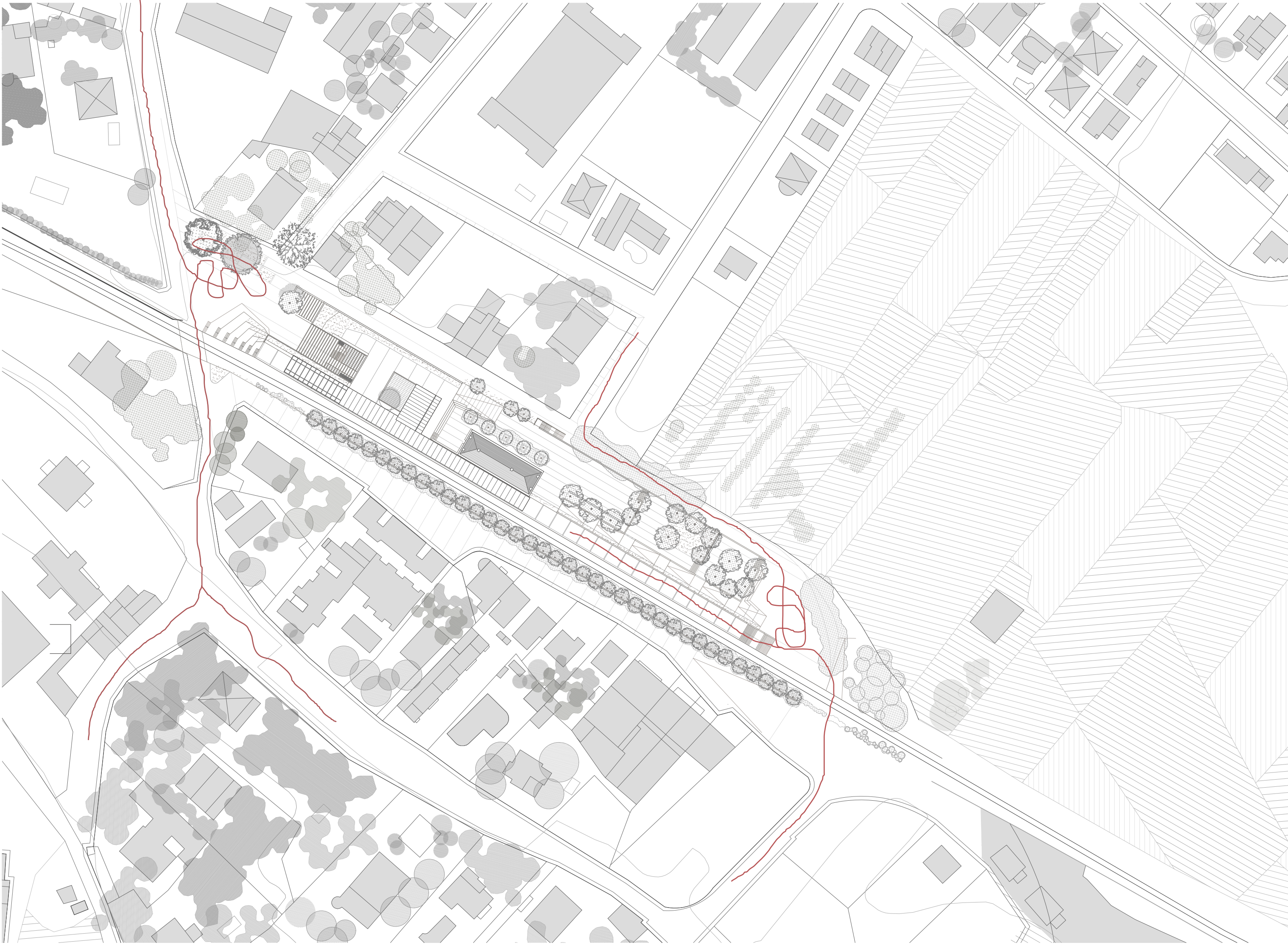
Construcción de nuevo paso inferior. Acceso rodado para acceder a la estación desde la venidera ampliación del PGOU

Con la eliminación del talud preexistente se crea una plaza que libera el espacio y resuelve el problema de las circulaciones

Incorporación de espacio público verde en el casco urbano

El entorno inmediato  
 esc. 1/750m





#### LA ESTRATEGIA DE LA PROPUESTA

El principal problema tanto del municipio como del área de intervención es la fragmentación provocada por la línea de ferrocarril que separa el municipio en dos partes claramente diferenciadas. El paso inferior principal que conecta las dos partes del pueblo se encuentra en el límite de la parcela, siendo este el punto más conflictivo de las circulaciones. Se trata de una zona de difícil acceso, pues la vía pública, de escasas dimensiones, es compartida por peatones y vehículos sin ningún tipo de distinción. Además, este es un punto clave en las circulaciones del municipio, pues para acceder a los equipamientos deportivos públicos es necesario recorrer esta zona.

Con el fin de alcanzar la cota de la vía del ferrocarril la parcela se encuentra sobre elevada respecto a las calles que la rodean. Esto provoca que el edificio de estación preexistente destaque sobre todos los elementos de su alrededor. Este está construido con la tipología ferroviaria característica de la zona, por lo que se trata de un edificio con una identidad concreta y reconocible pues todas las estaciones de la línea son prácticamente iguales.

Con vistas a solucionar la problemática existente y además potenciar las múltiples cualidades turísticas del municipio, se decide intervenir en toda el área de la estación. Situando en los dos extremos de la parcela un edificio y un parque urbano complementarios. En la zona de desconexión comentada anteriormente, se elimina el talud y la caseta de Renfe preexistentes, para así poder construir una plaza que permita dilatar el espacio de vía pública, resolviendo así la congestión en las circulaciones. Dicha plaza se convierte en un nuevo espacio de estancia y reunión para el pueblo, así como un espacio previo de entrada al centro cultural. Se crea así un recorrido continuo entre la vía pública, la plaza de acceso y el edificio mismo.

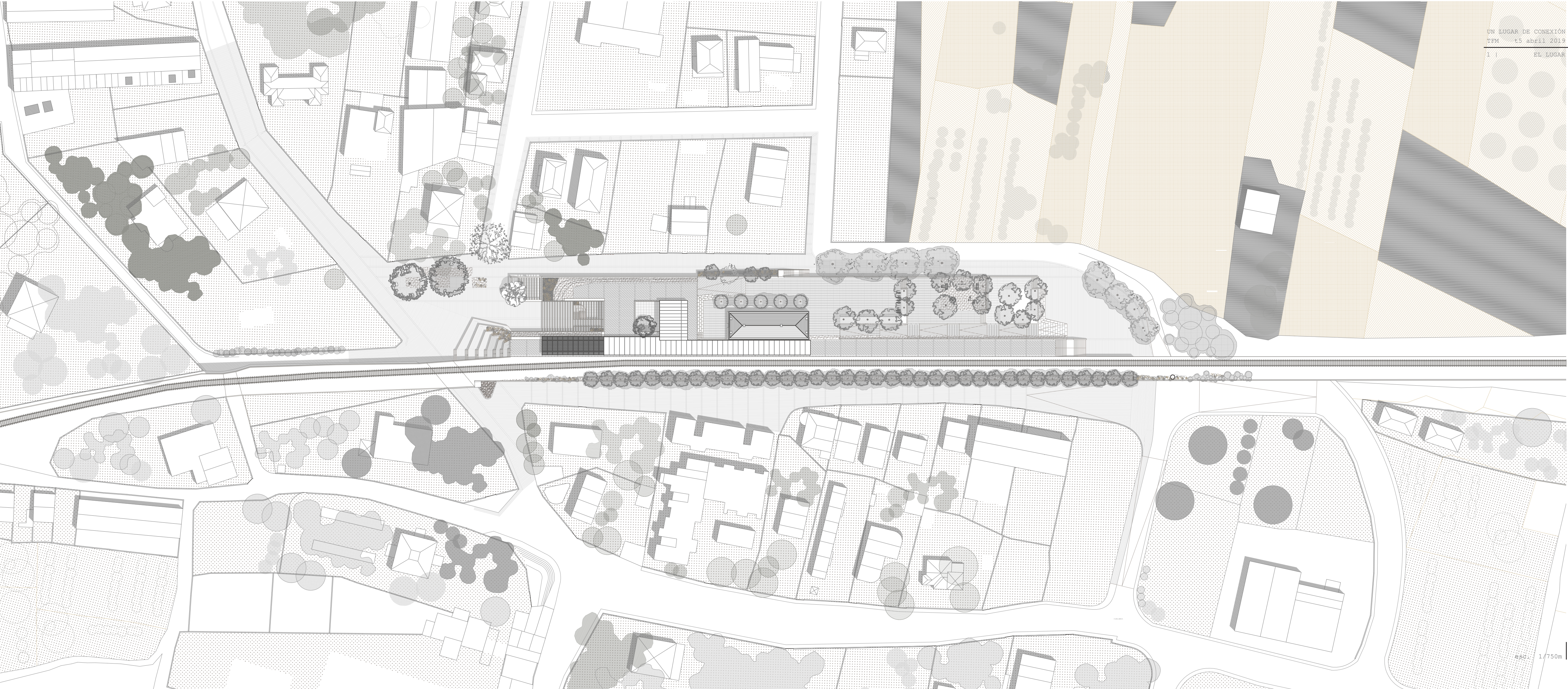
En el extremo opuesto, se construye un nuevo paso inferior que permite vincular de forma más activa las dos partes del municipio. Cabe mencionar, que el plan general de ordenación urbana de Navajas contempla una ampliación en las parcelas de huerta aquí situadas, por lo que la construcción de este paso favorecería también las circulaciones previstas para el futuro.

En contacto directo con este paso enterrado se proyecta un parque urbano que gradualmente salva el desnivel hasta llegar a la cota de la estación preexistente. Esta se conservará ya que es un elemento característico y reconocible del entorno, pero habilitándola como el centro de información y turismo del pueblo. Para conseguir que continúe siendo un espacio ferroviario reconocible, en esta cota sólo se construirá una cubierta ligera, de altura inferior al edificio preexistente, una sombra que garantizará las condiciones necesarias para esperar al tren.

De este modo el grueso del centro cultural se sitúa enterrado, dando prioridad al espacio público y a los recorridos a nivel de calle, se reduce la concentración de tráfico rodado al construir un recorrido alternativo y al proyectar la plaza que libera el espacio en el acceso principal al pueblo.

El área de intervención se convierte en un gran espacio público, se dota al pueblo de un lugar libre de tráfico y en contacto directo con la naturaleza sin necesidad de salir del casco urbano.







## EL PROGRAMA

Navajas destaca por la abundancia de asociaciones y grupos de vecinos que impulsan actividades sociales. Actividades que resultan difíciles de desarrollar por la carencia de espacios que las alberguen. Se quiere satisfacer los deseos de los habitantes del pueblo dotándolo de un edificio que pueda acoger a todos los vecinos y a sus respectivos intereses y necesidades. Al mismo tiempo, se quiere reactivar el turismo rural de la zona y por tanto es necesario habilitar un espacio que acoja a los nuevos turistas que llegarán en coche o en tren a este punto de encuentro que es la parcela.

Una estación, una biblioteca infantil, una zona de lectura, una pequeña cafetería, una sala de proyecciones, un aula polivalente, una sala de exposiciones, salas multifuncionales para grupos grandes y asociaciones y un centro de información y turismo. Se proponen espacios que puedan albergar actividades diversas, espacios que respondan a las múltiples y variables necesidades de los usuarios y que ayuden a crear un vínculo entre los vecinos al convivir todo ellos en un espacio único y común.

Todos estos usos deberán convivir en un conjunto, pero al mismo tiempo se podrán utilizar de forma independiente, permitiendo que los vecinos gestionen sus salas y exploten al máximo las posibilidades que otorga este nuevo espacio cultural.

Los patios que configuran el edificio se convertirán en el medio de acceso, separación, iluminación y ventilación de todos los espacios. Unos patios que vertebran el centro cultural, que desdibujan los límites entre el interior y el exterior, que introducen la naturaleza en el interior del edificio y que permiten que este funcione.

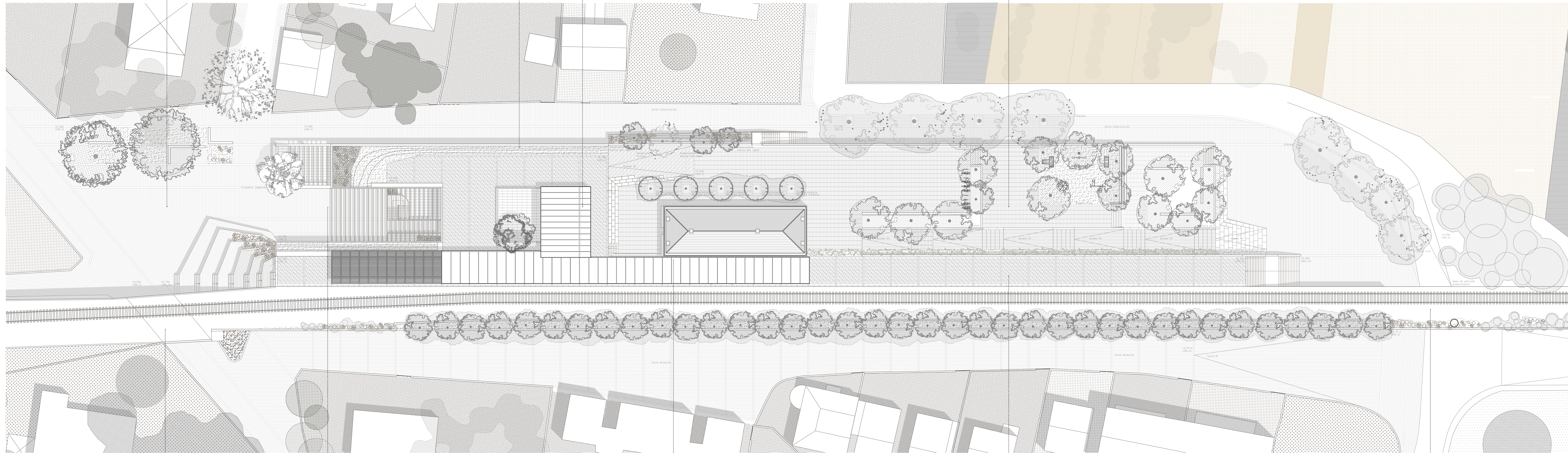


Plaza pública de acceso.  
Libera la calle formándose un nuevo espacio público de reunión, configurando también una antesala de entrada al centro cultural.

Acceso a la estación.  
Recorrido accesible que permite subir a la cota del andén a través de un corredor y un patio que de nuevo se convierten en calle.

Pabellón refugio de la estación.  
Pieza mínima de nueva planta que se convierte en la zona de espera al tren. La cubierta se extiende como una sombra que protege al andén del clima.

Parque.  
Parque público que para salvar el desnivel del terreno, crea espacios acotados con usos diversos mediante bandejas a diferentes cotas.



Acceso principal preexistente

Centro cultural.  
Edificio de nueva planta proyectado para cubrir las necesidades de los habitantes de Navajas. Las cubiertas se convierten en calle, en espacio público, mientras que el interior alberga el programa necesario para favorecer la actividad cultural del lugar.

Centro de información y turismo.  
Antigua estación convertida en el espacio de recepción de los turistas que llegan al pueblo.

Andén convertido en paseo lineal

Acceso nuevo, favorece la comunicación entre las dos partes de Navajas, favoreciendo así sus circulaciones internas.



## LA PROPUESTA

El edificio preexistente de la estación funciona como el centro de la intervención, construido con la tipología habitual de edificio ferroviario se convierte en un punto reconocible de acceso al pueblo.

Se parte pues con la premisa de conservar su carácter manteniéndolo como el único hito elevado sobre el terreno. Así, este proyecto intenta convertirse en la respuesta a los problemas identificados en la parcela y sus alrededores, desde el respeto a lo preexistente y las circulaciones naturales del lugar.

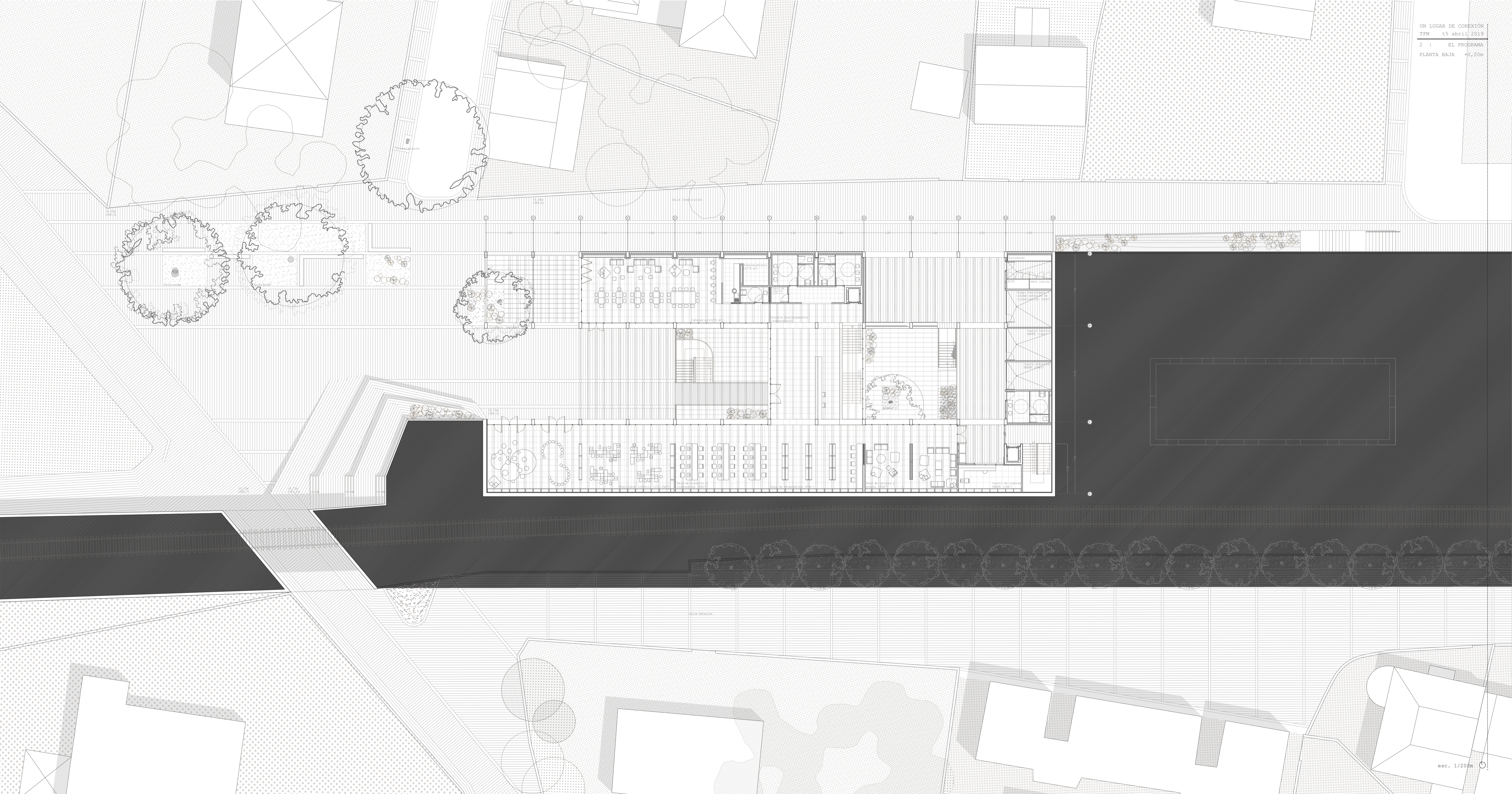
Como punto de partida, la creación de una plaza que dilate el espacio público resolviendo los problemas de circulación en el acceso principal del pueblo y que al mismo tiempo genere un nuevo lugar de reunión, un nuevo punto de estancia y encuentro. Convirtiendo además el espacio contiguo a la antigua estación en un lugar vivido, que dote al pueblo del espacio público que no tiene debido al tamaño mínimo de las calles del casco antiguo. E intentando al mismo tiempo proyectar espacios interiores que den solución a las necesidades de la gente, tanto los habitantes del pueblo como los turistas ocasionales.

Así la nueva plaza de acceso se convierte en el espacio generador de la propuesta, espacio que da acceso al centro cultural y a la cota del andén. La cubierta se convierte en calle, en plaza, en parque. Trasladándose el grueso del edificio cultural al subsuelo. Un edificio enterrado que se viva a través de unos patios que se convertirán en los elementos vertebradores del centro.

Y en el extremo opuesto de la parcela un nuevo acceso inferior que permita vincular de forma más activa las dos partes del municipio, otro parque, otro espacio público que se mezcle con el primero, impidiendo que se entiendan como dos unidades, convirtiéndose en un todo.

Un espacio público donde estar, donde hablar, jugar o esperar, un espacio público acotado por cubiertas ligeras o por frondosos árboles. Un espacio para el vecino y para el pasajero.



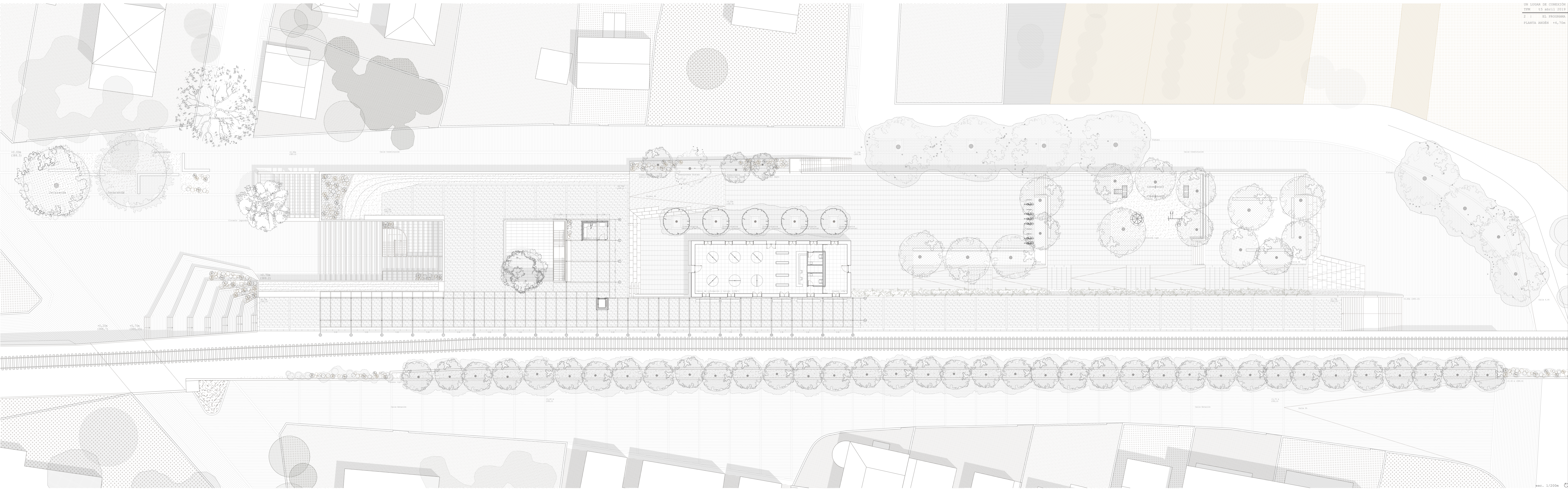




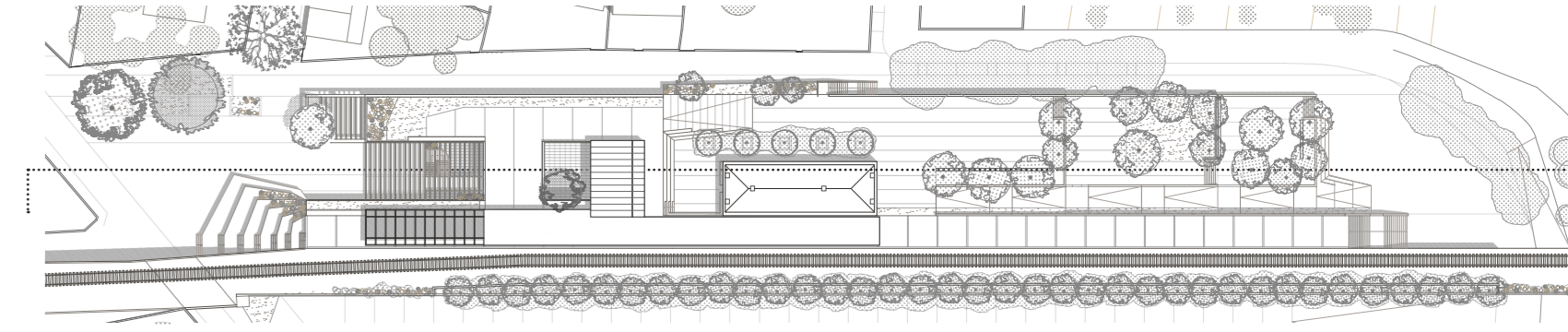
+0.00m (388.40m)











Un acceso alternativo

Un lugar donde encontrarse, montar en bici, escuchar música, asistir a conciertos...

Un lugar donde jugar, bailar, correr y saltar

Un lugar donde, estar, charlar y contemplar el paisaje

Un centro de información y turismo  
Un espacio para la venta de productos provinciales

Una zona de espera

Una edación  
Un espacio de instalaciones  
Un aula polivalente

Un patio  
Acceso. Ascenso a la cubierta y foco de luz.

Un vestíbulo que es espacio de exposiciones

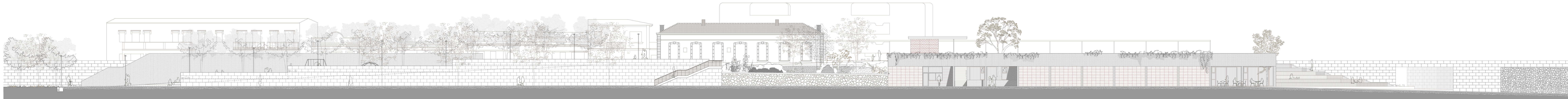
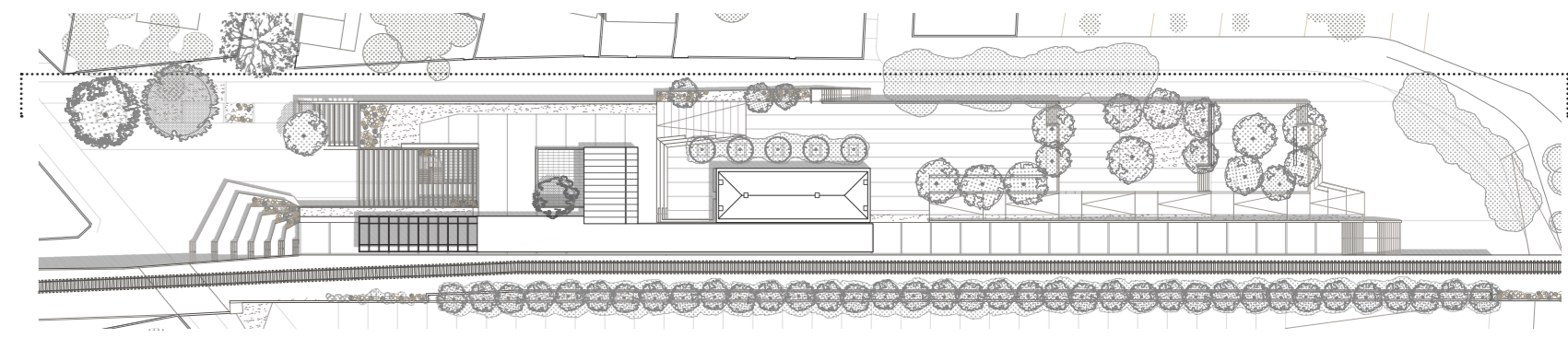
Un patio  
Acceso. Descenso al sótano y foco de luz.

Un acceso y una sala de proyecciones

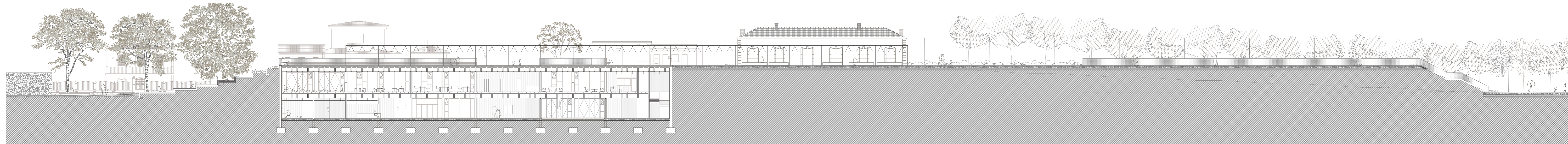
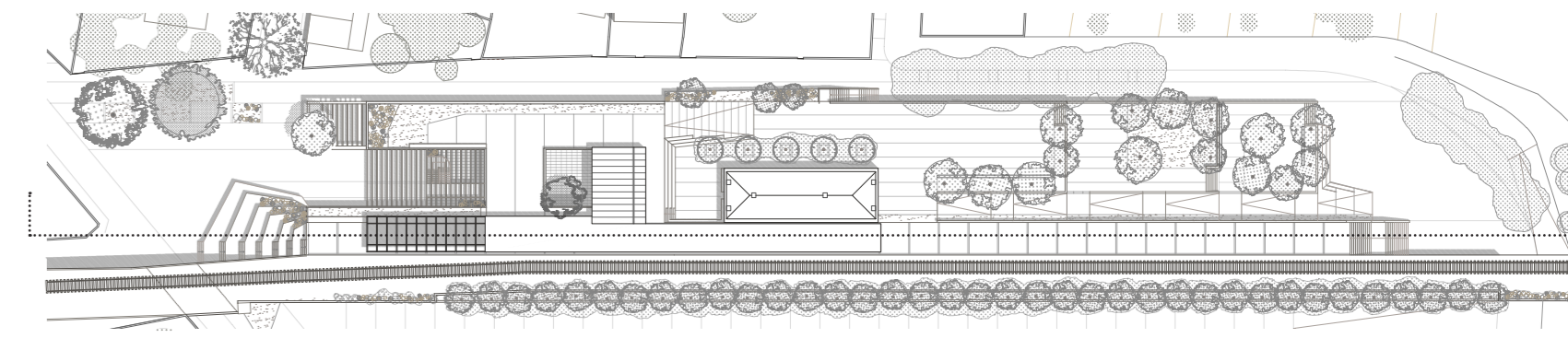
Una calle que es plaza, que es pueblo, que es espacio público

Un acceso con historia

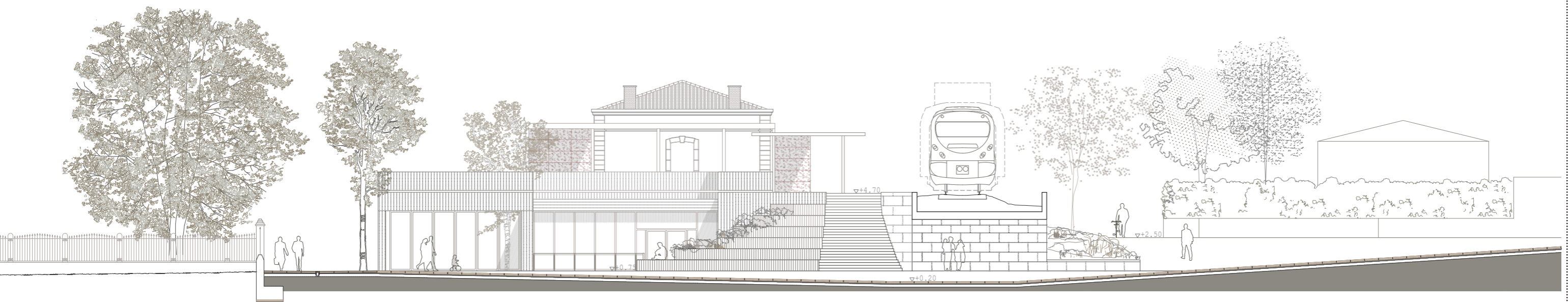
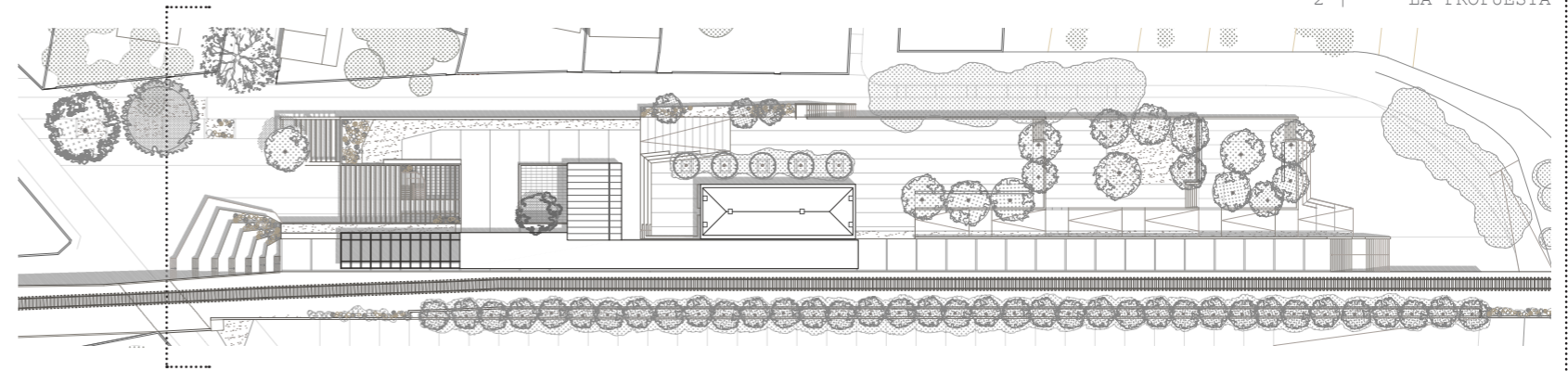


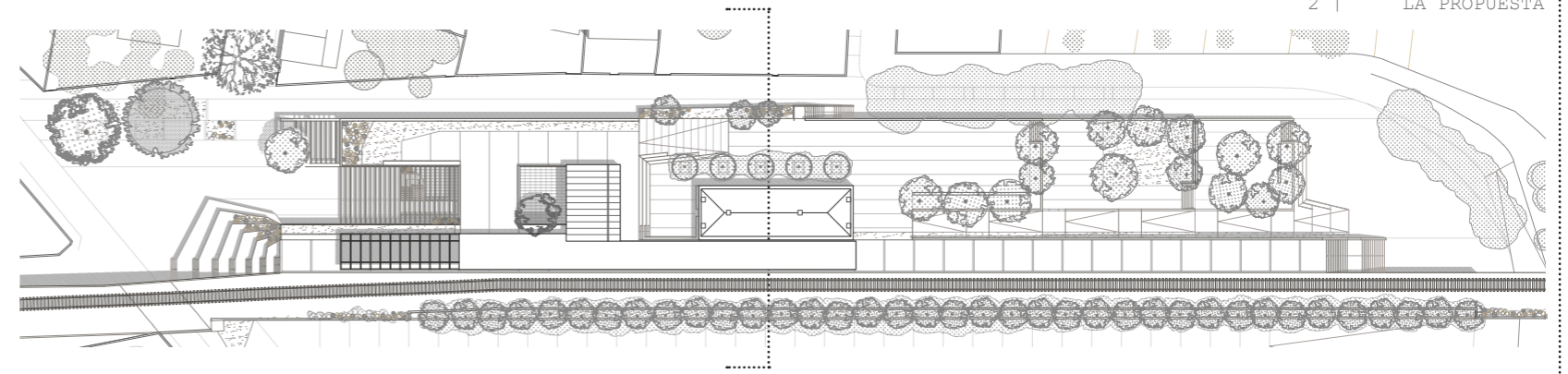




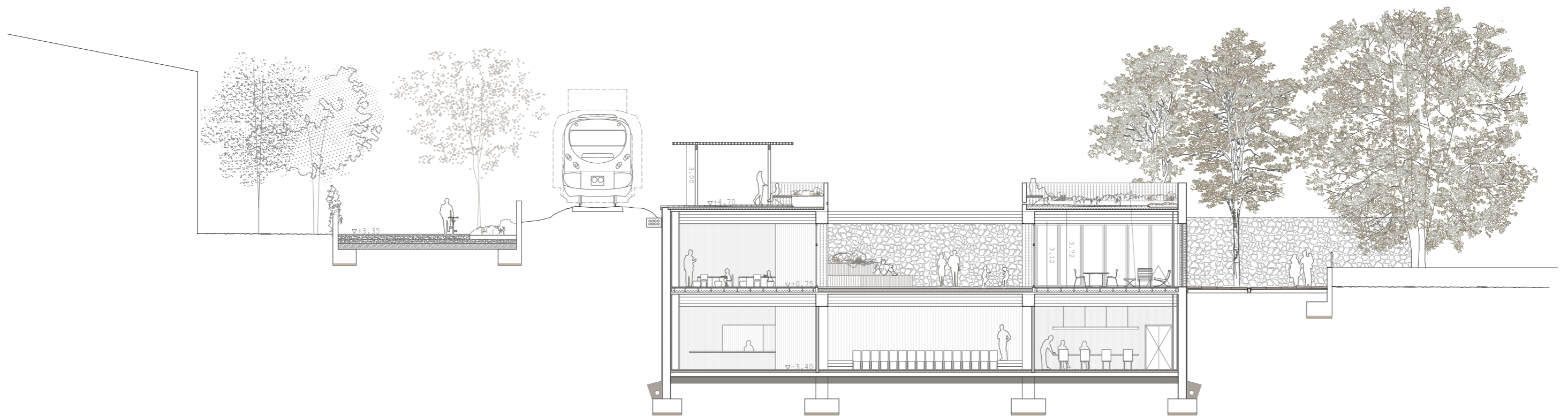
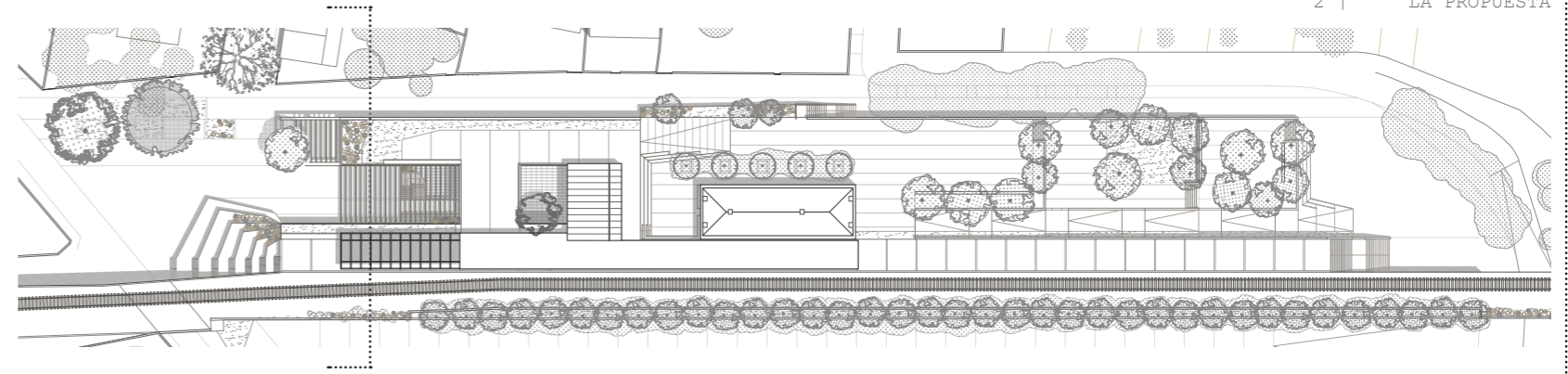












## ESPACIOS DEFINIDOS

Un edificio preexistente, un pabellón que quiere pasar desapercibido, espacios contruidos dentro del terreno y espacios en contacto directo con la calle.

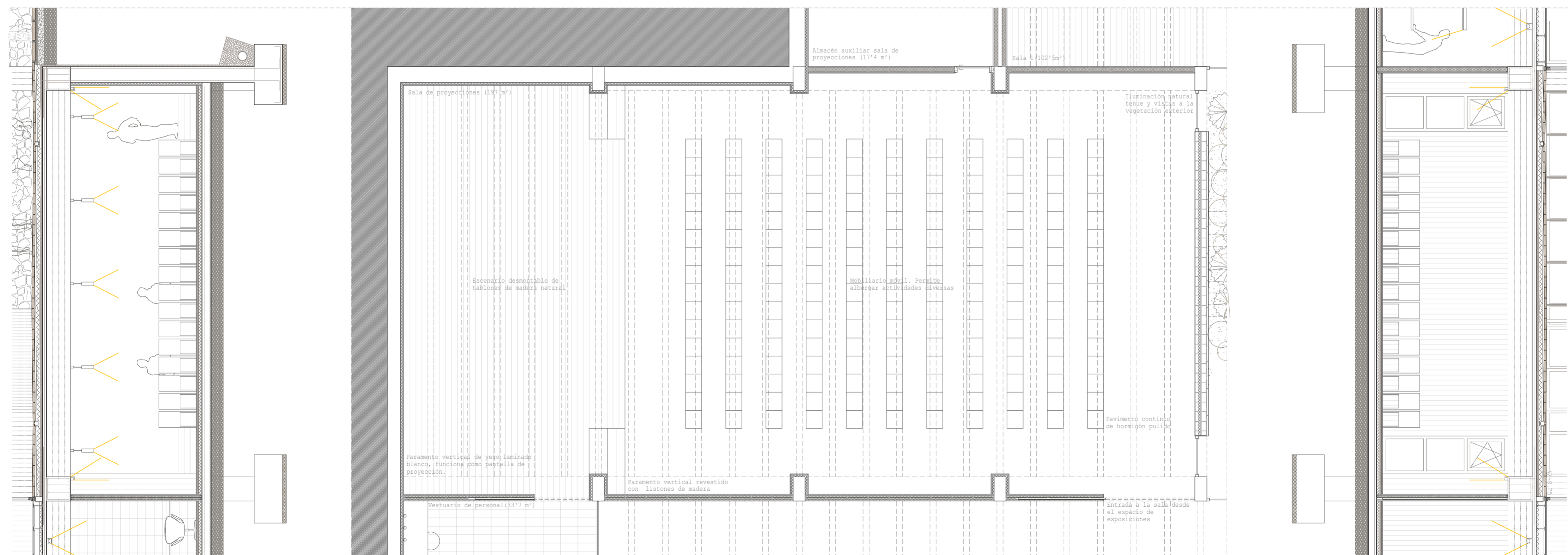
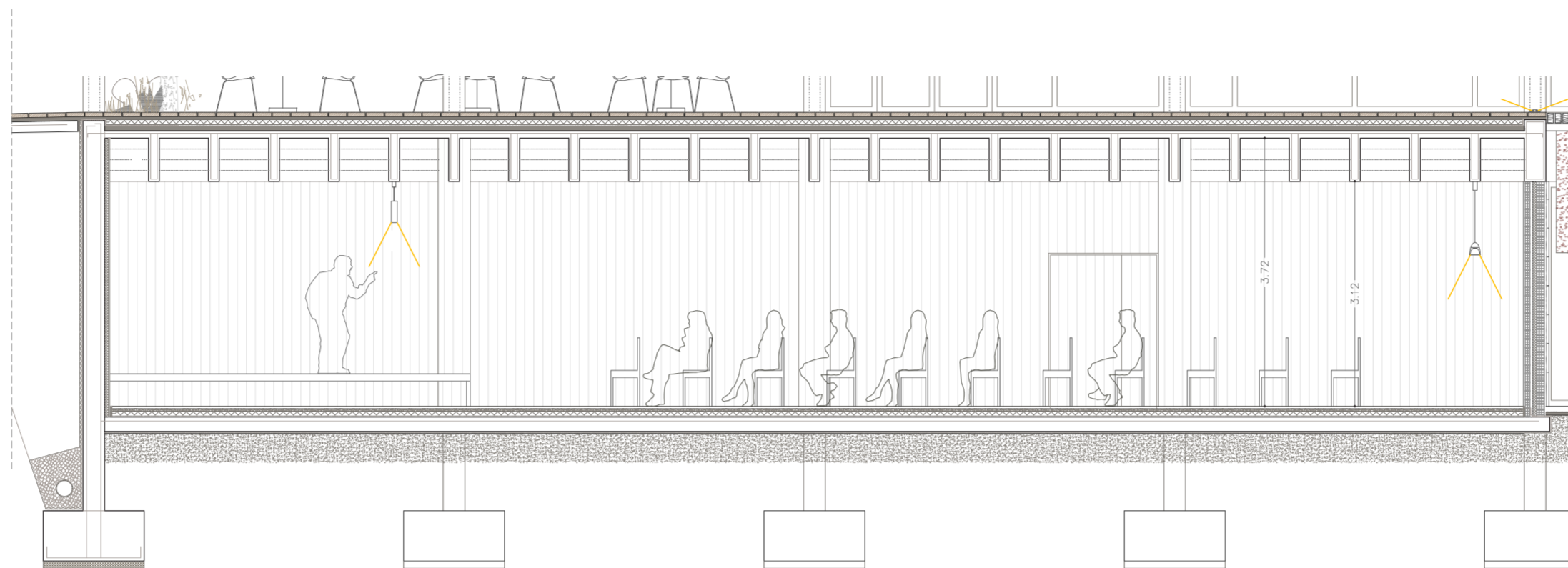
Todos ellos cuentan con características de partida muy diferentes, que tienen también necesidades diversas pero que deben funcionar y entenderse como un conjunto.

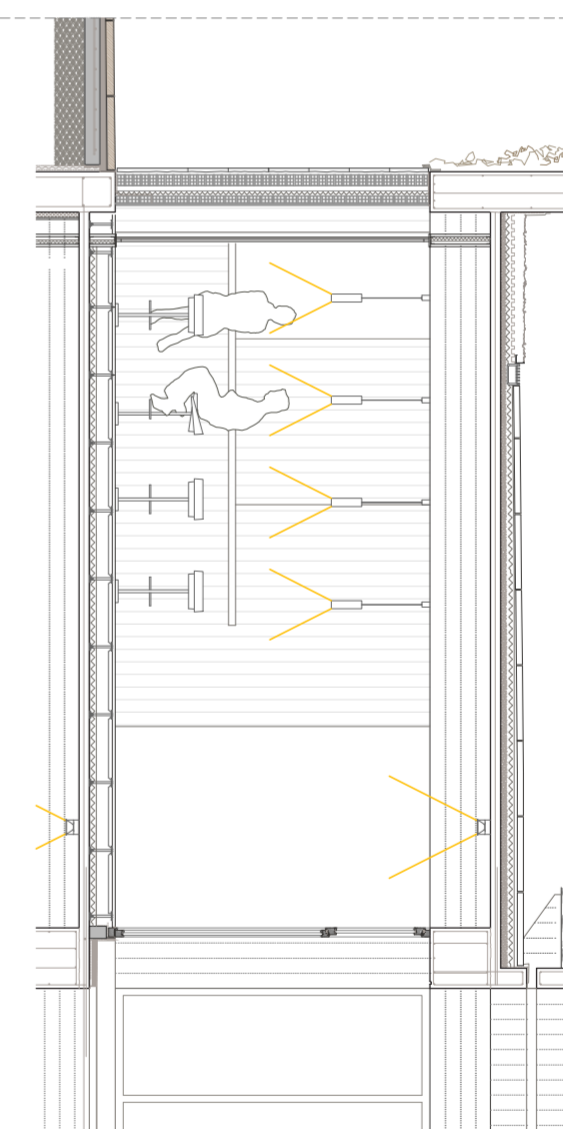
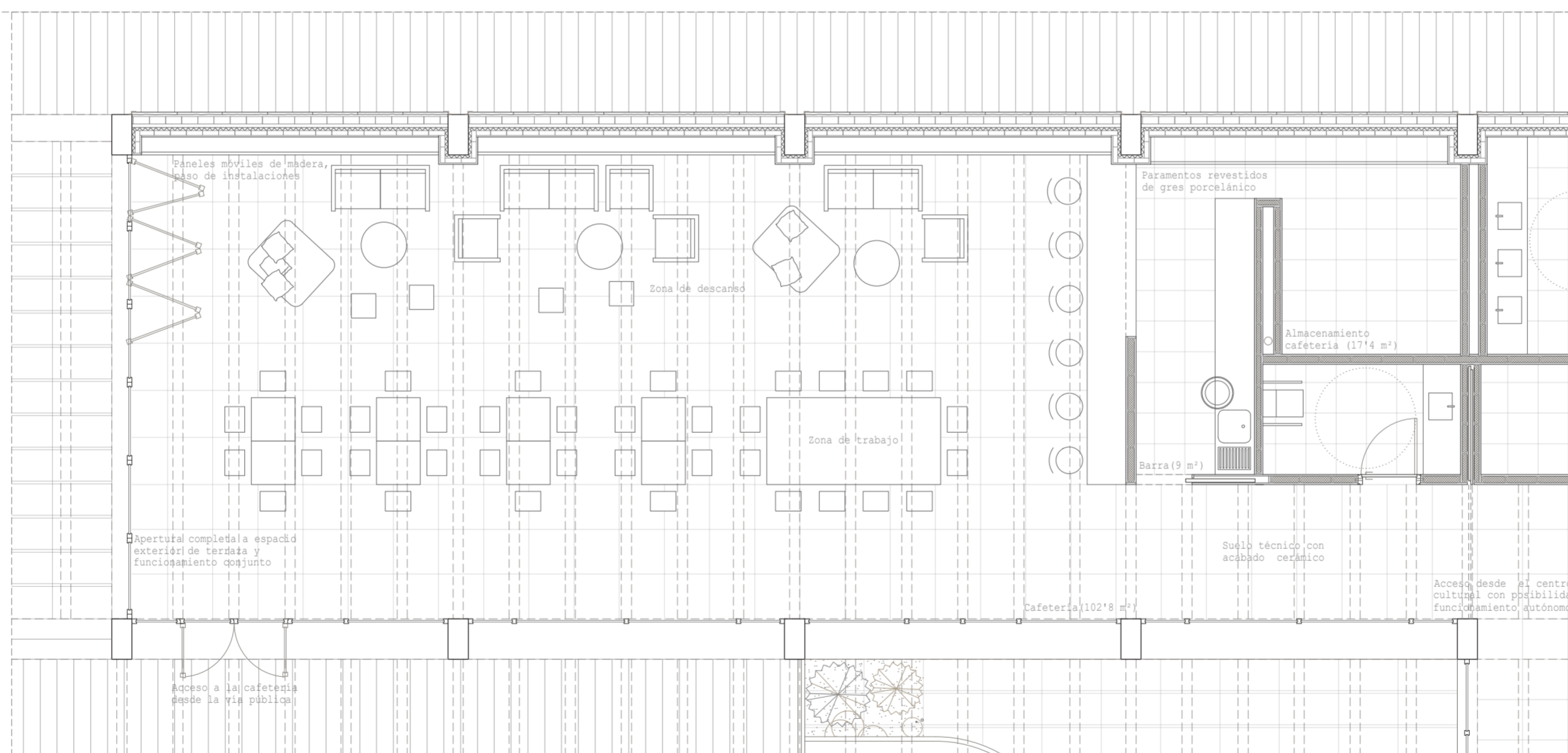
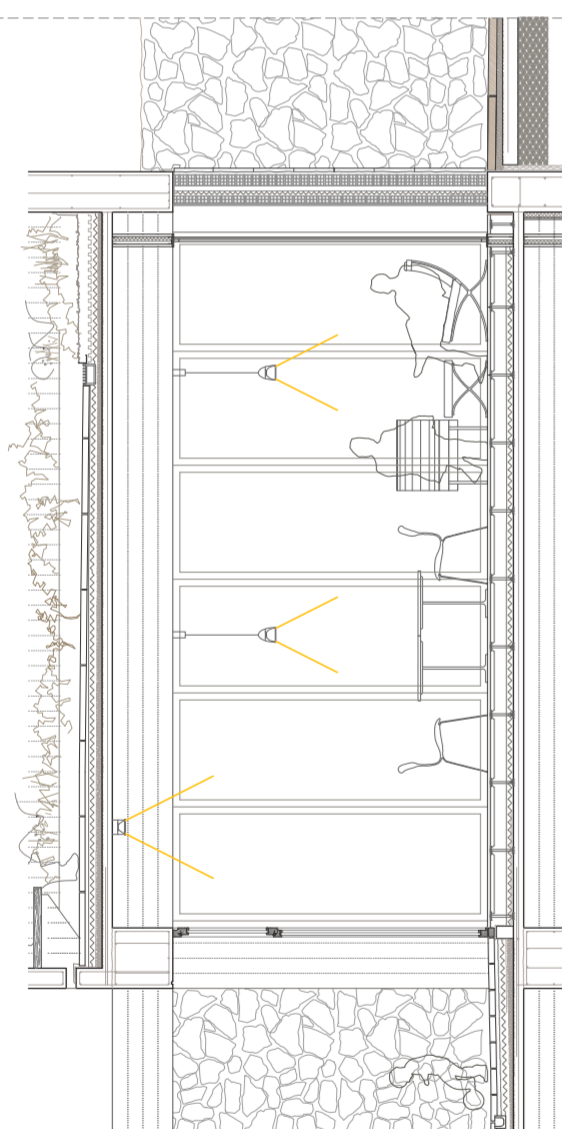
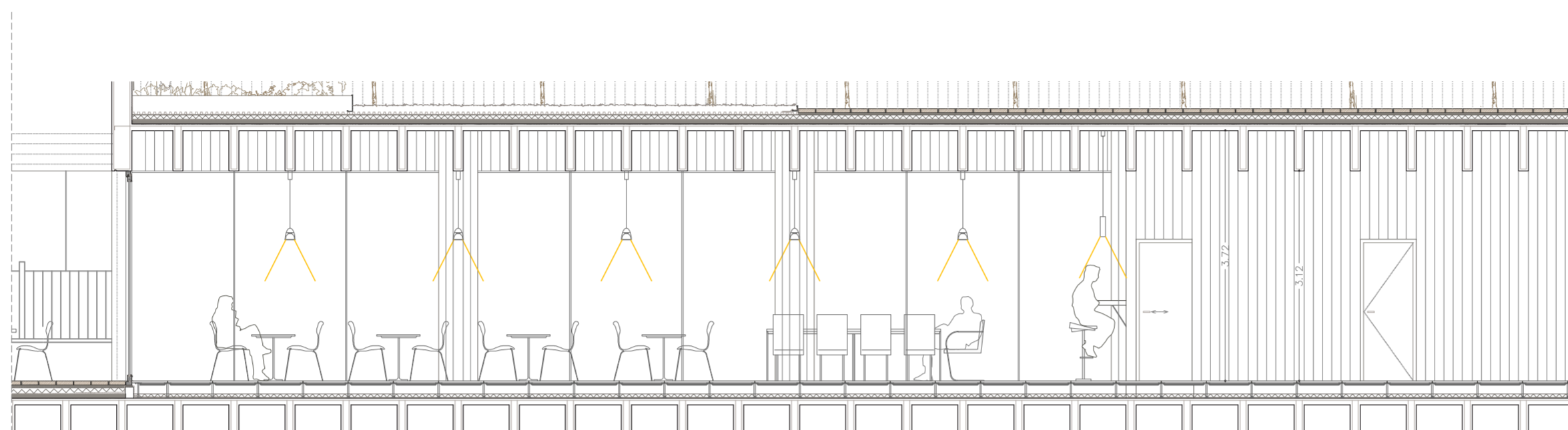
Los cerramientos exteriores se proyectan para estar en armonía con la esencia, los tonos y los materiales del entorno. La fachada de rodano se mezcla con el tono rojizo de las montañas compuestas por este mismo material. El color cobrizo de los paneles del refugio se mezcla con los árboles y de nuevo con las montañas y los grandes frentes acristalados diluyen la relación interior-exterior, haciendo que la plaza entre discretamente en el centro cultural.

En el interior, la madera de los paramentos confiere calidez y el pavimento continuo de hormigón pulido une todos los espacios sobre un mismo solado.

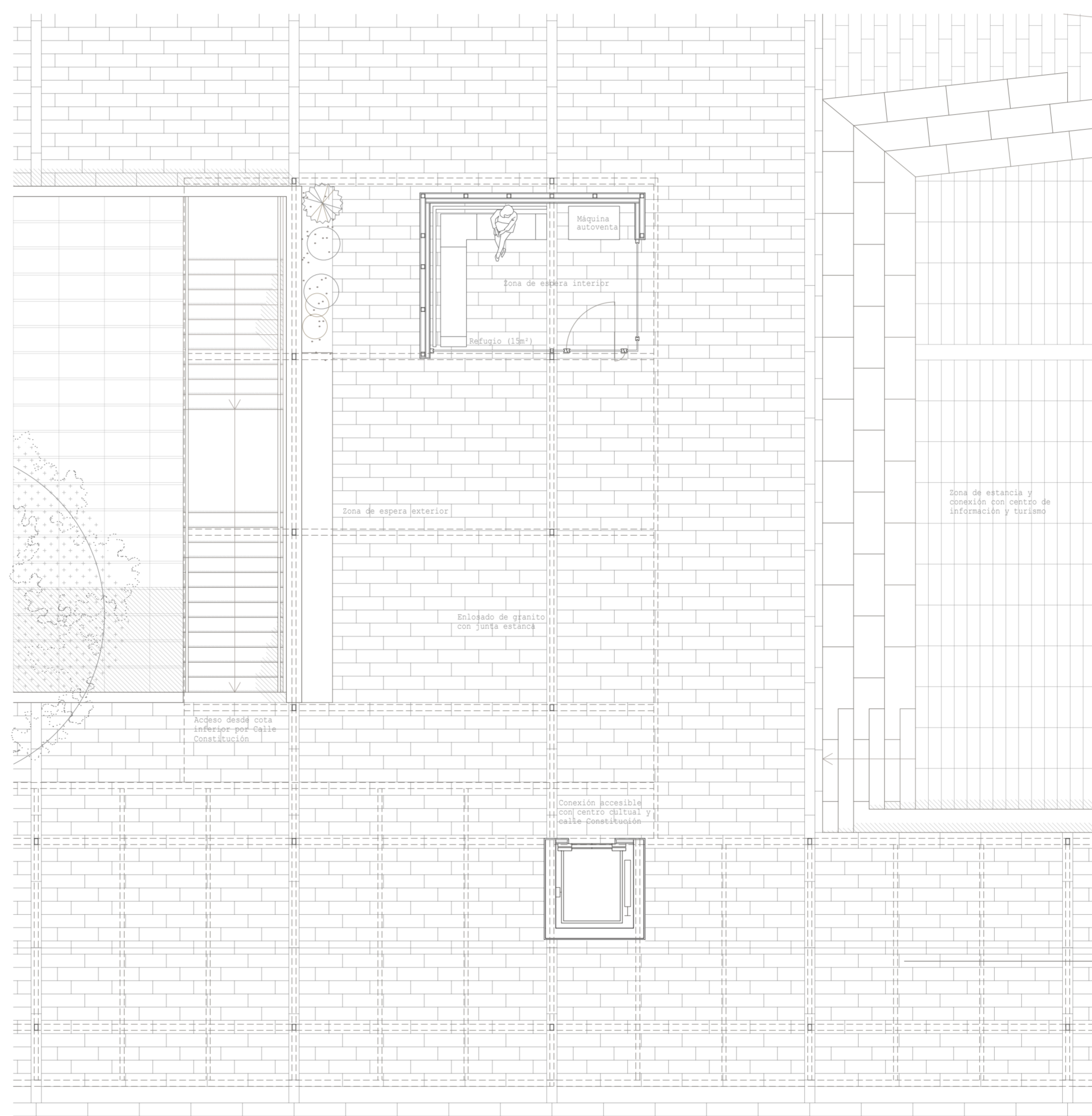
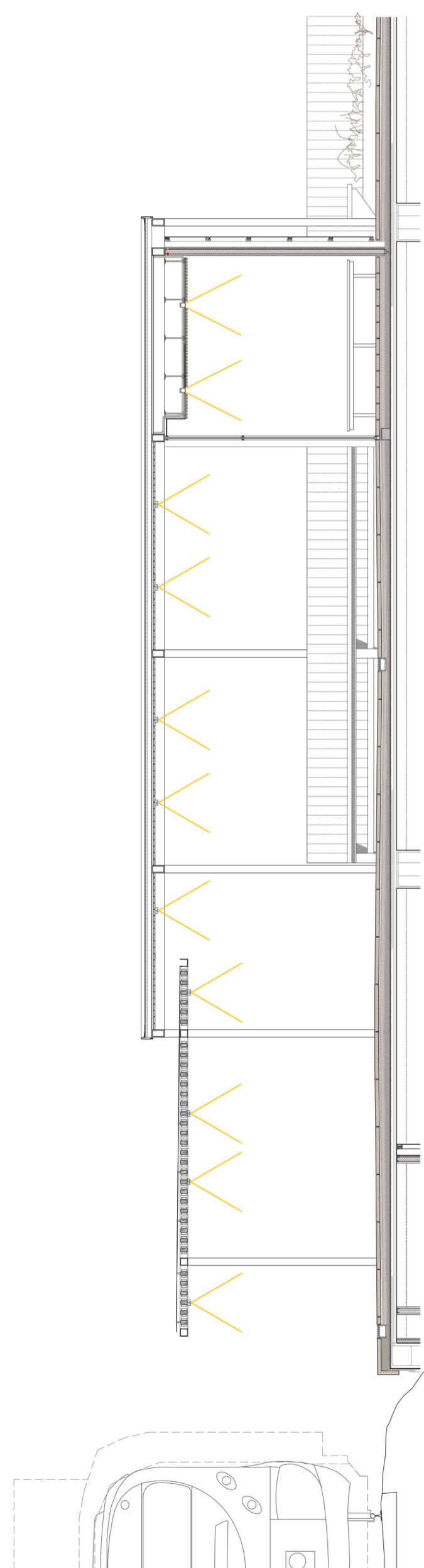
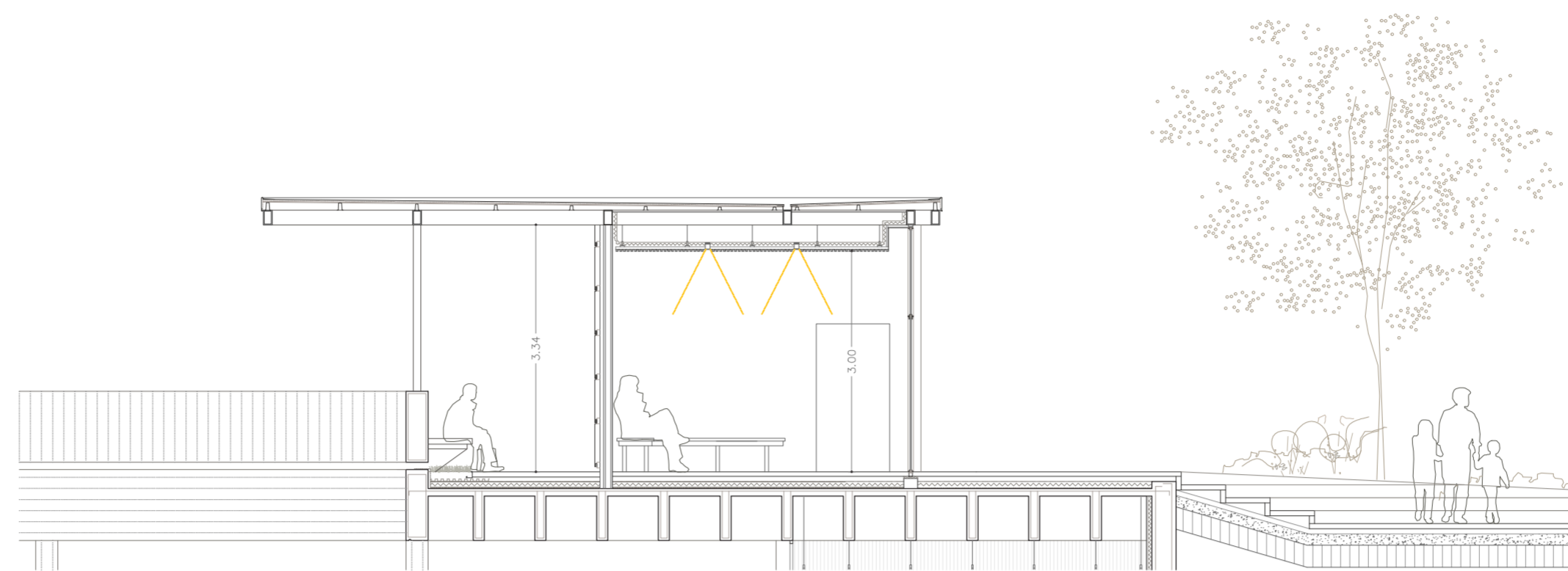
Pero bien, cada espacio tendrá sus particularidades...

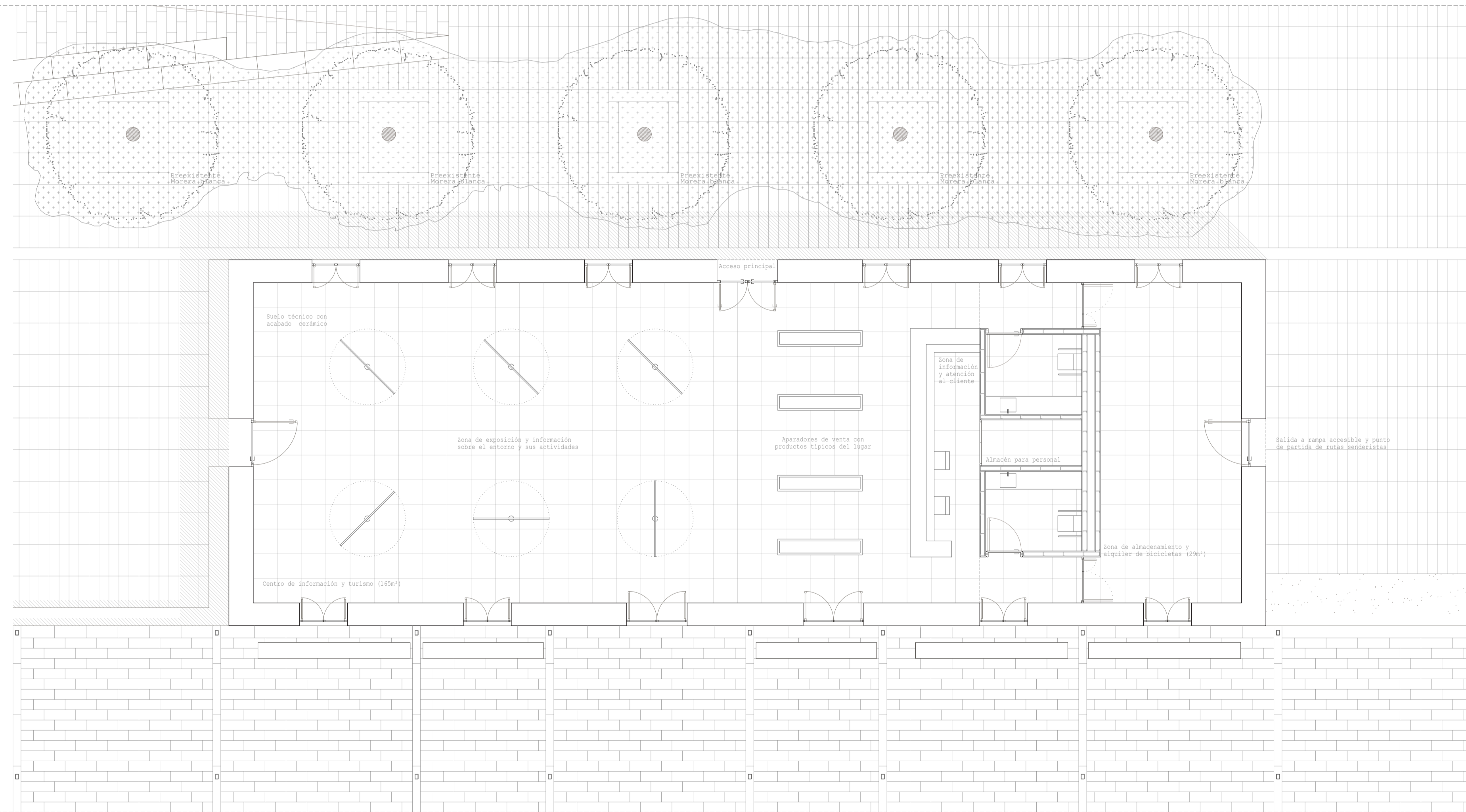
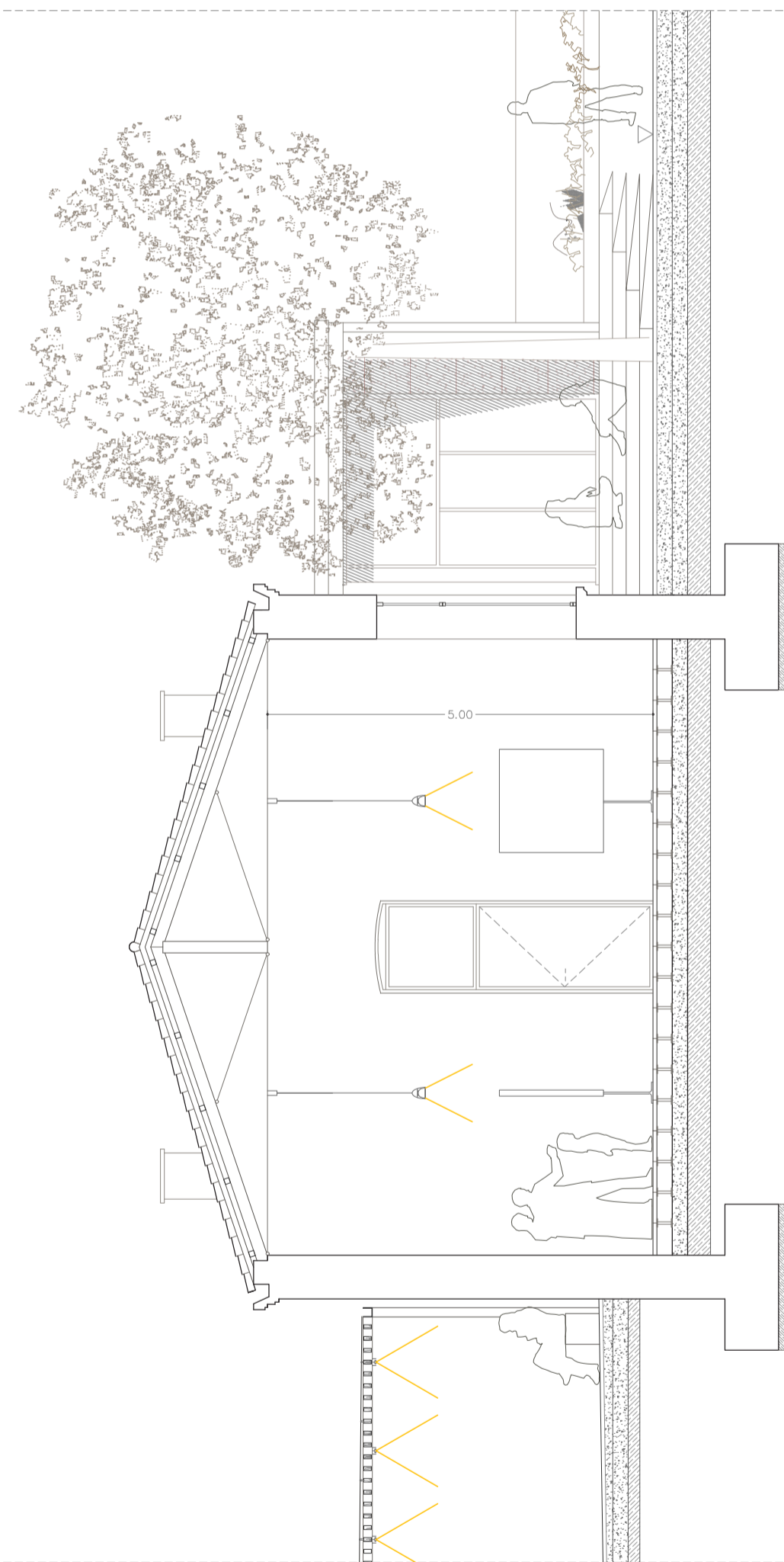
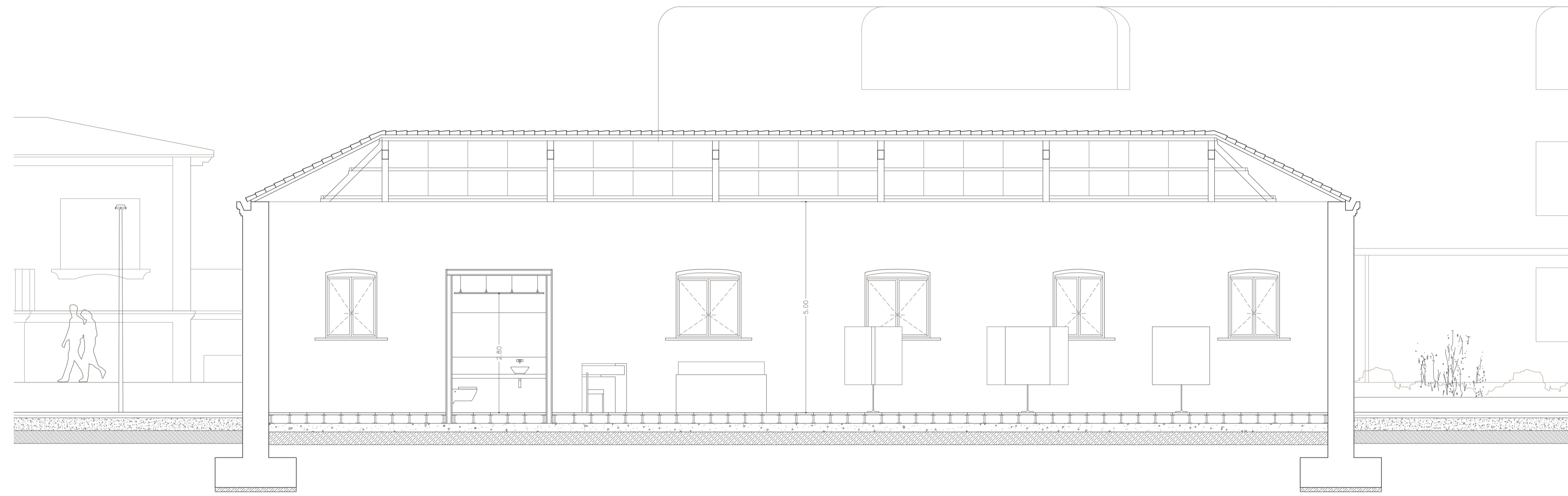




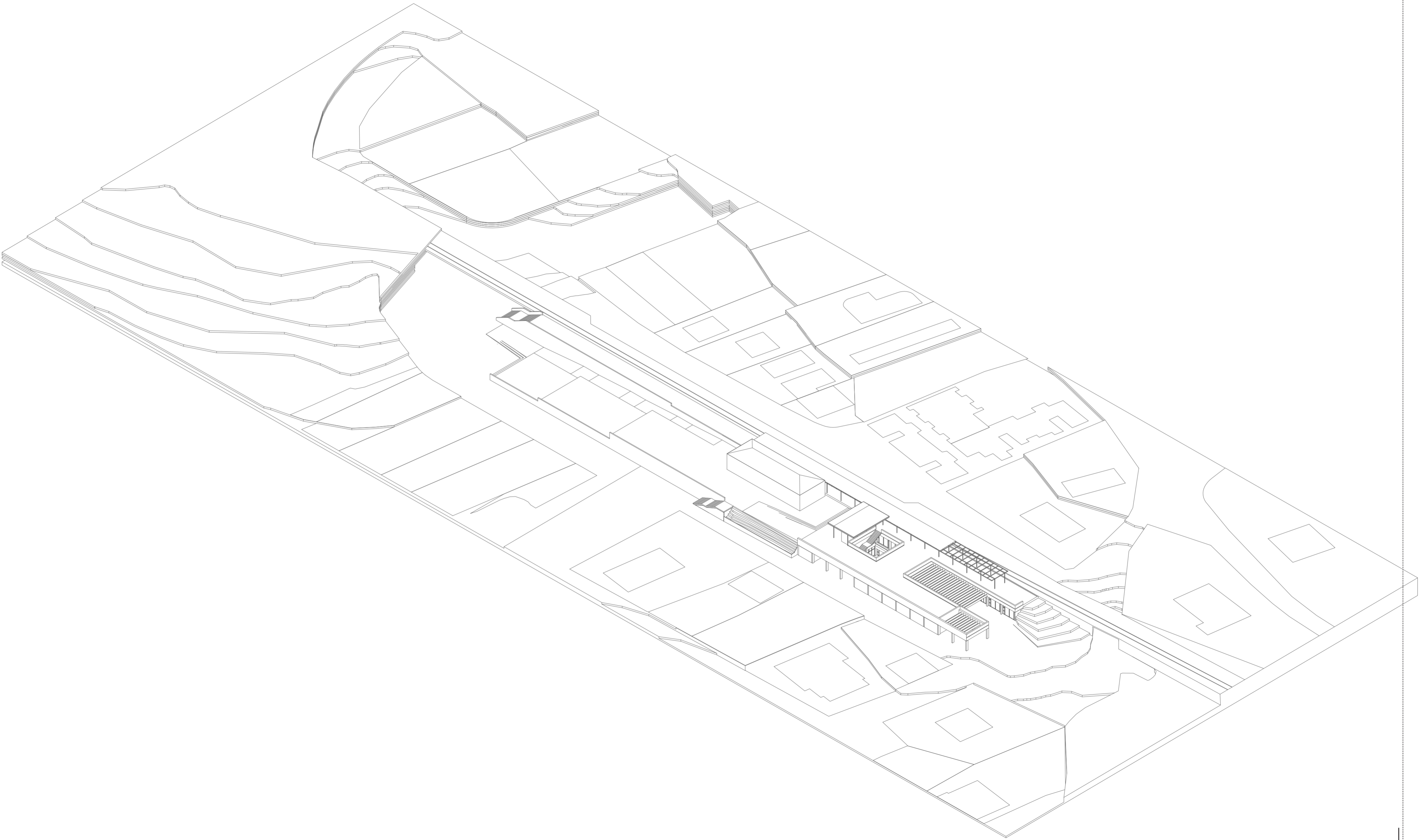












## LA CONSTRUCCIÓN

Los forjados de nervios in situ son el elemento distintivo de la propuesta, son a la vez el techo de los espacios interiores y el suelo del espacio público, las vigas se convierten en antepecho y los nervios en brise soleil. La construcción de estos elementos requiere de un control exhaustivo tanto en el diseño como en la ejecución, ya que son realmente las superficies de acabado de la mayoría de espacios de la propuesta.

Los cerramientos buscan una continua relación interior-exterior, sobre todo en los patios, por lo que la práctica totalidad de paramentos verticales son frentes acristalados con carpinterías de madera, estas se colocan siempre a haces interiores buscando así que la calle penetre en el edificio formando parte de él.

Para destacar el acceso a la cota superior y la estación, la fachada que lo contiene se materializa como un cerramiento ciego cuyo único hueco es dicho acceso. En esta fachada se pueden apreciar los pilares que organizan la planta y una viga de coronación que es realmente el antepecho del espacio público superior. El espacio comprendido entre estos elementos se resuelve mediante un cerramiento de fábrica, aplacado con la piedra de rodano característica del lugar. Contrastando con esta estructura más masiva de hormigón, el refugio en la cota del andén se resuelve como una sombra que se apoya sobre el forjado de nervios. Una cubierta ligera formada por un entramado de perfiles metálicos acompañados dependiendo de la zona bien de chapas de cobre, bien de secciones de madera.

Dos métodos constructivos diferentes para dos necesidades diferentes.



## MARQUESINA

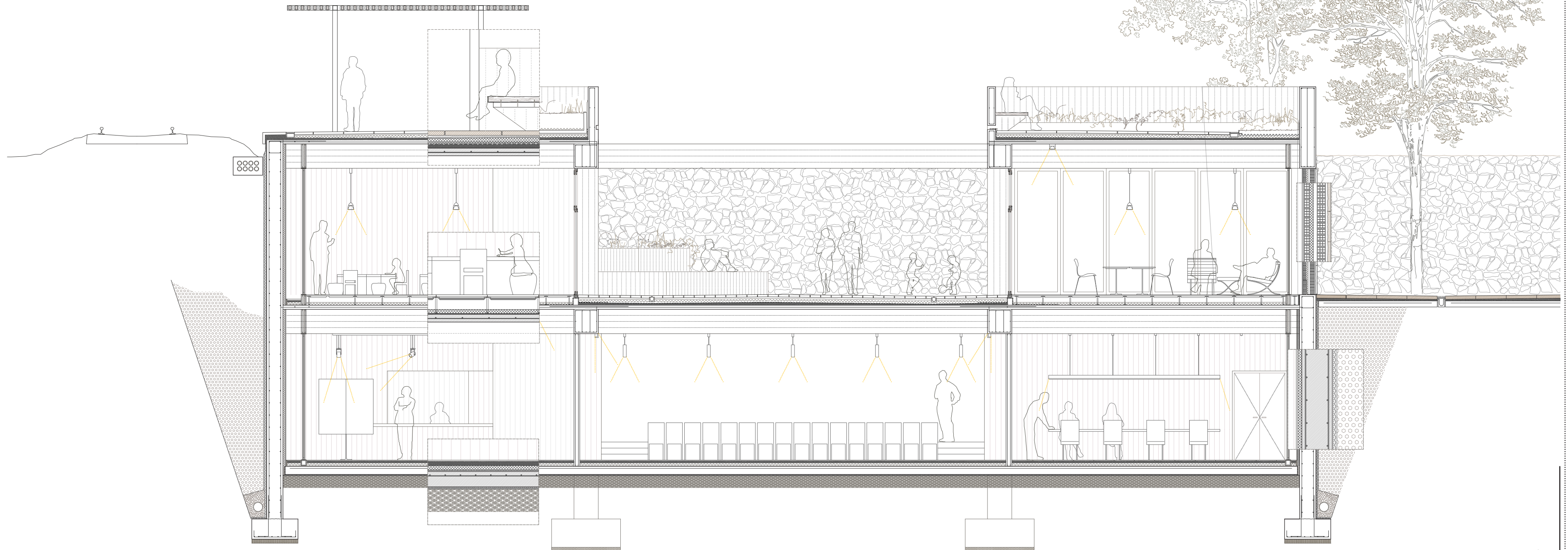
La marquesina se proyecta como un elemento que no debe llamar la atención, debe pasar desapercibida, entendiéndose como un medio para dar sombra que acote el espacio de espera en el andén. Por este motivo, se opta por una solución de perfiles de acero que simplemente se apoyan sobre el forjado de nervios y sirven como soporte a unas secciones de madera laminada que marcan la dirección del recorrido, dejando pasar la luz y el aire.

## ¿SUELO O TECHO?

El forjado unidireccional de nervios in situ podría considerarse el elemento generador principal del proyecto, ya que por sus condiciones constructivas y estructurales, funciona simultáneamente como techo de los espacios interiores y suelo de los espacios públicos exteriores. Para otorgar al forjado la importancia que merece se deja visto en el interior, poniendo especial atención en el encofrado mediante tablonos de madera de pino de 15cm que marcará el carácter longitudinal de los nervios. Dichos nervios se encargarán de dar continuidad al conjunto cuando el forjado se perfora para contener a los patios. Así se retira la capa de compresión en la franja central cuando forma parte del espacio público, convirtiéndose el forjado en un brise soleil que desdibuja el límite interior - exterior permitiendo que los espacios de todas las franjas y cotas dialoguen entre sí.

## CERRAMIENTOS

La estructura portante vertical está formada por una retícula de pilares de hormigón armado apantallados de 30x60cm que marcan la dirección del forjado así como la continuidad del recorrido. Además se encargan de delimitar los espacios y marcan las diferentes zonas del edificio. Dadas estas premisas se decide dejar siempre patente la presencia de estos soportes, trasladando las carpinterías a haces interiores para marcar la modulación de la fachada y dejándolos también vistos en la fachada de la calle Constitución, interrumpiendo el cerramiento de fábrica revestida de rodeno cuando se encuentra con los pilares. En planta sótano un muro de hormigón de 40 cm delimita perimetralmente el espacio, se trasdosa por el interior con un colchón de instalaciones que sirve a todo el edificio.





### Espacio exterior de acceso + sala de proyecciones

El forjado de planta baja se convierte en calle, en plaza, en espacio público. La terraza de la cafetería y la biblioteca infantil vuelcan a este espacio exterior intentando formar parte de él, por este motivo todas las fachadas son en realidad frentes acristalados con carpinterías de madera natural para enfatizar la continuidad del espacio. La gran dimensión de este espacio permite albergar en planta sótano la sala de proyecciones, cuyos paramentos verticales se materializan con un sistema de tablas verticales de 10cm sobre paneles contrachapados que favorecen las condiciones acústicas de la sala, además la geometría el forjado de nervios in situ que se deja visto también contribuye a mejorar la absorción acústica.

### Patio de acceso al centro cultural

Para deñacar la presencia de los patios siempre se accede a través de los mismos, en este caso mediante una pasarela formada por un entramado de perfiles tubulares de acero y secciones rectangulares de madera laminada. De nuevo las fachadas que vuelcan a este espacio son frentes acristalados que permiten introducir la luz en el sótano.

### Diáribuidor y zona de servicios

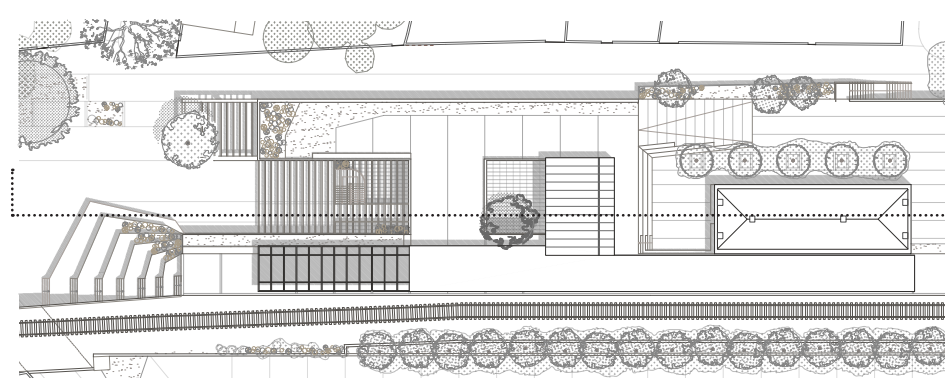
Este espacio es el núcleo organizador del centro cultural, el nexo de unión y punto de acceso a todas las estancias. Para acentuar la unidad y continuidad de los espacios los nervios se prolongan conectando las tres franjas longitudinales del conjunto. Así todo el espacio es diáfano y los paramentos, de listones de madera, de la zona de servicios se interrumpen al llegar a los nervios.

### Patio de acceso a la estación

De nuevo el patio marca el acceso, en este caso a la estación y la cota superior. El pavimento de la vía pública se prolonga en esta zona con el fin de guiar al usuario hasta el acceso accesible o hasta la escalera que conecta con el andén, construida con dos zancas de perfiles tubulares de acero y peldaños de madera maciza sobre chapa plegada.

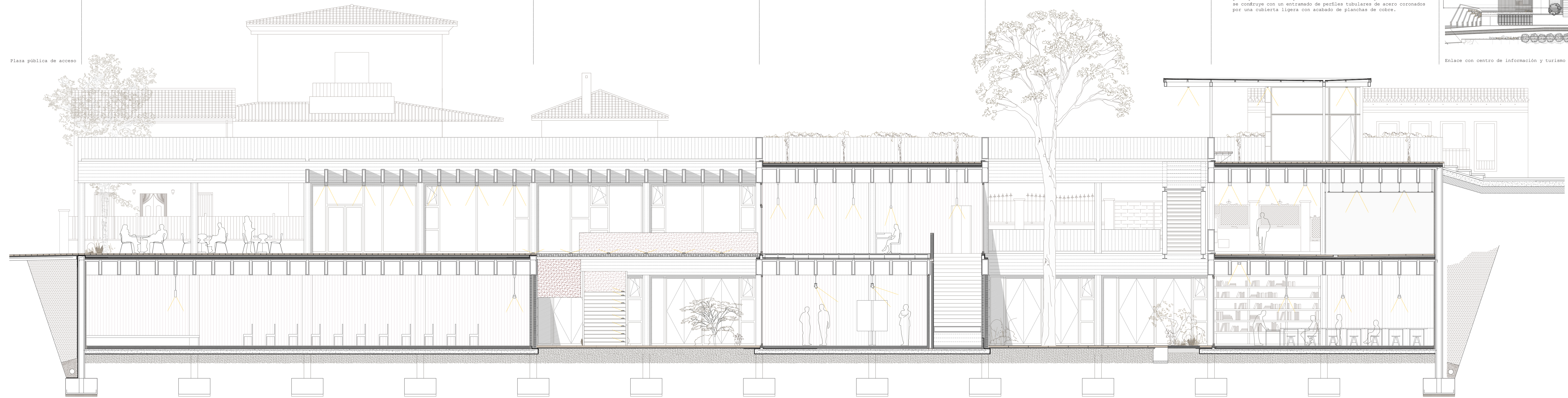
### Estación + instalaciones + sala polivalente

Mientras que en planta sótano se respeta el sistema constructivo utilizado en todos los espacios del centro cultural, en planta baja y superior al cambiar el uso cambia también el sistema constructivo. Así tanto el refugio de la estación como la zona de instalaciones se materializa con un sistema de fachada de paneles machihembrados de cobre, anclados en seco a perfiles tubulares conformados en frío, además se cubre el forjado de nervios con un falso techo de placas de yeso que facilita el paso de instalaciones. El forjado de la estación se construye con un entramado de perfiles tubulares de acero coronados por una cubierta ligera con acabado de planchas de cobre.

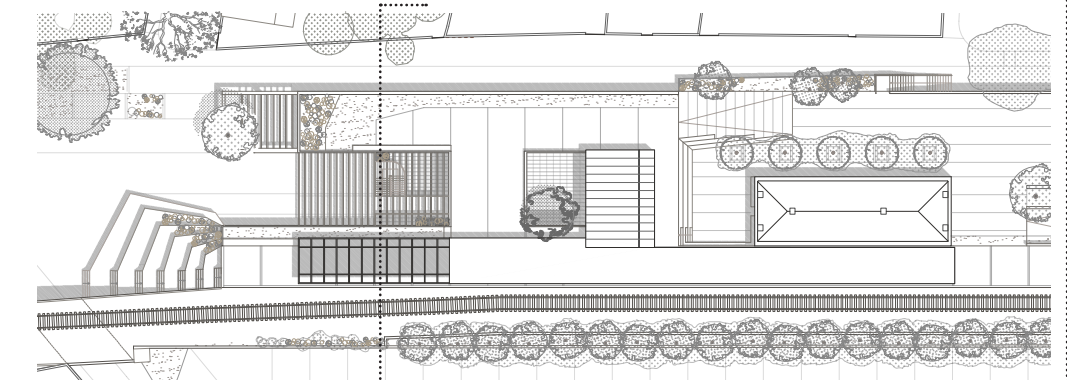


Enlace con centro de información y turismo

Plaza pública de acceso







Leyenda constructiva general

**CV- CUBIERTA VEGETAL**  
Forjado de hormigón armado de vigas de 600x600mm y nervios in situ de 150x600mm con capa de compresión de 100mm.  
Hormigón ligero para formación de pendientes.  
Membrana impermeabilizante de polietileno resistente a las raíces.  
Fieltro de protección mecánica.  
Aislamiento térmico poliisireno extruido XPS.  
Cubierta vegetal formada por lámina geotextil de separación, lámina drenante de Polietileno de Alta Densidad, lámina geotextil filtrante, sustrato 100mm para sistema extensivo y vegetación extensiva tapizante.

**CT- CUBIERTA PLANA TRANSITABLE**  
Forjado de hormigón armado de vigas de 600x600mm y nervios in situ de 150x600mm con capa de compresión de 100mm.  
Hormigón ligero para formación de pendientes.  
Fieltro de protección mecánica formado por fibras de poliéster.  
Membrana impermeabilizante bituminosa de betún modificado (APP) con armadura de fibra de vidrio y terminación en film plástico.  
Fieltro de protección mecánica formado por fibras de poliéster.  
Aislamiento térmico poliisireno extruido XPS.  
Lámina geotextil de separación.  
Enlosado de granito 60mm sobre mortero de agarre 20mm con junta edanca y tratamiento antideslizante.

**CL- CUBIERTA PLANA LIGERA**  
Entramado de perfiles tubulares rectangulares huecos de acero S275 #200.120.12.5 sobre soportes de perfiles rectangulares huecos de acero S275 #  
Tablero de madera contrachapada 12mm.  
Correa de acero conformado en frío. Perfil omega para formación de pendientes con aislamiento térmico intermedio de paneles de poliisireno extruido URSA XPS NIII PR 50 mm.  
Tablón de madera contrachapada con acabado en resina fenólica 15mm.  
Lámina impermeable bituminosa.  
Plancha de cobre 15mm.

**CM- CUBIERTA MARQUESINA**  
Entramado de perfiles tubulares cuadrados huecos de acero S275 #120.120.6 sobre soportes de perfiles rectangulares huecos de acero S275 #  
Lijones de madera laminada de sección 100x50mm atornillados a la estructura principal mediante perfiles metálicos L soldados a eda.

**M- MUROS**  
Gravas de relleno y tubo de drenaje Ø220mm, lámina geotextil, lámina drenante de Polietileno de Alta Densidad y lámina asfáltica impermeabilizante para protección del muro.  
Muro de hormigón armado de 400mm para contención del terreno.  
Trasdosado directo panel rígido poliisireno expandido 50mm y placa de yeso laminado KNAUF ACUSTIK RT13 2600x1200mm e= 15 mm  
Zapata continua de hormigón armado 500mm.  
Hormigón de limpieza 100mm.

**FP- FACADA PESADA. CENTRO CULTURAL**  
Cerramiento de doble hoja: fábrica ladrillo hueco doble del 7 con aplacado de piedra de rodano rojo natural 600x400x35mm con mortero de cemento 40mm, cámara de aire 50mm, aislamiento térmico lana de vidrio FL 50mm y revestimiento interior continuo de yeso proyectado 15mm.

**FL- FACADA LIGERA. REFUGIO Y ESTACION**  
Cerramiento ligero: sistema de paneles de cobre TECU para revestimiento colocados en horizontal, con juntas machihembradas, quedando una fachada de elementos enrasados.  
Cámara de aire muy ventilada con perfiles tubulares cuadrados huecos conformados en frío #80.80.2(mm) para sujeción del sistema de anclaje para fachadas metálicas TECU e=1,5 mm.  
Lámina impermeable y transpirable.

Tablero hidrófugo OSB 16mm  
Aislamiento térmico de lana de roca mineral 60mm  
Barrera corta vapor.  
Sistema de tablas de madera 17mm sobre panel contrachapado de 15mm

**V- PARTICIÓN Y PROTECCIÓN VERTICAL**  
Carpintería oscilobatiente o abatible de madera natural. Vidrio normal e=4mm y vidrio bajo emisivo e=6mm.

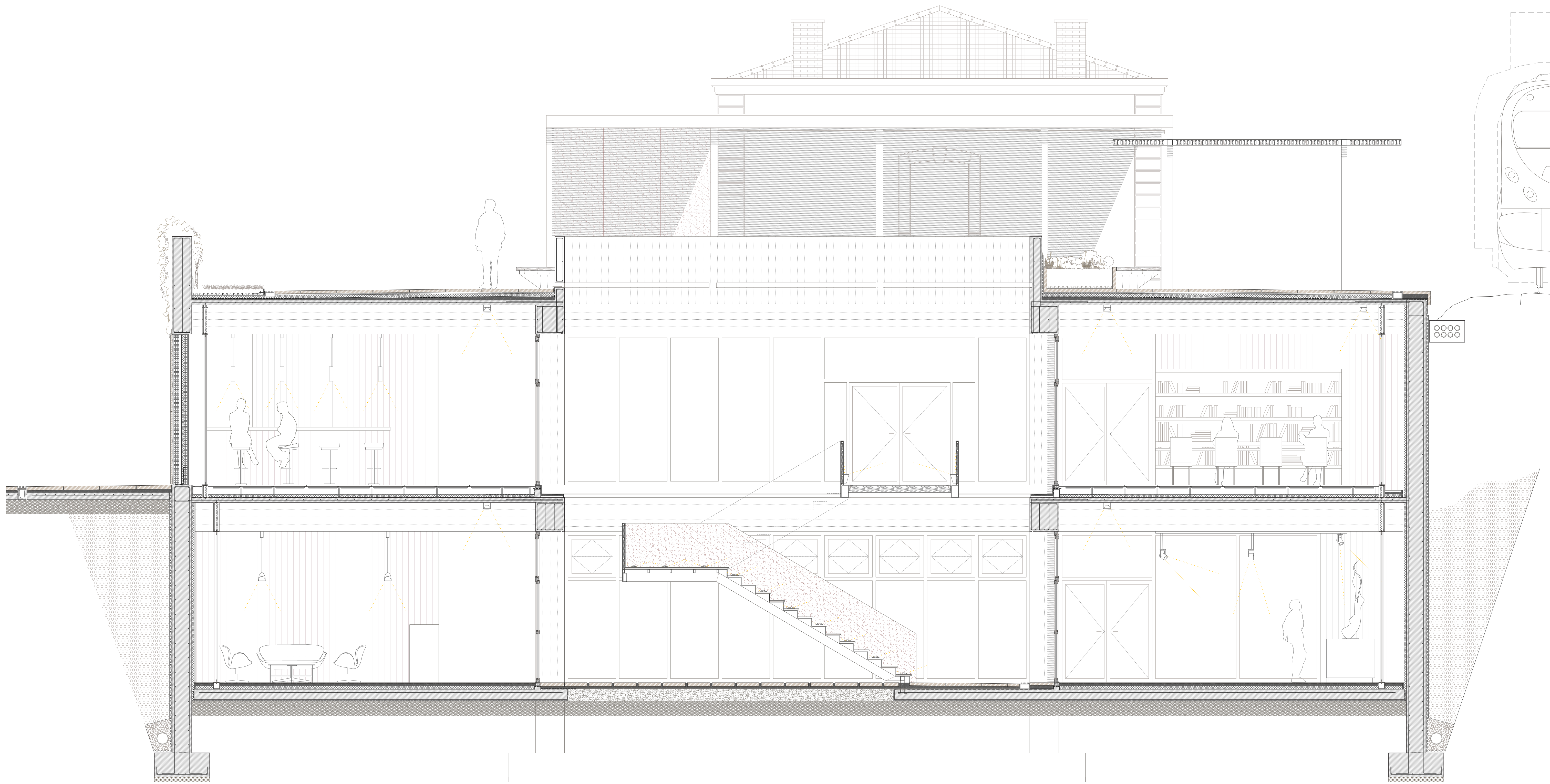
Tabiquería mediante sistema de tablas de madera 17mm sobre panel contrachapado de 15mm y aislamiento acústico lana de roca 100mm.

**S- SOLERA**  
Terreno natural. Excavación del terreno y sub-base granular 300mm.  
Lámina geotextil de separación antipunzonamiento y membrana impermeabilizante de polietileno.  
Solera de 200mm con mallazo de reparto y retracción.  
Lámina separadora y aislamiento térmico de poliisireno extruido 60mm Pavimento continuo de hormigón pulido 75mm.

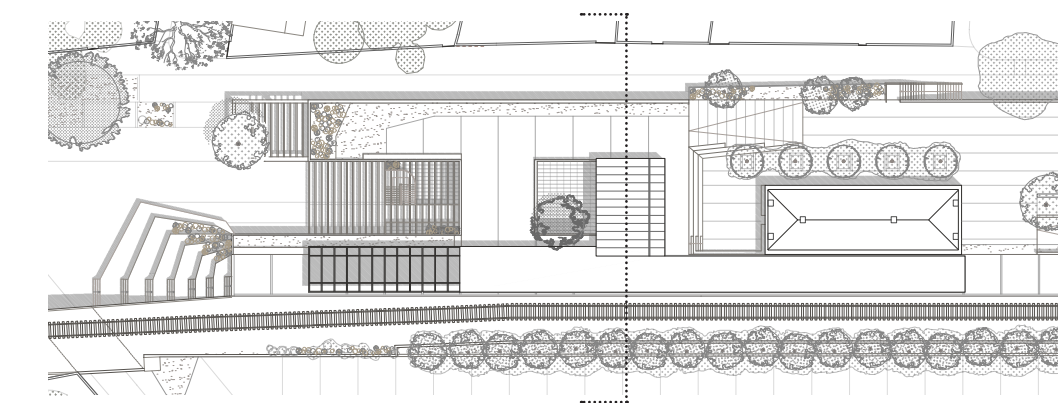
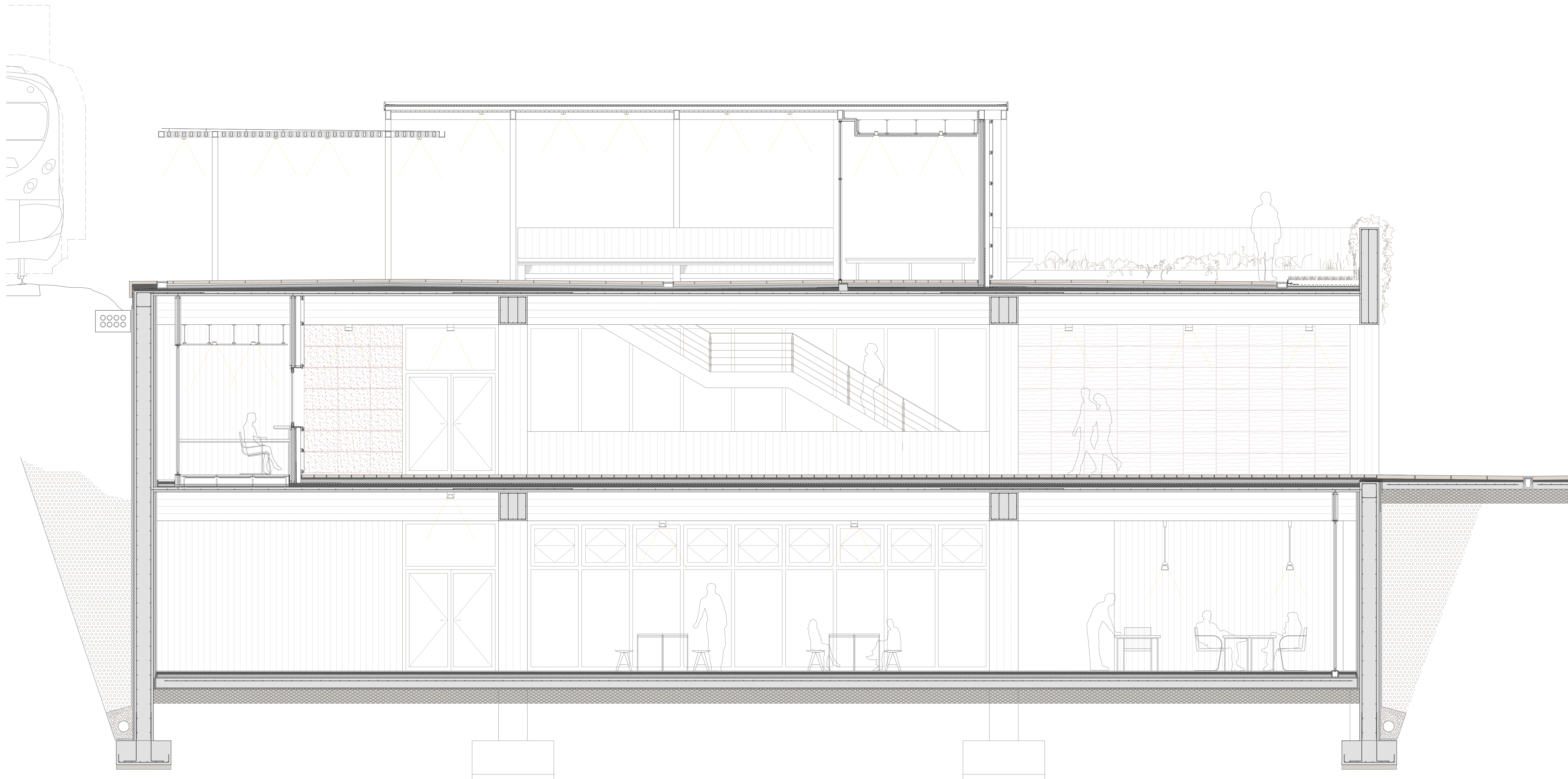
**ST- SUELO TÉCNICO**  
Suelo técnico para paso de instalaciones.  
Panel con acabado de madera natural y núcleo aglomerado de madera 650x600mm sobre sistema de travesaños de acero galvanizado 55x40 mm y pedestal roscado regulable de acero galvanizado.

**SE- SOLADO EXTERIOR DE LOS PATIOS**  
Adoquín exterior Terana Green 80mm con junta vegetal sobre lecho de tierra de cultivo de textura arenosa 50mm  
Lecho de arena y turba 250mm y sub-base granular compactada sobre terreno natural.

**E- ESCALERA Y PASARELA DE ACCESO**  
Perfiles tubulares huecos de acero S275 como elementos estructurales. Pavimento formado por listones de madera laminada de sección 100x50mm atornillados a la estructura principal mediante perfiles metálicos L y peldaños de madera maciza 30mm sobre chapa de acero plegada de 6mm.  
Barandilla estructural, entramado de perfiles tubulares huecos conformados en frío revestidos con paneles de cobre 1,5mm.



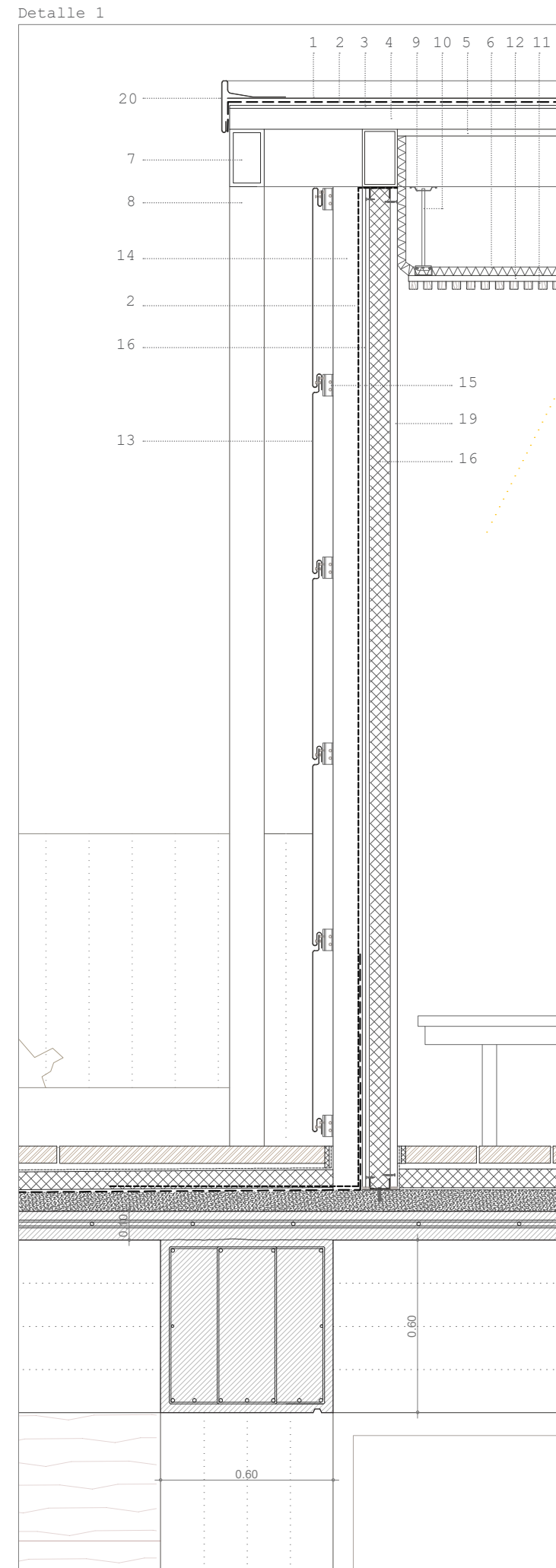




Leyenda constructiva general

- CV- CUBIERTA VEGETAL  
Forjado de hormigón armado de vigas de 600x600mm y nervios in situ de 150x600mm con capa de compresión de 100mm.  
Hormigón ligero para formación de pendientes.  
Filtro de protección mecánica.  
Membrana impermeabilizante de polietileno resistente a las raíces.  
Aislamiento térmico polidireno extruido XPS.  
Cubierta vegetal formada por lámina geotextil de separación, lámina drenante de Polietileno de Alta Densidad, lámina geotextil filtrante, sustrato 100mm para sistema extensivo y vegetación extensiva tapizante.
- CT- CUBIERTA PLANA TRANSITABLE  
Forjado de hormigón armado de vigas de 600x600mm y nervios in situ de 150x600mm con capa de compresión de 100mm.  
Hormigón ligero para formación de pendientes.  
Filtro de protección mecánica formado por fibras de poliéster.  
Membrana impermeabilizante bituminosa de betún modificado (APP) con armadura de fibra de vidrio y terminación en film plástico.  
Filtro de protección mecánica formado por fibras de poliéster.  
Aislamiento térmico polidireno extruido XPS.  
Lámina geotextil de separación.  
Enlosado de granito 60mm sobre mortero de agarre 20mm con junta escaña y tratamiento antideslizante.
- CL- CUBIERTA PLANA LIGERA  
Entramado de perfiles tubulares rectangulares huecos de acero S275 #200.120.12.5 sobre soportes de perfiles rectangulares huecos de acero S275 #  
Tablero de madera contrachapada 12mm.  
Correas de acero conformado en frío. Perfil omega para formación de pendientes con aislamiento térmico intermedio de paneles de polidireno extruido URSA XPS NIII PR 50 mm.  
Tablón de madera contrachapada con acabado en resina fenólica 15mm.  
Lámina impermeable bituminosa.  
Plancha de cobre 15mm.
- CM- CUBIERTA MARQUESINA  
Entramado de perfiles tubulares cuadrados huecos de acero S275 #120.120.6 sobre soportes de perfiles rectangulares huecos de acero S275 #  
Lisones de madera laminada de sección 100x50mm atornillados a la estructura principal mediante perfiles metálicos L soldados a eda.  
Plancha de cobre 15mm anclada a lisones de madera.
- M- MIROS  
Gravas de relleno y tubo de drenaje  $\phi$ 220mm, lámina geotextil, lámina drenante de Polietileno de Alta Densidad y lámina asfáltica impermeabilizante para protección del muro.  
Muro de hormigón armado de 400mm para contención del terreno.  
Trasdosado directo panel rígido polidireno expandido 50mm y placa de yeso laminado KNAUF ACUSTIK R713 2600x1200mm e= 15 mm  
Zapata continua de hormigón armado 500mm.  
Hormigón de limpieza 100mm.
- FP- FACHADA PESADA. CENTRO CULTURAL  
Cerramiento de doble hoja: fábrica ladrillo hueco doble del 7 con aplacado de piedra de rodano rojo natural 60x40x35mm con mortero de cemento 40mm, cámara de aire 50mm, aislamiento térmico lana de vidrio FL 50mm y revestimiento interior continuo de yeso proyectado 15mm.
- FL- FACHADA LIGERA. REFUGIO Y ESTACIÓN  
Cerramiento ligero: sistema de paneles de cobre TECU para revestimiento colocados en horizontal, con juntas machihembradas, quedando una fachada de elementos enrasados.  
Cámara de aire muy ventilada con perfiles tubulares cuadrados huecos conformados en frío #80.80.2 (mm) para sujeción del sistema de anclaje para fachadas metálicas TECU e=1,5 mm.  
Lámina impermeable y transpirable.  
Tablero hidrófugo OSB 16mm  
Aislamiento térmico de lana de roca mineral 60mm  
Barrera corta vapor.  
Sistema de tablas de madera 17mm sobre panel contrachapado de 15mm
- V- PARTICIÓN Y PROTECCIÓN VERTICAL  
V1. Carpintería oscilobatiente o abatible de madera natural. Vidrio normal e=4mm y vidrio bajo emisivo e=6mm.  
V2.  
V3. Tabiquería mediante sistema de tablas de madera 17mm sobre panel contrachapado de 15mm y aislamiento acústico lana de roca 100mm.
- S- SOLERA  
Terreno natural. Excavación del terreno y sub-base granular 300mm.  
Lámina geotextil de separación antipunzonamiento y membrana impermeabilizante de polietileno.  
Solera de 200mm con mallazo de reparto y retracción.  
Lámina separadora y aislamiento térmico de polidireno extruido 60mm Pavimento continuo de hormigón pulido 75mm.
- ST- SUELO TÉCNICO  
Suelo técnico para paso de instalaciones.  
Panel con acabado de madera natural y núcleo aglomerado de madera 650x600mm sobre sistema de travesaños de acero galvanizado 550x40 mm y pedal roscado regulable de acero galvanizado.





Detalle 1. Refugio construido en seco

1. Plancha de cobre 15mm
2. Lámina impermeable Bituminosa
3. Tablón de madera contrachapada acabado en resina fenólica 15mm
4. Correa de acero conformado en frío. Perfil omega para formación de pendiente
5. Tablero de madera contrachapada 12mm
6. Aislamiento térmico lana de roca mineral sistemas KNAUF e=60mm
7. Perfil tubular hueco conformado en frío 200.120.12.5 (mm)
8. Soporte de acero conformado en frío. Perfil tubular 120.60.10(mm)
9. Perfil de techo conformado de acero galvanizado viroc 800x47x18 mm
10. Varón roscado de acero galvanizado viroc e=15mm
11. Secciones de madera sobre
12. Placa de cemento madera viroc 3000 x 1250 mm e=12 mm
13. Paneles de cobre TECU machiembrados e=1,5mm
14. Perfil tubular hueco conformado en frío 80.80.2 (mm)
15. Sistema de anclaje para fachadas metálicas TECU e=1,5 mm
16. Tablero hidrófugo OSB 16mm
17. Aislamiento térmico de lana de roca mineral 60mm
18. Barrera corta vapor
19. Sistema de tablas de madera 17mm sobre panel contrachapado de 15mm
20. Pieza especial de remate, chapa de cobre plegada e=1,5mm

Detalle 2. Fachada de piedra natural rodado

21. Piedra de rodado rojo natural 600x400x35mm
22. Mortero de cemento 40mm
23. Ladrillo hueco doble 7cm
24. Cámara de aire 50mm
25. Aislamiento térmico lana de vidrio FL 50mm
26. Yeso proyectado 15mm
27. Perfil de remate en acero pavonado
28. Pedañal roscado regulable de acero galvanizado
29. Panel con núcleo aglomerado de madera 60x60 cm
30. Travesaños de acero galvanizado 550x40 mm
31. Vegetación extensiva
32. Sustrato extensivo 100mm
33. Lámina geotextil filtrante
34. Lámina Drenante de Polietileno de Alta Densidad
35. Lámina geotextil de separación
36. Aislamiento térmico poliestireno extruido XPS
37. Fieltro de protección mecánica
38. Membrana impermeabilizante de polietileno resistente a las raíces
39. Hormigón ligero para formación de pendientes
40. Chapa de cobre plegada de remate y protección

41. Lámina impermeable bituminosa

42. Capa de hormigón de regularización 35mm

43. Mortero autonivelante 40mm

44. Pieza de remate de acero inoxidable

45. Cordón de sellado de silicona e=5mm

46. Perfil L 70x70x5mm

47. Perfil L 800x70x5mm

48. Murete de Hormigón armado

49. Sección de madera maciza 50x70mm

50. Chapa de cobre plegada de remate y protección

51. Macizo de hormigón prefabricado

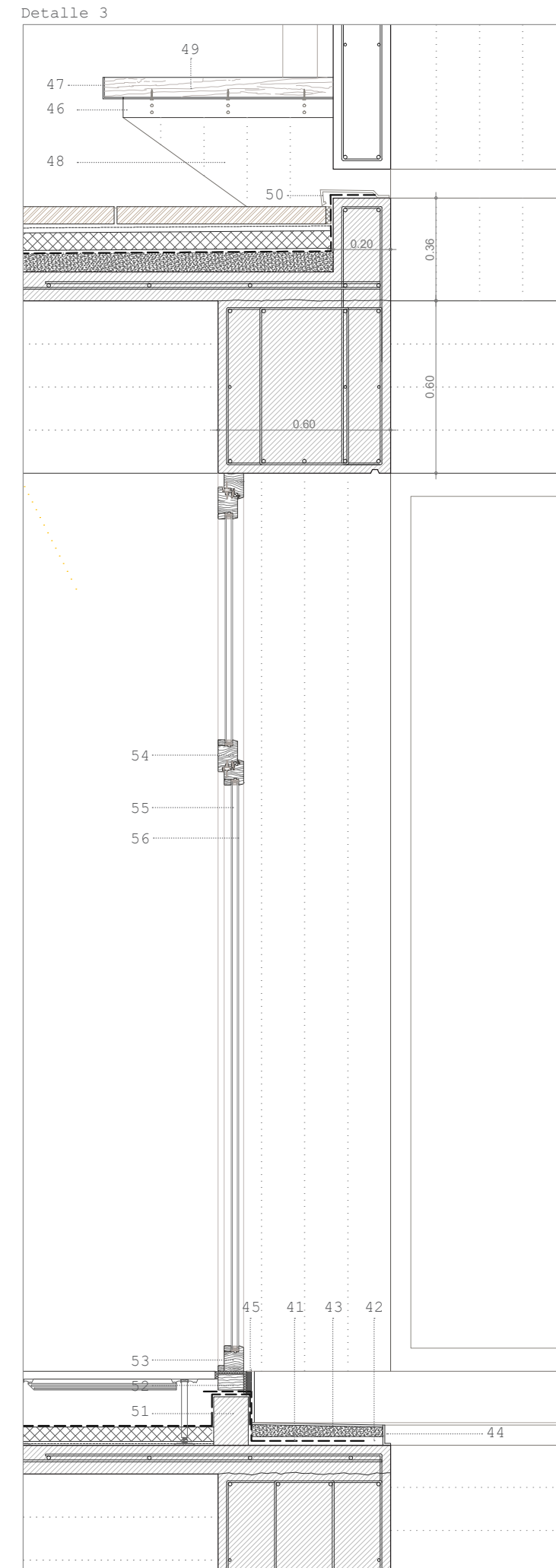
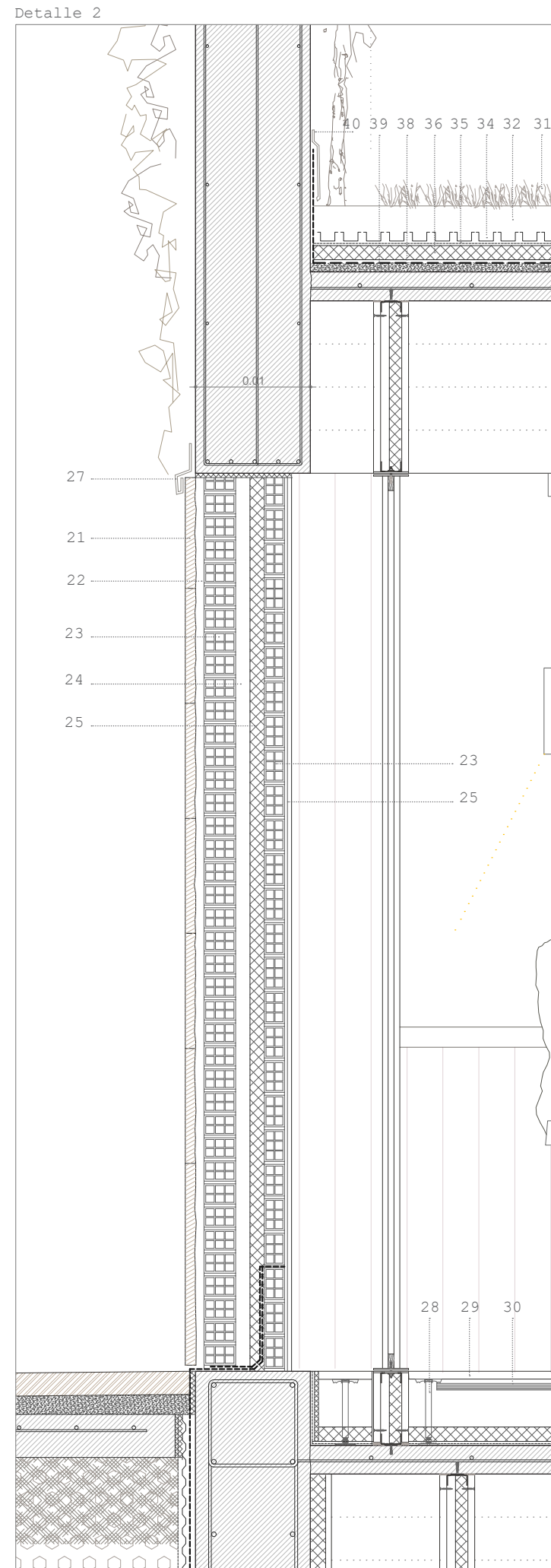
52. Premarco de madera

53. Carpintería fija de madera natural

54. Carpintería oscilobatiente de madera natural

55. Vidrio normal e= 4mm

56. Vidrio bajo emisivo e= 6mm



Detalle 3 Fachada frente acristalado

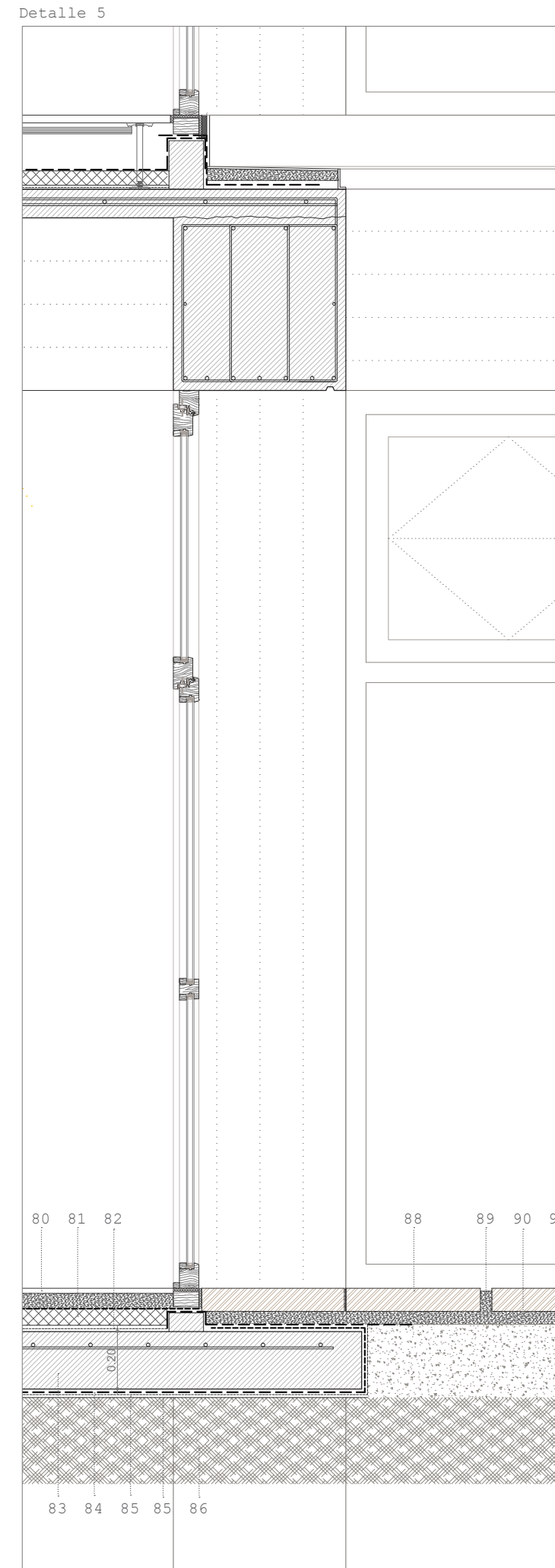
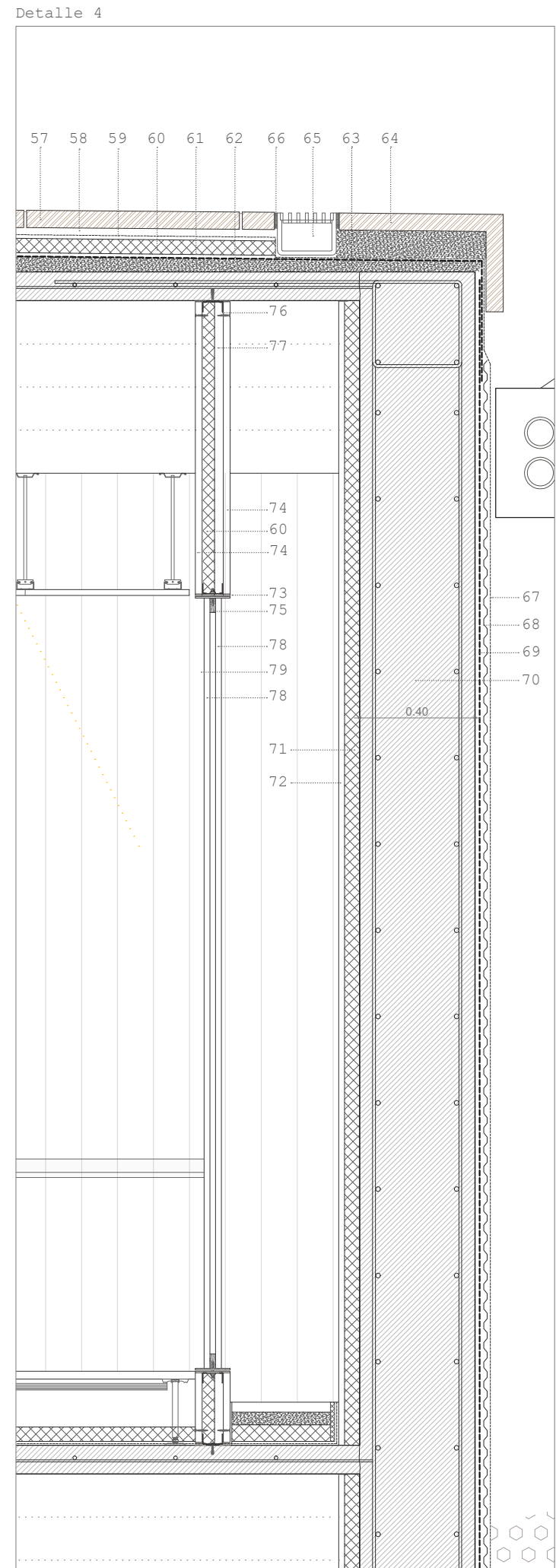
41. Lámina impermeable bituminosa
42. Capa de hormigón de regularización 35mm
43. Mortero autonivelante 40mm
44. Pieza de remate de acero inoxidable
45. Cordón de sellado de silicona e=5mm
46. Perfil L 70x70x5mm
47. Perfil L 800x70x5mm
48. Murete de Hormigón armado
49. Sección de madera maciza 50x70mm
50. Chapa de cobre plegada de remate y protección
51. Macizo de hormigón prefabricado
52. Premarco de madera
53. Carpintería fija de madera natural
54. Carpintería oscilobatiente de madera natural
55. Vidrio normal e= 4mm
56. Vidrio bajo emisivo e= 6mm

Detalle 4 Muro de sótano y cubierta transitable

57. Enlosado de granito con junta estanca 60mm
58. Mortero de agarre 20mm
59. Lámina geotextil de separación
60. Aislamiento térmico poliestireno extruido XPS
61. Fieltro de protección mecánica formado por fibras de poliéster
62. Membrana impermeabilizante bituminosa de betún modificado (APP)
63. Hormigón ligero para formación de pendientes
64. Pieza de remate especial de granito
65. Canaleta lineal de hormigón polímero
66. Cordón de sellado de silicona
67. Lámina geotextil separadora
68. Lámina drenante de Polietileno de Alta Densidad
69. Lámina asfáltica para impermeabilización
70. Muro de hormigón armado de 400mm para contención del terreno
71. Trasdosado directo panel rígido poliestireno expandido 50mm
72. Placa de yeso laminado KNAUF K713 2600x1200mm e= 15 mm
73. Pletina de acero corrida
74. Placa de cemento madera Viroc 2700x1250mm e=20 mm
75. Liñón de madera 20x50mm
76. Canal de acero galvanizado KNAUF 75x40x0.55 mm
77. Montante de acero galvanizado KNAUF 75x50x0.6 mm
78. Panel contrachapado de 15mm
79. Sistema de tablas de madera 17mm

Detalle 5 Solera

80. Hormigón pulido 75mm
81. Aislamiento térmico de poliestireno extruido 60mm
82. Lámina separadora
83. Solera de 200mm con mallazo de reparto y retracción
84. Membrana impermeabilizante de polietileno
85. Lámina geotextil de separación antipunzonamiento
86. Sub-base granular 300mm
87. Terreno natural
88. Adoquín Terana Green 80mm
89. Junta vegetal
90. Lecho de tierra de cultivo de textura arenosa 50mm
91. Lecho de arena y turba 250mm





## LA ESTRUCTURA

El hormigón armado es elemento de acabado y soporte de la propuesta. La estructura es el sistema generador del proyecto. Los soportes cuidadosamente colocados en una retícula configuran los espacios. Los forjados se convierten en cubierta, techo y suelo. El entramado de perfiles metálicos se convierte en sombra y cobijo. La estructura es al mismo tiempo cerramiento, acabado, elemento de definición de los espacios y soporte del edificio. No es posible identificar y separar la arquitectura de la estructura, forman parte de un todo, una unidad que da sentido a la propuesta.



## I. MEMORIA DESCRIPTIVA

En esta pequeña introducción que es la memoria descriptiva se intenta hacer una descripción de la estructura desde el espacio y las intenciones compositivas de la misma. Para a continuación abordar un estudio más objetivo en las memorias constructiva y el anexo de cálculo que la siguen, se indica el objeto de la obra, se realiza la descripción global de la estructura y se aporta la justificación de las soluciones adoptadas tanto para la cimentación, como para la estructura y la estabilidad horizontal del conjunto.

### 1. ARQUITECTURA. EDIFICIO OBJETO

En este proyecto estructura y espacios han ido desarrollándose de manera simultánea durante todo el proceso que ha permitido desarrollar este trabajo académico. Por este motivo, la estructura es al mismo tiempo cerramiento, acabado, elemento de definición de los espacios y soporte del edificio, siendo imposible identificar y separar la arquitectura de la estructura.

El proyecto puede dividirse estructural y compositivamente en dos partes completamente diferenciadas, el centro cultural semienterrado de hormigón armado y el refugio-marquesina de la estación que funciona como una pieza prefabricada que simplemente se dispone sobre la cubierta del anterior.

El **centro cultural** se proyecta estratégicamente en este punto de la parcela para que su cubierta se convierta en el andén de espera del tren, y al mismo tiempo haciendo que el forjado de planta baja sea una prolongación de las dos principales vías de acceso a Navajas. De este modo los forjados funcionan simultáneamente como espacio público en el exterior y como centro cultural en el interior. Así, se entiende que la cubierta es un suelo más, se convierte en una pieza maciza de hormigón, con gran rigidez (porque es un suelo) e inercia, que se vacía en el plano inferior para ayudar a definir los espacios, para restar peso, y para ser un acabado. Quedando así la estructura formada por formada por un sistema de pórticos de hormigón armado que soportan un conjunto de nervios unidos por una losa de 10cm.

Estas premisas iniciales llevan a construir el grueso del proyecto como un edificio semienterrado que se organiza gracias a la disposición de dos patios en la franja central. Así la planta sótano se entiende como un vaso excavado en el terreno, donde los muros de contención del terreno se convierten en estructura y en elemento delimitador de los espacios. Estos funcionan de forma conjunta con los pilares que se colocan rigurosa y cuidadosamente alrededor de los patios y a lo largo de la crujía central, funcionando estos también como elemento delimitador.

La intención que rige las directrices del proyecto, es la de introducir la calle, el espacio público, en el edificio. Para ello, mientras que en la planta enterrada los patios ocupan una zona delimitada por dos vanos de estructura, en planta baja, el patio se prolonga hasta las calles que delimitan la parcela, formándose así una plaza de acceso que conduce al usuario por el suelo-cubierta y a través de pasarelas y escaleras metálicas hasta el interior del edificio.

Por otra parte y de forma totalmente opuesta, la **estación** se entiende como una simple sombra donde resguardarse del sol y la lluvia y donde poder comprar los billetes para subir al tren. Esta cota le pertenece a la estación preexistente que otorga identidad y carácter al lugar y por este motivo se intenta intervenir de la forma más respetuosa y mínima posible. Estas bases fijadas inicialmente llevan a elegir un sistema constructivo prefabricado y en seco, una cubierta formada por un entramado de vigas tubulares de acero cuya sección sea lo más pequeña posible y que transmita la sensación de ser una pequeña pieza que descansa sobre el andén (o suelo-cubierta del centro cultural).

Para la estimación del peso propio de los distintos elementos que constituyen los sistemas constructivos descritos a continuación, se ha seguido lo establecido en el DB-SE-AE, complementado con las fichas técnicas de las marcas comerciales utilizadas en el proyecto

## 1. SUSTENTACIÓN DEL EDIFICIO Y ELEMENTOS DE ADECUACIÓN DEL TERRENO

### 1.1 MOVIMIENTO DE TIERRAS

Con el fin de poder realizar las tareas de replanteo, se procederá a la preparación del solar en una doble vertiente:

- Se vaciará la zona de talud necesaria para poder construir el edificio y la plaza de acceso al mismo. Para así poder realizar a continuación la excavación de la zona ocupada por la planta sótano y los cimientos.

- En el resto del solar se procederá a las necesarias operaciones de desbrozado, limpieza, explanación y nivelación del terreno.

El movimiento de tierras se realizará preferentemente a máquina (retroexcavadora, martillo neumático, etc.) debido al considerable volumen de tierras a mover y a la facilidad que el solar presenta para el acceso de la maquinaria, ya que tiene unas dimensiones considerablemente grandes y se encuentra en contacto directo con dos viales de circulación con sus pertinentes espacios de acera. La excavación junto a la vía del ferrocarril y el edificio antiguo de estación, se ejecutará por medio de bataches, puesto que hay que evitar el derrumbamiento de las vías y asegurar el adecuado funcionamiento de las mismas.

Las dimensiones de los pozos y la anchura de las zanjas será la suficiente como para alojar, sin merma de dimensión, los elementos de cimientos y saneamiento reflejados en los correspondientes planos, aunque podrá ser variada por la Dirección de Obra en función de las diferentes capas de terreno.

### 1.2 CIMIENTOS

Los cimientos proyectados, como consecuencia de las buenas condiciones del terreno y las cargas del edificio, responde a la tipología de cimientos superficiales mediante zapatas, tanto aisladas como continuas, con una profundidad máxima de 4,00m por debajo de la cota 0,00m, situada a nivel de la plaza de acceso al edificio cultural (cruce Calle Constitución y Calle Valencia). El canto de las zapatas proyectadas es, en principio, de 0,50 m tanto para las aisladas como para las continuas. Para conferir estabilidad resulta obligatoria la aplicación de la norma NCSR-02 (2002), que prescribe que si  $ac < 0,16g$ , el arriostramiento lo puede realizar la "solera" de hormigón, posibilidad que también contempla el DB SE-C. De este modo, se opta por construir una solera que quedará protegida por una capa drenante de grava colocada por debajo de la impermeabilización de la misma para aislarla del agua del sub-suelo.

No se ha detectado la presencia de nivel freático en la ejecución de los sondeos realizados.

Los muros en contacto con el terreno serán flexoresistentes, de hormigón armado de 40cm de espesor. La impermeabilización se realizará por el exterior, protegida por una capa geotextil. Se colocará una capa drenante y una capa filtrante entre la capa de impermeabilización y el terreno, compuesta por una lámina gofrada y un geotextil para la retención del árido fino.

Se dispondrá en el arranque de los muros un tubo de drenaje, protegido por la prolongación de la capa filtrante antes mencionada, de forma que impida el arrastre de áridos finos hacia el tubo.



Los parámetros determinantes en la elección de todas estas tipologías, materializaciones y dimensiones, han sido, en relación a la capacidad portante, el equilibrio de las cimentaciones y la resistencia local y global del terreno, y en relación a las condiciones de servicio, el control de las deformaciones, las vibraciones y el potencial deterioro de otras unidades constructivas; determinados por los documentos básicos DB-SE de Bases de Cálculo y DB-SE-C de Fundamentos, y la Norma EHE de Hormigón Estructural.

En todas las cimentaciones se utilizará hormigón HA-25/B/30/IIa. Las dimensiones y armados figuran en los planos correspondientes.

## 2. SISTEMA ESTRUCTURAL

Como ya se ha indicado, el proyecto resuelve dos estructuras independientes según el uso del edificio. La estructura del edificio cultural está formada por un sistema tradicional de pórticos paralelos de soportes y vigas de hormigón armado. Puesto que en los forjados sobre rasante la malla de soportes es de 10x5m o 7x5m y por tanto no se obtiene una retícula formada por cuadrados conviene adoptar un sistema de forjado unidireccional disponiendo las vigas en la dirección corta, quedando los forjados unidireccionales de nervios in situ en la dirección larga. La planta enterrada se resuelve mediante un muro de sótano perimetral de 40cm de espesor, los soportes superiores se prolongan hasta la cimentación y se resuelve el límite de la parcela mediante un muro de sótano. Este muro tiene como objeto fundamental resistir los empujes del terreno, y soportar las cargas verticales que le transmite únicamente el forjado de suelo de planta baja. La cimentación consiste en zapatas aisladas y continuas y rigidización mediante solera.

La estructura del edificio cultural al tener una proporción más cuadrada se resuelve con un entramado de secciones tubulares de acero, adoptándose estas mismas secciones para los soportes.

### 2.1 ESTRUCTURA VERTICAL

La estructura vertical del proyecto está formada por soportes de hormigón armado o bien tubulares metálicos dependiendo del edificio correspondiente. En el edificio cultural la estructura se resuelve mediante **secciones rectangulares de hormigón de 30x60cm** o con muros de carga de hormigón armado en las zonas en contacto directo con el terreno.

Es decir, en planta sótano el perímetro queda delimitado por **muros de hormigón armado de contención** de tierras de 40cm que son a la vez portantes, mientras que en la crujía central son los pilares rectangulares de hormigón armado quienes reciben la carga. Por otra parte, en planta baja los muros de carga se encuentran únicamente en contacto con el límite de las vías y con la estación preexistente, pasando a ser los pilares rectangulares los que también delimitan el espacio entre el interior del edificio y la Calle Constitución

En la cota del andén los soportes de la cubierta-marquesina son **tubulares metálicos**, en principio **160x80x8mm**, unidos a los nervios del forjado inferior mediante placas de anclaje metálicas.

Los parámetros que se han tenido en cuenta son los determinados en los documentos básicos DB-SE: Bases de cálculo, DB- SI-6: Resistencia al fuego de la estructura y la Norma EHE-08 de Hormigón Estructural. Estos son; en relación con la capacidad portante: la resistencia estructural de todos los elementos, secciones y uniones, y la estabilidad global del edificio y sus partes. En relación con la aptitud al servicio: se ha tenido en cuenta el control de las deformaciones, las vibraciones y los potenciales daños o el deterioro que pudieran afectar a la imagen, durabilidad o funcionalidad de la obra.

En pilares y muros se empleará hormigón **HA-25/B/20/IIb** y para los soportes metálicos se utilizan tubulares acero laminado **S275JR**. Las dimensiones y armados son las que se indican en los planos correspondientes.

### 2.2 ESTRUCTURA HORIZONTAL

Por lo que se refiere a la estructura horizontal, como ya se ha comentado, se escoge un **forjado unidireccional de nervios in situ** con un canto total de 70cm, formado por nervios de 60cm y 10 cm de capa de compresión y un intereje de 85cm. Las **vigas** son cuadradas de **60x60cm** en la totalidad de la estructura del edificio cultural para adaptarse por completo al tamaño de los nervios.

En la cota del andén el entramado de vigas y correas de la cubierta-marquesina son **tubulares metálicos**, en principio **200x100x10.0mm**, soldados entre ellos y a los soportes.

Los parámetros que han determinado sus previsiones técnicas han sido, en relación a su capacidad portante, la resistencia estructural de todos sus elementos, secciones, puntos y uniones, y la estabilidad global del edificio y de sus partes; y en relación a las condiciones de servicio, el control de deformaciones, las vibraciones y los potenciales daños o el deterioro que pudieran afectar desfavorablemente a la semejanza, la durabilidad o la funcionalidad de la obra; determinados por los documentos básicos DB-SE de Bases de Cálculo, DB-SI-6 Resistencia al fuego de la estructura y la Norma EHE de Hormigón Estructural.

En el forjado de cubierta se empleará hormigón **HA-25/B/20/IIb** Y para las correas o vigas metálicas se utilizan perfiles tubulares normalizados de acero **S275JR**. Las dimensiones y armados son las que se indican en los planos correspondientes.

### 2.3 ARRIOSTRAMIENTO HORIZONTAL

La situación geográfica del proyecto no implica un elevado riesgo sísmico, de este modo, aunque no es indispensable garantizar la rigidez del conjunto, se decide incorporar ciertos elementos que la aseguren. Esto se consigue con la materialización de 4 costillas en la dirección de los ejes transversales que coincide con la delimitación de los patios; formándose así un sistema de celdas que confiere una gran estabilidad y rigidez a torsión.

De esta forma se otorga una **gran rigidez horizontal** al conjunto, y basta con que el forjado presenta una adecuada capa de compresión, así como asegurar que la armadura queda debidamente anclada con patillas, tal y como se indica en los planos, para que se pueda considerar al conjunto como lateralmente indeformable.



### III. MEMORIA DE CÁLCULO

Los diferentes puntos de esta memoria muestran que apartados del vigente Código Técnico de la Edificación resultan de aplicación en el presente Proyecto y recogen su cumplimiento. La estructura se ha comprobado siguiendo los Documentos Básicos (DB) siguientes:

DB-SE. Seguridad estructural

DB-SE-AE. Acciones en la edificación

DB-SE-C. Cimentaciones

DB-SI. Seguridad en caso de Incendio

Se han tenido en cuenta, además, las especificaciones de la normativa siguiente:

NCSE Norma de construcción sismorresistente: parte general y edificación

EHE-08 Instrucción de hormigón estructural

REAL DECRETO 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación. (BOE núm. 74, martes 28 marzo 2006)

#### Artículo 10. Exigencias básicas de seguridad estructural (SE).

1. El objetivo del requisito básico «Seguridad estructural» consiste en asegurar que el edificio tiene un comportamiento estructural adecuado frente a las acciones e influencias previsibles a las que pueda estar sometido durante su construcción y uso previsto.

2. Para satisfacer este objetivo, los edificios se proyectarán, fabricarán, construirán y mantendrán de forma que cumplan con una fiabilidad adecuada las exigencias básicas que se establecen en los apartados siguientes.

3. Los Documentos Básicos «DB SE Seguridad Estructural», «DB-SE-AE Acciones en la edificación», «DBSE-C Cimientos», «DB-SE-A Acero», «DB-SE-F Fábrica» y «DB-SE-M Madera», especifican parámetros objetivos y procedimientos cuyo cumplimiento asegura la satisfacción de las exigencias básicas y la superación de los niveles mínimos de calidad propios del requisito básico de seguridad estructural.

4. Las estructuras de hormigón están reguladas por la Instrucción de Hormigón Estructural vigente.

#### 10.1 Exigencia básica SE 1: Resistencia y estabilidad:

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

#### 10.2 Exigencia básica SE 2: Aptitud al servicio:

De acuerdo a las necesidades, usos previstos y características del edificio, se adjunta la justificación documental del cumplimiento de las exigencias básicas de seguridad estructural.

## 1 SEGURIDAD ESTRUCTURAL (DB-SE)

### 1.1 ANÁLISIS ESTRUCTURAL Y DIMENSIONADO – PROCESO

En el proceso de análisis estructural y dimensionado se han seguido las siguientes cuatro fases, de forma sensiblemente secuencial:

Fases del análisis estructural y dimensionado	
1	Determinación de las situaciones de dimensionado
2	Establecimiento de las acciones y los modelos de cálculo
3	Análisis estructural
4	Dimensionado o verificación

#### 1.1.1 SITUACIONES DE DIMENSIONADO

En la determinación de las situaciones de dimensionado se adopta la propia clasificación que establece el CTE DB-SE en 3.1.4, de forma que quedan englobadas "todas las condiciones y circunstancias previsibles durante la ejecución y la utilización de la obra, teniendo en cuenta la diferente probabilidad de cada una."

Clasificación de las situaciones de dimensionado según CTE DB-SE 3.1.4

**PERSISTENTES:** Las relacionadas con las condiciones normales de uso (los pesos propios, cargas permanentes, acciones reológicas, las fuerzas de pretensado, los empujes del terreno, el valor casi permanente de las acciones variables,...)

**TRANSITORIAS:** Las que son de aplicación durante un tiempo limitado (en general, todas las sobrecargas, las cargas térmicas, las acciones derivadas del proceso constructivo, no incluyendo las cargas accidentales como la acción sísmica)

**EXTRAORDINARIAS:** Las asociadas a condiciones excepcionales a las que puede encontrarse expuesto el edificio (la acción sísmica, impactos, explosiones...) durante un periodo de tiempo muy reducido o puntual

De acuerdo a CTE DB-SE 4.3.2.1 para "cada situación de dimensionado y criterio considerado, los efectos de las acciones" se han determinado "a partir de la correspondiente combinación de acciones e influencias simultáneas", de acuerdo con los criterios que se establecen en los apartados 4.2.2 y 4.3.2, para la verificación de la resistencia, y la aptitud al servicio, respectivamente.

Para el caso de los elementos de hormigón armado, las combinaciones asociadas a las distintas situaciones de dimensionado se rigen por el artículo 13 de la instrucción EHE-08, en concreto por lo especificado en 13.2 para los estados límite últimos, y en 13.3 para los estados límite de servicio.

En lo que respecta a esta estructura, se han aplicado las expresiones simplificadas para los casos de estructuras de edificación.

El periodo de servicio para el que se comprueba la seguridad de esta estructura es de 50 años.



## 1.2 ACCIONES Y MODELOS DE CÁLCULO

Para el establecimiento de las acciones se adoptan los criterios recogidos en el capítulo 2 (Acciones en la edificación), con las puntualizaciones propias de los capítulos 3 y 4 de esta memoria, para las acciones sísmicas y las acciones del terreno, respectivamente.

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

En relación a los datos geométricos se adoptan los valores nominales deducidos de los planos a escala y acotados. Las cotas son en centímetros puesto que la estructura se ejecuta con hormigón.

Para el establecimiento de los modelos de cálculo se siguen las hipótesis clásicas de la teoría de resistencia de materiales. Los valores característicos de las propiedades de los materiales se detallan en la justificación del DB correspondiente (capítulos 6, 7 y/o 8) o bien en la justificación de la EHE-08 (capítulo 5).

En general se adopta un comportamiento del material elástico y lineal a los efectos del análisis estructural, produciéndose la verificación de la aptitud al servicio en dicho régimen, y la comprobación de la resistencia en estado de rotura o de plastificación para los elementos de hormigón armado (capítulo 5).

El análisis estructural se basa en modelos adecuados del edificio que proporcionan una previsión suficientemente precisa de dicho comportamiento, permitiendo tener en cuenta todas las variables significativas y reflejando adecuadamente los estados límite a considerar.

### ACCIONES

Las acciones, en general, se modelizan por medio de fuerzas estáticas correspondientes a cargas y momentos puntuales, cargas y momentos uniformemente repartidos y cargas y momentos variablemente repartidos. Los valores de las acciones se adoptan según los criterios del CTE DB-SE-AE, tal y como se expone en el capítulo pertinente. Las acciones dinámicas producidas por el viento, un choque o un sismo, se representan a través de fuerzas estáticas equivalentes.

### GEOMETRÍA

La geometría se representa por una malla alámbrica de barras que se corresponden con los ejes baricéntricos de los elementos lineales de la estructura. Los elementos superficiales se representan por medio de emparrillados de elementos lineales o por medio de elementos finitos de tipo superficial. Las barras conectan nudos puntuales de forma que configuran el mapa de conexiones de la estructura, a partir del cual se puede generar la estructura de la matriz de rigidez, que permite el análisis estructural, tal y como se explica más adelante

### MATERIALES

Los materiales se suponen con un comportamiento elástico y lineal (materiales hookianos) a los efectos de la obtención de las configuraciones deformadas y las leyes de esfuerzos. La fase de comprobación o verificación de la seguridad estructural se rige por las consideraciones particulares del documento básico correspondiente tal y como se expone en el capítulo 5. Para los casos habituales del hormigón armado y del acero, la verificación de la resistencia se realiza en rotura, por lo tanto en régimen plástico, a partir de los resultados de esfuerzos obtenidos del análisis elástico y lineal.

### ENLACES

Los enlaces entre barras en los nudos se modelizan en general por medio de grados de liberación o vinculación de movimientos relativos entre las barras concurrentes a los nudos (desplazamientos y/o giros). En el caso de estructuras de hormigón armado, salvo que se especifique lo contrario en el capítulo 5, los nudos se consideran perfectamente rígidos. Las conexiones con el exterior (cimentación y otros puntos de apoyo) se modelizan preferiblemente por medio de liberaciones completas (articulaciones perfectas, carritos sin rozamiento, etc.) o nulas (empotramiento perfecto, apoyo fijo sin deslizamiento). En general, salvo que se indique lo contrario en el capítulo 5, en las estructuras de hormigón armado, los enlaces con la cimentación se consideran empotramientos perfectos.

### MÉTODO DE CÁLCULO

En general, para la fase de análisis propiamente dicha, se realiza un cálculo espacial en tres dimensiones por métodos matriciales de rigidez, formando las barras los elementos que definen la estructura: pilares, vigas, nervios, brochales, viguetas, placas, etc. Para determinados elementos superficiales como losas y muros, se emplea una modelización local por medio de elementos finitos superficiales. Se establece la compatibilidad de deformación en todos los nudos considerando seis grados de libertad y se crea la hipótesis de indeformabilidad del plano de cada planta, para simular el comportamiento del forjado, impidiendo los desplazamientos relativos entre nudos del mismo. A los efectos de obtención de solicitaciones y desplazamientos, para todos los estados de carga se realiza un cálculo estático y se supone un comportamiento lineal de los materiales, por tanto, un cálculo en primer orden, salvo indicación contraria en la tabla siguiente.

Respecto de las consideraciones específicas al programa de cálculo empleado, se hace referencia a una tabla posterior en este mismo capítulo.

## 1.3 ANÁLISIS ESTRUCTURAL

Para la realización del análisis estructural se han adoptado las consideraciones generales de las siguientes tablas, junto con las especificaciones correspondientes indicadas en los restantes capítulos de la memoria.

Detalles de modelización y análisis	SÍ Procede	NO procede
Consideración de la interacción terreno estructura	X	
Consideración del efecto de los desplazamientos (cálculo de segundo orden)		X
Consideración del efecto diafragma del forjado en su plano	X	
Consideración del efecto de las excentricidades entre ejes de	X	
Consideración de la estructura como intraslacional	X	
Consideración de la estructura como traslacional		X
Verificación mediante estados límite últimos (coeficientes de seguridad)	X	
Verificación mediante métodos de análisis de fiabilidad		X
Modelización de nudos de celosía como nudos rígidos	X	
Modelización de nudos de celosía como nudos articulados		X



## 1.4.2 CÁLCULO ESTÁTICO

## 1.4 PROGRAMA DE CÁLCULO: ARCHITRAVE®

Consideraciones específicas respecto de la modelización y análisis mediante un programa informático

Para la obtención de las solicitaciones y dimensionado de los elementos estructurales, se ha dispuesto de un programa informático de ordenador.

Para realizar un modelo fiel a la realidad, se ha utilizado el programa informático Architrave®, el cual emplea los métodos de cálculo aceptados por la normativa vigente. El modelo se materializa con elementos lineales para las barras que conforman los pórticos. El forjado se calcula intentando ajustarse lo máximo a la realidad y por tanto se modelizan también los nervios con elementos lineales. Las cargas se aplican mediante áreas de reparto que además forman un diafragma que colabora en la distribución de las acciones horizontales al estar atadas mediante zunchos con la estructura. Más allá de esta base teórica, en el anexo de cálculo se explicará en profundidad el procedimiento de modelización utilizado y algunas particularidades a la hora de abordar el cálculo.

A continuación se detalla minuciosamente la realización del modelo informático.

Se realiza un cálculo espacial en tres dimensiones por métodos matriciales, considerando los elementos que definen la estructura: zapatas de cimentación, pilares, nervios, vigas y escaleras.

Se establece la compatibilidad de desplazamientos en todos los nudos, considerando seis grados de libertad y la hipótesis de indeformabilidad en el plano para cada forjado continuo, impidiéndose los desplazamientos relativos entre nudos. A los efectos de obtención de solicitaciones y desplazamientos, se supone un comportamiento lineal de los materiales.

Architrave®, compuesto por las aplicaciones Architrave® Diseño y Architrave® Cálculo, es un entorno informático orientado al diseño y al cálculo de estructuras de edificación y obra civil. Architrave® Diseño permite, generar y gestionar modelos estructurales utilizando el programa AutoCAD®. Posteriormente, los modelos son analizados y calculados por la aplicación Architrave® Cálculo. Ambas aplicaciones son capaces de resolver el análisis estático y dinámico de estructuras en 3D mediante el método de los elementos finitos, así como el dimensionado de los elementos estructurales de acero o de hormigón armado y gestionar su peritación. El componente de Architrave® Cálculo, encargado de llevar a cabo el análisis de la estructura, efectúa un análisis lineal estático y dinámico (modal, espectral, superposición modal en el tiempo o integración directa en el tiempo) por el método de los elementos finitos, pudiendo combinar, en un mismo modelo, barras, elementos superficiales de membrana y de placa mediante triángulos y cuadriláteros, y elementos sólidos mediante tetraedros y hexaedros.

## 1.4.1 MÉTODO DE CÁLCULO DE ESFUERZOS

El programa Architrave® permite calcular y analizar los esfuerzos a los que están sometidos los elementos de una estructura de edificación y obtener los movimientos de sus nudos.

En general, el cálculo consiste en determinar estos movimientos  $U$  conociendo la rigidez  $K$  de la estructura y las acciones  $F$  aplicadas. Esto da como resultado un sistema de ecuaciones lineales simultáneas.

El cálculo de los movimientos (desplazamientos y giros) y de las deformaciones de la estructura debidos a un sistema de acciones externas se lleva a cabo siguiendo el denominado Método Matricial de las Rigideces para el caso de cálculo estático y la Superposición Modal para el cálculo dinámico.

El sistema de ecuaciones formado por la matriz de rigidez global de la estructura y por el vector de cargas,

$$\vec{F} = |K| \cdot \vec{U}$$

Se resuelve factorizando la matriz de rigidez por el método compacto de Crout.

La matriz de rigidez local de los elementos tipo barra se forma mediante una formulación explícita, teniendo en cuenta el grado de empotramiento de cada extremo de la barra al nudo correspondiente.

Para obtener la matriz de rigidez local de los elementos finitos superficiales y volumétricos se utiliza la formulación isoparamétrica. El proceso que sigue el programa para la obtención de esta matriz, de modo resumido, es el siguiente:

- Obtención de las funciones de forma  $N$  del elemento isoparamétrico que relacionan el movimiento  $u$  de un punto cualquiera del interior del elemento con los movimientos  $a$  de los nodos extremos de dicho elemento.

$$\vec{U} = \vec{N}\vec{a} = \sum N_i a_i$$

- Cálculo de las deformaciones unitarias del material en función de los movimientos de cualquier punto del elemento.

$$\vec{\varepsilon} = \vec{L}\vec{U} = \sum B_i a_i = \vec{B}\vec{a}$$

$$\text{siendo } \vec{B}_i = \vec{L}N_i$$

Expresión de la relación entre tensiones y deformaciones a través de la matriz de elasticidad o de flexión  $D$ .

$$\vec{\sigma} = \vec{D}\vec{\varepsilon} = \vec{D}\vec{B}\vec{a}$$

Aplicación del Principio de los Trabajos Virtuales a un desplazamiento virtual de los nodos. Integrando se obtiene la matriz de rigidez local del elemento.

$$k = \int_V B_i^T D B_j dV$$

Esta expresión se resuelve por integración numérica utilizando la cuadratura de Gauss-Legendre. Para ello, en los elementos triangulares se toman los tres puntos localizados en el punto medio de los lados; cuatro puntos para los tetraedros se toman los cuatro puntos ubicados en el punto medio de las aristas; finalmente, para los hexaedros se toma una cuadratura de  $2 \times 2 \times 2$ .

Obtenida la matriz de rigidez en ejes locales

$$\vec{f} = |k| \vec{a}$$

Se hace la transformación

$$K = R^T |k| R$$

Para referirla a ejes globales de la estructura



$$\vec{F} = |K| \vec{U}$$

Y se procede, a continuación, a ensamblar cada elemento en la matriz global.

De la resolución de este sistema de ecuaciones se obtienen los movimientos (desplazamientos y giros) de los nudos de la estructura, y conocidos éstos se calculan, a través de la matriz de rigidez de cada barra, los esfuerzos que solicitan sus extremos, siendo a el vector de los movimientos de los nudos extremos.

$$\vec{f} = |k| \cdot \vec{a} - \vec{f}_{emp}$$

En el caso de los elementos finitos superficiales y volumétricos se calculan las tensiones en los puntos de Gauss utilizados para la cuadratura de cada elemento y se pasan a los nudos, dichas solicitaciones se promedian entre los correspondientes a cada elemento que incide en dicho nudo.

Las tensiones en los puntos p de Gauss de los elementos con n nodos se resuelven con la expresión:

$$(\sigma)_p = \sum_{i=1}^n (DB_i)_p \vec{a}_i$$

#### 1.4.3 COMPROBACIÓN Y DIMENSIONADO DE SECCIONES

Tras el cálculo de esfuerzos, el programa dispone de un módulo de comprobación de tensiones en barras de estructuras metálicas y otro modulo que realiza el dimensionado de las armaduras de las estructuras de hormigón. Este proceso es realizado por el programa sobre las combinaciones de hipótesis previamente definidas.

##### Criterios generales de armado

Para determinar la cuantía de acero necesaria para armar debidamente las barras de hormigón armado se siguen los criterios de la EHE-08. En consecuencia, se toma como diagrama de tensión-deformación para el hormigón el conocido como diagrama parábola-rectángulo mientras que para el acero se toma el diagrama birrectilíneo.

El cálculo se realiza siguiendo un método iterativo que trata de equilibrar los esfuerzos internos con las solicitaciones externas cambiando la posición de la fibra neutra hasta que se consigue el equilibrio. Este método permite obtener resultados de una gran exactitud y considerar la colaboración de todas las armaduras de la sección.

##### Dimensionado de las armaduras de los pilares

El programa es capaz de armar soportes de sección rectangular o circular. Los criterios utilizados para ello son los siguientes:

- Las longitudes de pandeo de los soportes se obtienen, para cada plano, a partir del grado de empotramientos de sus nudos extremos. Estos se calculan mediante una hipótesis de carga adicional, gestionada internamente, que consiste en introducir un momento flector de valor unidad en todos los nudos y comprobar la forma de reparto entre todos los extremos de las barras que concurren a cada nudo.
- Los efectos de segundo orden provocados por el pandeo se calculan según el método aproximado (según EHE-08) de considerar una excentricidad adicional al axil correspondiente.

- Para cada pilar y cada Combinación de Hipótesis de carga correspondiente a un Estado Límite Ultimo, se calcula la capacidad mecánica de tres secciones, a saber: esfuerzos de primer orden en pie y cabeza del soporte y esfuerzos de segundo orden (pandeo) en una sección intermedia. A esta armadura se le añade la correspondiente a los esfuerzos de torsión, si existen, y se escoge como armadura final la mayor de todas las obtenidas, teniendo en cuenta que cubran los esfuerzos del pie del soporte superior, si existe.

- La flexo-compresión esviada se resuelve con un algoritmo de cálculo que va equilibrando de forma iterativa la zona comprimida del hormigón y la acción de las armaduras según la posición de la fibra neutra con los esfuerzos de cálculo.

- El criterio para peritar las secciones a flexo-compresión esviada consiste en tomar la excentricidad constante.

##### Dimensionado de las armaduras de las vigas

El programa es capaz de armar vigas de sección rectangular o en forma de T. Los criterios utilizados para ello son los siguientes:

- Si el axil reducido actuante sobre la viga:

$$V = Nd / ( fcd * Ac )$$

Es menor que 0.1 la viga se arma a flexión simple, en caso contrario se tiene en cuenta también el axil.

- El armado se realiza para la envolvente de todas las Combinaciones de Hipótesis de carga correspondientes a un Estado Límite Ultimo.

- Opcionalmente se efectúa el cálculo con redistribución de momentos flectores en las vigas. Para ello, se utiliza el método del EUROCODIGO EC-2, más preciso que el de la norma EHE-08, al limitar la profundidad de bloque comprimido (x/d) del hormigón en función del grado de redistribución que se desee, y no a un valor constante (x/d <= 0,45) como hace la EHE-08. Esto es así para asegurar la ductilidad de las secciones en apoyos de las vigas y permitir las rotaciones plásticas.

- Se calcula la capacidad mecánica necesaria de acero en tres secciones de la viga: centro de vano y los dos extremos. Estas secciones de acero necesarias se distribuyen en paquetes de redondos según las opciones de armado que haya elegido el usuario. La longitud de estos redondos está en función de las leyes de momentos debidamente decaladas en función del canto útil para considerar adecuadamente el efecto del cortante. Dicha longitud se verá, lógicamente, incrementada con la correspondiente longitud de anclaje. Para ello se estudian los valores de la envolvente de momentos en quince puntos intermedios de la viga.

##### Dimensionado de los forjados

El cálculo de los forjados se realiza tal y como se establece la EFHE-02. Los esfuerzos (momento y cortante) se obtienen aplicando el método de Cross a una viga continua. Dado que, normalmente, se trata de forjados industrializados bastará comprobar, en la ficha técnica de uso de la empresa suministradora, que los esfuerzos mayorados obtenidos no superan los útiles referentes al tipo elegido. En el caso de que las condiciones resistentes así lo exigiesen, se modificarían las características dimensionales del forjado (canto, intereje), llegando incluso a colocar doble vigueta si fuese necesario.



Así pues, el análisis de solicitaciones en estados límites últimos se realiza de acuerdo con los métodos de cálculo lineal en la hipótesis de viga continua con inercia constante apoyada en las vigas o los muros sobre los que descansa. Una vez consideradas las correspondientes alternancias de carga se obtiene una envolvente de solicitaciones sobre la que se basa el cálculo. Se considera una redistribución plástica de momentos igual al menor de los siguientes valores: el 15% de los momentos negativos o el porcentaje que resulte de igualar los momentos en vano con los momentos en apoyo.

Los momentos positivos se mayoran multiplicándolos por 1.6 en función del nivel de control de ejecución del forjado. Así pues, se indica en los planos cual es el momento mayorado  $M_d$  por metro de ancho de forjado, correspondiente a cada tramada. Dado que se trata de un forjado industrializado, bastará comprobar en la ficha técnica de uso de la casa suministradora, que los esfuerzos mayorados obtenidos no superan los útiles referentes del tipo elegido.

Los momentos negativos, una vez mayorados, permiten obtener la armadura a colocar en obra en la zona de los apoyos. El análisis del estado último bajo solicitaciones normales se realiza comprobando una sección rectangular correspondiente a un nervio de ancho igual a la distancia mínima entre bovedillas y canto el del forjado. Para ello se siguen las indicaciones establecidas en la Instrucción EHE-08. En los planos de forjado se indica, para cada nervio o grupo de nervios, el número de barras de acero, su longitud y diámetro.

El análisis del estado último bajo solicitaciones tangenciales se realiza comprobando dicha sección rectangular. Si no es capaz de soportar el cortante se procede a macizar una bovedilla y a comprobar la resistencia a cortante en el encuentro entre el nervio y el macizado (a 20 cm de la sección anterior). Dichos macizados, caso de ser necesarios, quedan debidamente indicados en los planos de forjado.

El estudio de los estados límites de utilización (fisuración y deformación) se realiza de acuerdo con los métodos de cálculo lineal.

#### Evaluación de flechas

El método utilizado para la evaluación de flechas es el prescrito en la EHE-08, considerando la inercia efectiva según la fórmula de Branson y descomponiendo la flecha en instantánea y diferida para cada escalón de carga. Estos escalones de carga quedan establecidos en las diferentes historias de carga que el programa tiene preestablecidas y en las historias de carga que el usuario puede crear. Las acciones consideradas son las definidas en las diferentes Combinaciones de Hipótesis de carga correspondientes a los Estados Límites de Servicio que se han establecido.

### 1.5 VERIFICACIÓN DE LA SEGURIDAD

La verificación de la seguridad, es decir, el procedimiento de dimensionado o comprobación se basa en los métodos de verificación basados en coeficientes parciales, y en concreto en el método de los estados límite.

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

#### Estados límites últimos

Verificación de la resistencia y de la estabilidad.

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

- Pérdida de equilibrio de toda la estructura o de una parte de ella
- Deformación excesiva
- Transformación de la estructura o parte de ella en un mecanismo
- rotura de elementos estructurales o sus uniones
- Inestabilidad de elementos estructurales

#### Estados límite de servicio

Verificación de la aptitud al servicio

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

- Deformaciones totales y/o relativas
- Vibraciones
- Durabilidad

Según el CTE DB-SE 4.1.1, en "La verificación de los estados límite mediante coeficientes parciales, para la determinación del efecto de las acciones, así como de la respuesta estructural, se utilizan los valores de cálculo de las variables, obtenidos a partir de sus valores característicos, u otros valores representativos, multiplicándolos o dividiéndolos por los correspondientes coeficientes parciales para las acciones y la resistencia, respectivamente".

En relación a la verificación de la resistencia y de la estabilidad (estados límite últimos), se han aplicado las siguientes consideraciones.

Para verificar la estabilidad se comprueba que para toda la estructura y para cualquier parte de esta se cumple:

$$E_d, dst \leq E_d, stb$$

Siendo:

$E_d, dst$  Valor de cálculo del efecto de las acciones desestabilizadoras

$E_d, stb$  Valor de cálculo del efecto de las acciones estabilizadoras

Para la verificación de la resistencia se comprueba que para todo elemento de la estructura se cumple, que en todas sus secciones o puntos:

$$E_d \leq R_d$$

Siendo:

$E_d$  Valor de cálculo del efecto de las acciones

$R_d$  Valor de cálculo de la resistencia correspondiente

El valor de cálculo de las acciones correspondientes a una situación persistente o transitoria y los correspondientes coeficientes de seguridad se han obtenido de la fórmula (4.3) y de las tablas 4.1 y 4.2 del CTE DB-SE.

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} + G_{k,j} + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{G,i} + \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i} \quad \text{CTE DE-SE (4.3)}$$



Esta expresión es coincidente con la correspondiente a situaciones permanentes o transitorias de la EHE-08 artículo 13.2.

El valor de cálculo de las acciones correspondientes a una situación extraordinaria se ha obtenido de la expresión (4.4) del CTE DB-SE y los correspondientes coeficientes de seguridad se han considerado todos iguales a 0 ó 1 si su acción es favorable o desfavorable, respectivamente.

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_P \cdot P + A_d + \gamma_{Q,1} \cdot \psi_{1,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{G,i} + \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i} \quad \text{CTE DE-SE (4.4)}$$

Esta expresión es coincidente con la correspondiente a situaciones accidentales de la EHE-08 artículo 13.2, considerando que  $A_d = \gamma_A \cdot A_K$ . Según la tabla 12.1.a de la EHE-08, el coeficiente de seguridad en situación accidental es  $\gamma_A = 1$ .

Se adopta el criterio de que las situaciones extraordinarias según el CTE son coincidentes con las situaciones accidentales de la EHE-08.

En el caso de que la acción accidental sea la acción sísmica, se ha considerado la expresión (4.5), en la que todas las acciones variables concomitantes se han tenido en cuenta con su valor casi permanente.

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + A_d + \sum_{i > 1} \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i} \quad \text{CTE DE-SE (4.5)}$$

Esta expresión es coincidente con la correspondiente a situaciones sísmicas de la EHE-08 artículo 13.2, considerando que  $A_d = \gamma_A \cdot A_E, K$ . Según la tabla 12.1.a de la EHE-08, el coeficiente de seguridad en situación accidental es  $\gamma_A = 1$ .

Se adopta el criterio de que las situaciones sísmicas según el CTE son coincidentes con las situaciones sísmicas de la EHE-08.

Los coeficientes parciales de seguridad para las acciones son lo indicadas en las tablas siguientes:

CTE DB-SE Tabla 4.1 Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ ) para las acciones			
Tipo de verificación	Tipo de acción	Situación persistente o transitoria	
		Desfavorable	Favorable
RESISTENCIA	Permanente		
	Peso propio	1.35	0.80
	Peso del terreno	1.35	0.80
	Empuje del terreno	1.35	0.70
	Presión del agua	1.20	0.90
	Variable	1.50	0.00
ESTABILIDAD		Desfavorable	Favorable
	Permanente		
	Peso propio	1.10	0.90
	Peso del terreno	1.10	0.90
	Empuje del terreno	1.35	0.80
	Presión del agua	1.05	0.95
	Variable	1.50	0.00

EHE-08 Tabla 12.1.a Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ ) para las acciones, en elementos de hormigón			
Tipo de verificación	Tipo de acción	Situación persistente o transitoria	
		Desfavorable	Favorable
RESISTENCIA	Permanente		
	De valor constante	1.35	1.00
	De pretensado	1.00	1.00
	De valor no constante	1.50	1.00
	Variable	1.50	0.00
ESTABILIDAD		Desfavorable	Favorable
	Permanente	1.10	0.90
	Variable	1.50	0.00

Se adoptan los coeficientes de simultaneidad reflejados en la siguiente tabla, incluso para el caso de elementos de hormigón armado o pretensado, al entenderse que son de rango superior a los reflejados en el Anexo A, de la instrucción EHE-08, como propuesta de aplicación de la norma experimental UNE ENV 1992-1-1.

CTE DB-SE Tabla 4.2 Coeficientes de simultaneidad ( $\psi$ )			
	$\Psi_0$	$\Psi_1$	$\Psi_2$
Sobrecarga superficial de uso (Categorías según DB-SE-AE)			
Zonas residenciales (A)	0.7	0.5	0.3
Zonas administrativas (B)	0.7	0.5	0.3
Zonas destinadas al público (C)	0.7	0.7	0.6
Zonas comerciales (D)	0.7	0.7	0.6
Zonas de tráfico y de aparcamiento de vehículos	0.7	0.7	0.6
Cubiertas transitables (F)	(*)	(*)	(*)
Cubiertas accesibles únicamente para mantenimiento	0.0	0.0	0.0
Nieve			
para altitudes > 1000 m	0.7	0.5	0.2
para altitudes ≤ 1000 m	0.5	0.2	0.0
Viento	0.6	0.5	0.0
Temperatura	0.6	0.5	0.0
Acciones variables del terreno	0.7	0.7	0.7

(\*) En las cubiertas transitables, se adoptarán los valores correspondientes al

En relación a la verificación de la aptitud al servicio (estados límite de servicio), se han aplicado las siguientes consideraciones.

Para la verificación de la aptitud al servicio, se considera un comportamiento adecuado en relación con las deformaciones, las vibraciones o el deterioro si se cumple que el efecto de las acciones no alcanza el valor límite admisible establecido para dicho efecto.

Es decir, para toda la estructura y para cualquier parte de ella se verifica que:

$$E_{ser} \leq C_{lim}$$

Siendo:

$E_{ser}$  Efecto de las acciones de cálculo en servicio

$C_{lim}$  Valor límite para el efecto correspondiente a las acciones de servicio



Las situaciones de dimensionado se corresponden con una de las siguientes opciones.

Los efectos debidos a las acciones de corta duración que pueden resultar irreversibles, se determinan mediante combinaciones de acciones, del tipo denominado característica, a partir de la expresión (4.6) del CTE DB-SE:

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i} \quad \text{CTE DE-SE (4.6)}$$

Los efectos debidos a las acciones de corta duración que pueden resultar reversibles, se determinan mediante combinaciones de acciones, del tipo denominado frecuente, a partir de la expresión (4.7) del CTE DB-SE:

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + \psi_{1,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i} \quad \text{CTE DE-SE (4.7)}$$

Y, por último los efectos debidos a las acciones de larga duración, se determinan mediante combinaciones de acciones, del tipo denominado casi permanente, a partir de la expresión (4.8) del CTE DB-SE:

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + \sum_{i > 1} \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i} \quad \text{CTE DE-SE (4.8)}$$

Los valores límite para los efectos de las acciones sobre la aptitud al servicio, son, en general, los siguientes, salvo indicación expresa de mayor restricción en el capítulo 5 para los forjados, los elementos de hormigón armado.

Limitaciones adoptadas en relación a la verificación de la aptitud al servicio		
Tipo de verificación	Objetivo de la verificación	Limitación
FLECHA RELATIVA	Integridad de los elementos constructivos (4.6) Pisos con tabiques frágiles o pavimentos rígidos sin juntas Pisos con tabiques ordinarios o pavimentos rígidos con juntas Resto de casos	$\leq L/500$ $\leq L/400$ $\leq L/300$
FLECHA RELATIVA	Confort de los usuarios (4.6) - sólo acciones de corta duración	$\leq L/350$
FLECHA RELATIVA	Apariencia de la obra (4.8)	$\leq L/300$
DESPLOME TOTAL	Integridad de los elementos constructivos (4.6)	$\leq L/500$
DESPLOME LOCAL	Integridad de los elementos constructivos (4.6)	$\leq L/250$
DESPLOME RELATIVO	Apariencia de la obra (4.8)	$\leq L/250$
DURABILIDAD	Se siguen las prescripciones del DB correspondiente (capítulo 3) Ver capítulo correspondiente de esta memoria. Para elementos de hormigón armado o pretensado se siguen las prescripciones de la instrucción EHE-08: artículo 8.2 y artículo 37. Ver capítulo correspondiente de esta memoria.	

## 2. ACCIONES EN LA EDIFICACIÓN (DB-SE-AE)

### 2.1 CLASIFICACIÓN DE ACCIONES

Según el CTE, las acciones se clasifican principalmente por su variación en el tiempo en permanentes (DB-SE-AE 2), variables (DB-SE-AE 3) y accidentales (DB-SE-AE 4). Según 4.1, las acciones sísmicas quedan reguladas por la norma de construcción sismorresistente vigente NCSE-02 (ver capítulo 3 de esta memoria).

La EHE-08 (artículo 9.2) diferencia dentro de las primeras, las de valor constante G respecto de las de valor no constante G\* (por ejemplo, las acciones reológicas y de pretensado), por lo que para este tipo de acciones en los elementos de esta estructura que sean de hormigón armado o pretensado se considera la distinción, mientras que para el resto de elementos (otros materiales, o elementos exentos de las comprobaciones reológicas o y de pretensado) se adopta la clasificación del CTE.

### 2.2 ACCIONES PERMANENTES

En general, y salvo indicación contraria a lo largo de este capítulo, se adoptan los valores característicos para las cargas permanentes indicadas en el anejo C (tablas C1 a C6) del CTE DB-SE-AE.

En particular, se consideran los siguientes valores más habituales

Cargas permanentes más habituales en estructuras de edificación		
Densidades volumétricas (pesos específicos) - [ kN/m³]		
Hormigón armado	25.00	kN/m³
Acero	78.50	kN/m³
Vidrio	25.00	kN/m³
Madera ligera	4.00	kN/m³
Madera media	8.00	kN/m³
Madera pesada	12.00	kN/m³
Cargas superficiales (pesos propios) - [ kN/m²]		
Solado ligero (lámina pegada o moqueta < 3cm)	0.50	kN/m²
Solado medio (madera, cerámico o hidráulico sobre plastón < 8cm)	1.00	kN/m²
Solado pesado (placas de piedra, grandes espesores, ...)	1.50	kN/m²
Falsos techos e instalaciones colgadas ligeras	0.25	kN/m²
Falsos techos e instalaciones colgadas medias	0.50	kN/m²
Falsos techos e instalaciones colgadas pesadas	0.75	kN/m²
Cubierta inclinada ligera (faldones de chapa, tablero o paneles ligeros)	1.00	kN/m²
Cubierta inclinada media (faldones de placas, teja o pizarra)	2.00	kN/m²
Cubierta inclinada pesada (faldones sobre tableros y tabiques)	3.00	kN/m²
Cubierta plana ligera (recrecido con impermeabilización vista protegida)	1.50	kN/m²
Cubierta plana media	2.00	kN/m²
Cubierta plana pesada (a la catalana o invertida con capa de gravas)	2.50	kN/m²
Cargas lineales (tabiquería pesada, fachadas y medianeras) - [kN/m*] por metro de altura libre		
Tablero o tabique simple < 9cm	1.00	kN/m *
Tabicón u hoja simple de albañilería < 14cm	1.70	kN/m *
Hoja de albañilería exterior y tabique interior < 25cm	2.40	kN/m *

Las acciones permanentes se completan con el peso propio del forjado en cuestión, de acuerdo a las tablas al final de este capítulo de la memoria.



## 2.3 ACCIONES VARIABLES

### 2.3.1 SOBRECARGAS DE USO

La sobrecarga de uso es el peso de todo lo que puede gravitar sobre el edificio por razón de su uso. Los valores considerados en esta estructura se corresponden con lo indicado en el CTE en la tabla 3.1 del DB-SE-AE. Los valores concretos para esta estructura (en cada zona de uso diferente de cada forjado) son los reflejados en las tablas al final de este capítulo 2 de la memoria.

Para esta estructura, no se considera la posibilidad de reducción de sobrecargas (3.1.2) ni sobre elementos horizontales ni sobre elementos verticales.

Limitaciones adoptadas en relación a la verificación de la aptitud al servicio					
Categoría de uso		Subcategoría de uso		Carga uniforme [kN/m <sup>2</sup> ]	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
F	Cubiertas transitables accesibles sólo privadamente			1	2
G	Cubiertas accesibles únicamente para conservación	G1	Cubiertas con inclinación inferior a 20°	1	2
			Cubiertas ligeras sobre correas (sin forjado)	0.4	1
		G2	Cubiertas con inclinación superior a 40°	0	2

### 2.3.2 VIENTO

La acción de viento es, en general, una fuerza perpendicular a la superficie de cada punto expuesto, o presión estática, denominada  $q_e$ , y resulta (según 3.3.2.1):

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

La localización geográfica del proyecto es Navajas (Castellón) y se corresponde con la zona A (anejo D; velocidad del viento de 26m/s), por lo que se adopta el valor básico de la presión dinámica  $q_b = 0,42 \text{ kN/m}^2$ .

Dado que el periodo de servicio para el que se comprueba la seguridad de esta estructura es de 50 años, el coeficiente corrector para la comprobación en servicio de la acción del viento es 1,00, de acuerdo a la tabla D.1, del anejo D.

El coeficiente de exposición  $c_e$  se obtiene de la tabla 3.4, siendo el grado de aspereza del entorno IV (Zona urbana en general, industrial o forestal).

Como el edificio cultural está semienterrado, no se verá afectado por la acción del viento. De este modo, sólo deberá calcularse la acción del viento en la marquesina y la cubierta de la nueva zona de refugio, ya que funcionan básicamente como cubiertas de protección. Por lo tanto, considerando que:

$$c_e = F \cdot (F+7k)$$

siendo  $F = k \cdot \ln(\max(z, Z)/L) = 0.22 \cdot \ln(5/0.3) = 0.619$

$$c_e = 0.619 \cdot (0.619 + 7 \cdot 0.22) = 1.336 = 1.34$$

Los coeficientes de presión exterior se obtienen de acuerdo a la tabla D.10, del anejo D, para una marquesina a un agua con pendiente  $\alpha = 0^\circ$ . Se calcula por una parte la cubierta de la zona refugio y por otra parte la cubierta de la marquesina.

#### Cubierta refugio

ZONA	$c_p$	$q_e$	$c_s$	$q_e$
A	0.5	0.281	-1.5	-0.842
B	1.8	1.013	-1.8	-1.013
C	1.1	0.619	-2.2	-1.234

#### Cubierta marquesina

ZONA	$c_p$	$q_e$	$c_s$	$q_e$
A	0.5	0.281	-0.6	-0.338
B	1.8	1.013	-1.3	-0.730
C	1.1	0.619	-1.4	-0.788

### 2.3.3 ACCIONES TÉRMICAS

De acuerdo a 3.4.1.3, la disposición de juntas de dilatación de forma que no existan elementos continuos de más de 40m de longitud permite disminuir suficientemente los efectos de las variaciones de temperatura, como para no considerar los efectos de las acciones térmicas.

Por tanto, se colocará una junta de dilatación en la mitad del edificio y coincidiendo con el primer patio. Para evitar la necesidad de duplicar elementos estructurales a los lados de la junta o el empleo de ménsulas de apoyo y juntas a media madera, reduciendo tiempo y esfuerzo en la ejecución de la estructura se opta por una junta mediante pasadores metálicos. De este modo no se consideran los efectos de las acciones térmicas en esta estructura.

### 2.3.4 NIEVE

La acción de la nieve se considera como una carga vertical por unidad de superficie en proyección horizontal de las superficies de cubierta, de acuerdo a la siguiente expresión del punto 3.5.1.2:

$$q_n = \mu \cdot s_k$$



La carga de nieve sobre un terreno horizontal  $S_k$  se obtiene de la tabla 3.7 (3.5.2.1), para la localización geográfica de Navajas (Castellón), de forma que resulta un valor para  $s_k = 0,4 \text{ kN/m}^2$ .

El coeficiente de forma  $\mu$ , se obtiene de acuerdo a 3.5.3, resultando para el caso de cubiertas planas (ángulo menor de  $30^\circ$ ) un valor  $\mu = 1,0$ .

En consecuencia, la sobrecarga de nieve a considerar en las cubiertas de este edificio es de  $q_n = 0,4 \text{ kN/m}^2$ .

### 2.3.5 ACCIONES QUÍMICAS, FÍSICAS Y BIOLÓGICAS

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

El sistema de protección de las estructuras de acero se regirá por el DB-SE-A, mientras que las estructuras de hormigón estructural se regirán por la instrucción EHE-08.

### 2.3.6 ACCIONES DEL TERRENO

Es de aplicación la acción del terreno en los muros que conforman la planta enterrada, así como en aquellos que separan el edificio cultural de la vía del ferrocarril y del talud de la nueva escalinata de acceso. De este modo se calculará el empuje del terreno para dos alturas de muro diferentes.

$$\begin{aligned} \gamma &= 18 \text{ kN/m}^2 & \beta &= 0^\circ \\ \phi' &= 30^\circ & \text{por tanto} & \alpha = 90^\circ \\ c' &= 0 & d &= 0 \end{aligned}$$

$$K_a \text{ para un } \phi' = 30^\circ \quad K_a = (1 - \sin \phi') / (1 + \sin \phi')$$

$$K_a = (1 - 0.5) / (1 + 0.5) = 0.5 / 1.5 = 0.33$$

- Empuje activo:

$$E_{a'} = E_a' \cdot \sin(\alpha + E) = E_a' \sin 90^\circ = E_a'$$

$$E_{a'} = E_u' \cdot K_a - 2\sqrt{K_a} \geq 0 \text{ on } E_u' = \gamma \cdot z$$

$$E_{a'} = \gamma \cdot z \cdot 0.33 - 2 \cdot 0 \cdot \sqrt{0.33} = 0.33 \cdot \gamma \cdot z = 0.33 \cdot 18 \cdot z = 5.94z \text{ Kn/m}$$

Muro de sótano (4m)

- Resultante (fuerza trapezoidal) =  $(23'76 \cdot 4) / 2 = 47'52$
- Fuerza rectangular =  $47'52 / 4 = 11'88 \text{ kN/m}$

Muro sótano +1 (7'60m)

- Resultante (fuerza trapezoidal) =  $(45'14 \cdot 7'60) / 2 = 171'55$
- Fuerza rectangular =  $171'55 / 7'60 = 22,57 \text{ kN/m}$

## 2.4 ACCIONES ACCIDENTALES

### 2.4.1 SISMO

Del mismo modo que al principio de este capítulo, y como se observa en el CTE DB-SE-AE 4.1, las acciones sísmicas quedan reguladas por la norma de construcción sismorresistente vigente NCSE-02, por tratarse de una obra nueva. Según la normativa, por las características del proyecto, éste se considera un edificio de importancia normal, por no tratarse de un edificio que dé un servicio imprescindible la destrucción del cual pueda dar lugar a efectos catastróficos.

La aceleración sísmica básica  $a_b$ , para el municipio de Navajas tiene un valor de  $0.04g$ , dado que se trata de un edificio de importancia normal, no es obligatoria la consideración de las acciones sísmicas en el cálculo de la estructura. Además el edificio se encuentra perfectamente arriostrado a nivel de cimentación y de cubierta, por encontrarse semi-enterrado y existir en muchos lugares muros de contención. Por tanto, queda exento de la aplicación de la normativa sismorresistente y no es necesario pues calcular la aceleración sísmica de cálculo.

### 2.4.2 INCENDIO

Según 4.2.1, las acciones debidas a la agresión térmica en caso de incendio están definidas en DB-SI, en especial la sección 6, en lo que se refiere a la resistencia de los elementos estructurales.

Para la determinación de la resistencia al fuego de la estructura, se aplica la tabla 3.1 del CTE DB-SI 6, resultando necesario asegurar un R90 en planta baja y primera, y un R120 en el sótano, al tratarse de un edificio cultural, pero de pública concurrencia, con altura de evacuación inferior a 28m. La planta de sótano debe cumplir R120.

En el Anejo C del mismo documento CTE DB-SI se puede determinar la resistencia al fuego de las estructuras de hormigón armado.

En concreto, para los forjados unidireccionales es de aplicación la tabla C.3 vigas de hormigón con tres caras expuestas al fuego, en cuanto al cumplimiento del valor de la distancia mínima equivalente al eje de las armaduras, ya que la resistencia al fuego necesaria en todo el edificio es R120 o menor. Dado que el recubrimiento bruto (a eje) de las barras es al menos de 41mm ( $35\text{mm} + \varnothing/2$ , siendo  $\varnothing_{\text{min}} = 12\text{mm}$ ) y que la sección es de 15 cm, se cumple el requisito.

Además, a efectos de esta distancia, se puede contabilizar los espesores equivalentes de hormigón con los criterios y condiciones indicados en el apartado C.2.4.(2). Cuando el forjado tenga función de compartimentación de incendio deberá cumplir asimismo con el espesor  $h_{\text{min}}$  establecido en la tabla C.4. En este caso se cumple porque el canto mínimo exigido es de 12 cm y los forjados de toda la estructura son de 70 cm de canto.

Se justifica así que los forjados unidireccionales de esta estructura cumplen con el requisito R120, resultando incluso superior sus prestaciones con respecto a las exigencias.

En cuanto a los muros y soportes, rige la tabla C.2, que prescribe, en el peor de los casos, para los muros un espesor mínimo de 160mm y una distancia mínima equivalente al eje de las armaduras de 35mm. Los muros de este proyecto son de 400mm de espesor, por lo que cumplen el primer requisito. El recubrimiento establecido por durabilidad de 35mm, permite cumplir el requisito de 25mm, incluso considerando la merma de 5mm (tabla C.1), ya que  $41\text{mm} - 5\text{mm} = 36\text{mm} > 25\text{mm}$ . En el caso de los soportes un espesor mínimo de 250mm y una distancia mínima equivalente al eje de las armaduras de 40mm. Los soportes de este proyecto tienen una sección mínima de  $300 \times 600\text{mm}$ , por lo que cumplen el primer requisito. Y el recubrimiento



establecido por durabilidad de 40mm, permite cumplir el requisito de 25mm. Se justifica así que los muros y los soportes de esta estructura cumplen con el requisito R120.

Finalmente, los elementos de acero, se han sobredimensionado con el coeficiente pertinente para cumplir una resistencia al fuego R90.

#### 2.4.3 IMPACTO

Sólo se consideran los impactos de los vehículos en los soportes y muros de las plantas que albergan uso de aparcamiento o garaje y por tanto no es de aplicación al no albergar el edificio dicho uso.

#### 2.5 APLICACIÓN DE ACCIONES SOBRE FORJADO

En el encofrado de los forjados se emplearán al menos 3 juegos de cimbras, de forma que el descimbrado completo de la planta inferior no se podrá producir antes de 3 semanas del hormigonado de la superior. En el caso de emplear un número inferior de cimbras, será preciso verificar que el estado de cargas en fase de ejecución no supera los valores de carga de cálculo indicados en estas tablas.

01 Acciones verticales sobre forjado de Planta Baja			
FORJADO DE NERVIOS IN SITU DE 60CM			
<b>SUPERFICIALES</b>			
Permanentes	Peso propio forjado (introducido por programa)	0,00	kN/m <sup>2</sup>
	Solado medio	1,00	kN/m <sup>2</sup>
	Instalaciones colgadas	0,45	kN/m <sup>2</sup>
	Tabiquería simple	1,00	kN/m <sup>2</sup>
<b>Total permanentes</b>		<b>2,45</b>	<b>kN/m<sup>2</sup></b>
Variables	Sobrecarga de uso		
	Zona exterior (F)	5,00	kN/m <sup>2</sup>
	Vestíbulo (C3)	5,00	kN/m <sup>2</sup>
	Biblioteca (C1)	3,00	kN/m <sup>2</sup>
	Nieve	0,40	kN/m <sup>2</sup>
<b>LINEALES</b>			
	Cerramiento pesado de fábrica	7,00	kN/m
	Cerramiento de vidrio	0,25	kN/m

02 Acciones verticales sobre forjado de Planta Cubierta Centro Cultural			
FORJADO DE NERVIOS IN SITU DE 60CM			
<b>SUPERFICIALES</b>			
Permanentes	Peso propio forjado (introducido por programa)	0,00	kN/m <sup>2</sup>
	Cubierta plana pesada	2,50	kN/m <sup>2</sup>

	Cubierta vegetal extensiva	2,50	kN/m <sup>2</sup>
	Cubierta vegetal intensiva (40cm sustrato)	6,55	kN/m <sup>2</sup>
	Instalaciones colgadas	0,45	kN/m <sup>2</sup>
<b>Total permanentes transitable</b>		<b>2,95</b>	<b>kN/m<sup>2</sup></b>
<b>Total permanentes ajardinada</b>		<b>7,00</b>	<b>kN/m<sup>2</sup></b>
Variables	Sobrecarga de uso (F)	5,00	kN/m <sup>2</sup>
	Nieve	0,40	kN/m <sup>2</sup>
<b>LINEALES</b>			
	Cerramiento de vidrio	0,25	kN/m
	Cerramiento ligero (fachada de cobre prefabricada)	0,30	kN/m
	Antepecho de hormigón armado (h=1'00m)	5,00	kN/m

02 Acciones verticales sobre forjado de Planta Cubierta Centro Cultural			
FORJADO DE ENTRAMADO DE PERFILES TUBULARES			
<b>SUPERFICIALES</b>			
Permanentes	Peso propio forjado (introducido por programa)	0,00	kN/m <sup>2</sup>
	Cubierta plana ligera	1,50	kN/m <sup>2</sup>
	Instalaciones colgadas + falso techo	0,45	kN/m <sup>2</sup>
<b>Total permanentes transitable</b>		<b>1,95</b>	<b>kN/m<sup>2</sup></b>
<b>Total permanentes ajardinada</b>		<b>7,00</b>	<b>kN/m<sup>2</sup></b>
Variables	Sobrecarga de uso (G1 ligera)	0,40	kN/m <sup>2</sup>
	Nieve	0,40	kN/m <sup>2</sup>

### 3. ACCIÓN SÍSMICA (NCSE-02)

RD 997/2002, de 27 de Septiembre, por el que se aprueba la Norma de construcción sismorresistente: parte general y edificación (NCSE-02).

Tabla de aplicación particular a la estructura objeto de esta memoria	
<b>Prescripciones de índole general (1.2.4)</b>	
Clasificación de la construcción	Importancia normal
Aceleración sísmica básica $a_b$	0,04g
Coefficiente de contribución K	1,00
Coefficiente de tipo de terreno c	1,60
Coefficiente adimensional de riesgo s	1,28
Aceleración sísmica de cálculo $a_c = S \rho a_b$ (2.2)	0.0768g
Pórticos arriostrados entre sí en todas las direcciones (1.2.3)	SÍ
<b>Aplicación de la norma (1.2.3)</b>	<b>NO procede</b>



## 4. CIMENTACIONES (DB-SE-C)

### 4.1 BASES DE CÁLCULO

El comportamiento de la cimentación se ha comprobado frente a la capacidad portante (resistencia y estabilidad) y la aptitud al servicio. A estos efectos se distingue entre:

- **Estados límite últimos**, se comprueba la capacidad portante del terreno (colapso total o parcial del terreno de apoyo, por hundimiento, deslizamiento y/o vuelco) y la capacidad resistente de la propia cimentación como elemento estructural.
- **Estados límite de servicio**, se verifican los límites admisibles a la deformación del terreno de apoyo (asientos totales y asientos diferenciales o distorsión angular entre apoyos contiguos).

Las comprobaciones de la capacidad portante y de la aptitud al servicio de la cimentación se han realizado para las situaciones de dimensionado indicadas en los apartados anteriores de esta memoria. Las condiciones que aseguran el buen comportamiento de los cimientos se deben mantener durante la vida útil del edificio, teniendo en cuenta la evolución de las condiciones iniciales y su interacción con la estructura.

Las acciones consideradas son las que ejerce el edificio sobre la cimentación (ver CTE DB-SE-C 2.3.2.2) y las acciones geotécnicas sobre la cimentación que se transmiten o generan a través del terreno (ver CTE DB-SE-C 2.3.2.3).

En el primer caso se consideran las acciones correspondientes a situaciones persistentes, transitorias y extraordinarias con coeficientes parciales de seguridad iguales a la unidad (o nulos en caso de efecto favorable).

En el segundo caso, se consideran las acciones que actúan directamente sobre el terreno y que por razones de proximidad pueden afectar al comportamiento de la cimentación, así como las cargas y empujes debidos al peso propio del terreno y las acciones debidas al agua existente en el interior del terreno.

Dado que el material estructural de la cimentación es el hormigón armado, la mayor parte de las hipótesis de comportamiento del material, y los métodos de comprobación se derivan de los planteamientos generales propuestos en la Instrucción de Hormigón Estructural EHE-08. Se incluyen en este capítulo todas las consideraciones necesarias, con el objetivo de conseguir una descripción autónoma de los sistemas de cimentación y contención, independientemente del material concreto con el que se ejecuten.

### 4.2 DURABILIDAD

Con respecto a la durabilidad de los elementos de cimentación (sistemas de cimentación y de contención), al proyectarse con hormigón armado, se adoptan las especificaciones correspondientes de la Instrucción de Hormigón Estructural EHE-08 (capítulo I, artículo 8.2; y capítulo 9), en concreto, en relación a la elección del ambiente, calidad del hormigón y el valor los recubrimientos.

Al no haber presencia en el terreno de agentes asociados al ataque químico al hormigón, en esta estructura las cimentaciones, los muros de sótano y otros elementos en contacto con el terreno, se corresponden al ambiente IIa. De acuerdo a la tabla 37.2.4 de la EHE-08, se establecen los siguientes recubrimientos mínimos netos para los elementos de cimentación:

Recubrimientos correspondientes a los elementos de cimentación (no contacto con terreno)				
Elemento	fck [N/mm <sup>2</sup> ]	Ambiente	Recubrimiento r mínimo [mm]	Recubrimiento r nominal [mm]
Todos	30	IIa	25	35 / 30

Según se indica en el artículo 37.2.4.e de la EHE-08, en las piezas hormigonadas contra el terreno el recubrimiento mínimo neto en la cara en contacto con el terreno es siempre de 50mm, salvo en la cara inferior en contacto con la capa de 10cm de hormigón de limpieza, en cuyo caso rigen como mínimo los recubrimientos indicados en la tabla anterior.

Salvo indicación contraria expresa en los planos y/o en esta memoria, y si no resulta más restrictiva la tabla anterior, se adopta un recubrimiento neto nominal de 40mm para la cara inferior en contacto con el hormigón de limpieza, un recubrimiento neto nominal de 40mm para las caras verticales (y, en su caso, cara superior) en contacto con el terreno. (intradós de muros de sótano, etc.)

### 4.3 MATERIALES, COEFICIENTES PARCIALES DE SEGURIDAD Y NIVEL DE CONTROL

El material empleado en todos los elementos de cimentación (sistema de cimentación y sistema de contención) es el hormigón armado. Por lo tanto, la normativa de aplicación es la EHE-08 y el CTE DB-SE-C, tal y como se indica en este capítulo.

El nivel de control previsto para la ejecución de los elementos de la cimentación de esta estructura es el nivel normal.

En esta estructura se han empleado los siguientes hormigones para los distintos elementos de la cimentación:

Hormigones empleados para los elementos estructurales			
Elemento	Tipificación del hormigón	Modalidad de control	Resistencia de cálculo fcd [N/mm <sup>2</sup> ] (P-T / A)
Todos	HA-30/B/20/IIa	Estadístico (3)	20.00 / 23.08

En esta estructura se han empleado los siguientes aceros de armadura pasiva para los distintos elementos de la cimentación:

Aceros de armadura pasiva empleados para los elementos de cimentación			
Elemento	Tipificación del acero	Modalidad de control	Resistencia de cálculo fyd [N/mm <sup>2</sup> ] (P-T / A)
Todos	B500S	Normal	434.78 / 500.00

Los recubrimientos correspondientes a cada elemento son los indicados en el anterior apartado de este mismo capítulo. Las siguientes propiedades son comunes a todos los hormigones empleados:

Características comunes a todos los hormigones empleados			
Coefficiente de Poisson $\nu$		0.20	
Coefficiente de dilatación térmica $\alpha$		$1.0 \times 10^{-5}$	(°C) <sup>-1</sup>
Densidad (peso específico)		2500	kg/m <sup>3</sup>

El diagrama de tensión deformación adoptado para el hormigón es el parábola - rectángulo, de acuerdo a EHE-08 39.5.

El módulo de deformación longitudinal del hormigón depende de la resistencia característica del hormigón y del tipo de carga.



Para cargas instantáneas o rápidamente variables (acciones accidentales, como sismo), se adopta el módulo de deformación longitudinal inicial (tangente), dado por la expresión:

$$E_{0j} = 10000 \cdot \sqrt[3]{f_{cm,j}}$$

Para el resto de comprobaciones (situaciones persistentes o transitorias) en servicio se adopta el módulo de deformación longitudinal secante, dado por la expresión:

$$E_j = 8500 \cdot \sqrt[3]{f_{cm,j}}$$

Dado que en el caso de las cimentaciones las cargas son de aplicación lenta, se adopta el módulo de deformación longitudinal secante.

Se adopta la simplificación de considerar la resistencia media  $f_{cm}$  igual a  $8N/mm^2$  superior a la resistencia característica  $f_{ck}$  correspondiente.

La resistencia característica inferior a tracción se obtiene de la expresión (EHE-08 39.1):

$$f_{ct,k} = 0,21 \cdot \sqrt[3]{f_{ck}^2}$$

La resistencia característica a flexotracción se obtiene de la expresión (EHE-08 50.2.2.2.1):

$$f_{ct,fl,k} = 0,37 \cdot \sqrt[3]{f_{ck}^2}$$

En resumen, se obtienen los siguientes valores para los parámetros mecánicos principales de los hormigones empleados en los elementos de cimentación:

Parámetros mecánicos principales de los hormigones empleados en los elementos estructurales						
	Resistencia característica media		Módulo de deformación tangente	long. secante	Resistencia tracción flexotracción	
Elemento	$f_{ck}$	$f_{cm}$	$E_o$	$E$	$f_{ct}$	$f_{ct,fl,k}$
Todos	30	38	$3.36 \times 10^4$	$2.86 \times 10^4$	2.02	3.57

En relación a los aceros de armadura se adoptan los siguientes valores comunes:

Características comunes a todos los aceros de armadura pasiva empleados			
Módulo de elasticidad E (longitudinal)		$2.0 \times 10^5$	N/mm <sup>2</sup>
Coefficiente de Poisson $\nu$		0.30	
Coefficiente de dilatación térmica $\alpha$		$1.2 \times 10^{-5}$	(°C) <sup>-1</sup>
Densidad (peso específico)		7850	kg/m <sup>3</sup>

Al ser hormigón armado se adoptan los coeficientes parciales de seguridad de los materiales fijados en la EHE-08, en concreto en el artículo 15 (tabla 15.3), que son los siguientes:

Coeficientes parciales de seguridad de los materiales de cimentación		
Situación de proyecto	Hormigón	Acero de armaduras pasivas
Persistente o transitoria	1.50	1.15
Accidental	1.30	1.00

#### 4.4 ANÁLISIS ESTRUCTURAL

El análisis estructural se divide en dos fases: la obtención de los esfuerzos que transmite la estructura a la cimentación, y la transmisión de dichos esfuerzos de la cimentación al terreno.

Para la primera fase se adoptan los resultados del análisis global (elástico) de la estructura, con las consideraciones particulares (articulaciones, deslizamientos, empotramientos, etc.) de los enlaces de los distintos elementos a la cimentación. La resultante de todos los esfuerzos de los distintos elementos concurrentes a cada elemento de cimentación se componen para configurar los esfuerzos transmitidos por la estructura aérea a la cimentación. Dichos esfuerzos quedan, por lo tanto, en equilibrio estático de forma local y global, con las reacciones en los puntos de apoyo en el terreno.

Estos esfuerzos unidos al peso propio de los elementos de cimentación junto con los espesores de relleno sobre los mismos, configuran las acciones finales de la estructura sobre los elementos de cimentación.

La segunda fase del análisis estructural (verificación de los estados límite últimos, DB-SE- C 2.4.2) se divide a su vez en dos partes: la transmisión de los esfuerzos de la cimentación al terreno, y la absorción de las reacciones del terreno por parte de la cimentación. En la primera parte (comprobación geotécnica), se verifica la estabilidad al vuelco y a la subpresión (CTE DB-SE-C 2.4.2.2), y también la resistencia local y global del terreno sustentante (CTE DB-SE-C 2.4.2.3). En la segunda parte (comprobación estructural), se verifica la resistencia estructural de los elementos de cimentación (CTE DB-SE-C 2.4.2.4).

En toda la segunda fase de verificación se adoptan, para los valores de cálculo de los efectos de las acciones y de la resistencia del terreno, los coeficientes parciales de seguridad indicados en la tabla 2.1 del CTE DB-SE-C. Dichos coeficientes son:

$\gamma_R$ , para la resistencia del terreno;

$\gamma_M$ , para las propiedades del material;

$\gamma_E$ , para los efectos de las acciones; y

$\gamma_F$ , para las acciones.

En la segunda fase del análisis estructural, también resulta necesaria la verificación de los estados límite de servicio, para lo cual se sigue lo indicado en DB-SE-C 2.4.3. Los valores límite establecidos para esta verificación, son los correspondientes a las tablas

2.2 y 2.3 de dicho apartado del CTE. Las comprobaciones particulares realizadas en cada elemento se siguen de las prescripciones establecidas en los capítulos 4 a 9 del CTE DB-SE-C, y, en su caso, de lo indicado en el artículo 59 de la EHE-08.

Con el objeto de quedar del lado de la seguridad no se ha considerado la aportación estabilizadora (tanto a vuelco como a deslizamiento) del empuje pasivo del terreno, en previsión de la posible retirada de todo o parte del terreno correspondiente.



## 5. ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN (EHE-08)

RD 1247/2008, de 18 de Julio, por el que se aprueba la instrucción de hormigón estructural (EHE-08).

### 5.1 BASES DE CÁLCULO

Para la comprobación de la seguridad de esta estructura se han desarrollado dos tipos de verificaciones, en aplicación del método de los Estados Límite como procedimiento para comprobar la seguridad, de acuerdo a EHE-08 8.1:

Estados Límite Últimos: Estabilidad y resistencia

Estados Límite de Servicio: aptitud al servicio

El análisis de la estructura se ha basado en un modelo que proporciona una previsión suficientemente precisa del comportamiento de la misma. Las condiciones de apoyo y enlace entre elementos que se consideran en los cálculos corresponden con las disposiciones constructivas previstas. Se consideran a su vez los incrementos producidos en los esfuerzos por causa de las deformaciones (efectos de 2º orden) allí donde no resulten despreciables.

No se ha considerado necesaria la comprobación de resistencia frente a la fatiga, al tratarse de una estructura de edificación convencional sin la presencia de cargas variables repetidas de carácter dinámico.

### 5.2 DURABILIDAD

Con respecto a la durabilidad de los elementos estructurales de hormigón se adoptan las especificaciones correspondientes de la Instrucción de Hormigón Estructural EHE-08 (capítulo I, artículo 8.2; y capítulo 9), en concreto, en relación a la elección del ambiente, calidad del hormigón y el valor los recubrimientos.

Puesto que se trata de un edificio enterrado, se ha considerado que en esta estructura los elementos de hormigón armado, se corresponden al ambiente IIa.

De acuerdo a la tabla 37.2.4 de la EHE-08, se establecen los siguientes recubrimientos mínimos netos para los elementos estructurales de hormigón (se considera un control normal de ejecución):

Recubrimientos correspondientes a los elementos estructurales				
Elemento	fck [N/mm²]	Ambiente	Recubrimiento r [mm]	
			mínimo	nominal
Forjados	25	IIa	25	35
Soportes	2535	IIa	25	35

### 5.3 MATERIALES, COEFICIENTES PARCIALES DE SEGURIDAD Y NIVEL DE CONTROL

El material empleado en todos los elementos estructurales de hormigón es el hormigón armado. El material empleado se rige, por lo tanto, por las prescripciones de la EHE-08.

El nivel de control previsto para la ejecución de los elementos de la estructura aérea de hormigón armado de esta estructura es el nivel normal.

En esta estructura se han empleado los siguientes hormigones para los distintos elementos estructurales, con su correspondiente modalidad de control, y resistencia de cálculo fcd:

Hormigones empleados para los elementos estructurales			
Elemento	Tipificación del hormigón	Modalidad de control	Resistencia de cálculo fcd [N/mm²] (P-T / A)
Forjados	HA-25/20/IIa	Estadístico (3)	16.67 / 23.08

Estos hormigones se corresponden con la siguiente definición detallada de su composición de acuerdo al artículo EHE-08 37.3.2 (tablas 37.3.2.a) y EHE-08 37.3.6:

Definición detallada de los hormigones estructurales			
Identificación del hormigón	Máxima relación agua / cemento (A/C) EHE-08	Mínimo contenido en cemento [kg/m³] EHE-08	
HA-25/B/20/IIa	37.3.2.a 0,60	37.3.2.a 275	

Se han empleado los siguientes aceros de armadura pasiva para los distintos elementos estructurales, con su correspondiente modalidad de control, y resistencia de cálculo fyd, siendo los recubrimientos correspondientes a cada elemento los indicados en el apartado anterior de esta misma memoria:

Aceros de armadura pasiva empleados para los elementos estructurales			
Elemento	Tipificación del acero	Modalidad de control	Resistencia de cálculo fyd [N/mm²] (P-T / A)
Todo	B500S	Normal	434.78 / 500.00

Las siguientes propiedades son comunes a todos los hormigones empleados:

Características comunes a todos los hormigones empleados			
Coefficiente de Poisson $\nu$	0.20		
Coefficiente de dilatación térmica $\alpha$	1.0 x 10 <sup>-5</sup> (°C) <sup>-1</sup>		
Densidad (peso específico)	2500 kg/m³		

El diagrama de tensión deformación adoptado para el hormigón es el parábola - rectángulo, de acuerdo a EHE-08 39.5.

El módulo de deformación longitudinal del hormigón depende de la resistencia característica del hormigón y del tipo de carga.

Para cargas instantáneas o rápidamente variables (acciones accidentales, como sismo), se adopta el módulo de deformación longitudinal inicial (tangente), dado por la expresión:

$$E_{0j} = 10000 \cdot \sqrt[3]{f_{cm,j}}$$

Para el resto de comprobaciones (situaciones persistentes o transitorias) en servicio se adopta el módulo de deformación longitudinal secante, dado por la expresión:

$$E_j = 8500 \cdot \sqrt[3]{f_{cm,j}}$$

Dado que en el caso de las estructuras de hormigón las cargas son, en general, de aplicación lenta, se adopta el módulo de deformación longitudinal secante. Para el caso de cargas de aplicación rápida y puntual (acción sísmica, impacto, etc.) se adopta el módulo de deformación tangente.

Se adopta la simplificación de considerar la resistencia media fcm igual a 8 N/mm² superior a la resistencia característica fck correspondiente.



La resistencia característica inferior a tracción se obtiene de la expresión (EHE-08 39.1):

$$f_{ct,k} = 0,21 \cdot \sqrt[3]{f_{ck}^2}$$

La resistencia característica a flexotracción se obtiene de la expresión (EHE-08 50.2.2.2.1):

$$f_{ct,fl,k} = 0,37 \cdot \sqrt[3]{f_{ck}^2}$$

En relación a los aceros de armadura se adoptan los siguientes valores comunes:

Características comunes a todos los aceros de armadura pasiva empleados		
Módulo de elasticidad E (longitudinal)	2.0 x 10 <sup>5</sup>	N/mm <sup>2</sup>
Coefficiente de Poisson $\nu$	0.30	
Coefficiente de dilatación térmica $\alpha$	1.2 x 10 <sup>-5</sup>	(°C) <sup>-1</sup>
Densidad (peso específico)	7850	kg/m <sup>3</sup>

Al ser hormigón armado se adoptan los coeficientes parciales de seguridad de los materiales fijados en la EHE-08, en concreto en el artículo 15 (tabla 15.3), que son los siguientes:

Coeficientes parciales de seguridad de los materiales de la estructura		
Situación de proyecto	Hormigón	Acero de armaduras pasivas
Persistente o transitoria	1.50	1.15
Accidental	1.30	1.00

#### 5.4 ANÁLISIS ESTRUCTURAL

Según el artículo 17 de la EHE-08: "El análisis estructural consiste en la determinación de los efectos originados por las acciones sobre la totalidad o parte de la estructura, con objeto de efectuar comprobaciones en los Estados Límite Últimos y de Servicio."

Para ello es preciso realizar un modelo o idealización de la estructura, consistente en la modelización de la geometría, de los materiales, de los vínculos entre elementos y de éstos con el exterior y de las cargas. El análisis global se realiza mediante modelos e hipótesis simplificadoras, congruentes entre sí y con la realidad proyectada. Para ello se procede con un análisis elástico y lineal a nivel global, del que se obtienen los resultados de los efectos de las acciones (y sus combinaciones).

Dichos efectos son los considerados directamente para las comprobaciones en la verificación (segunda fase) en estados límite de servicio, mientras que para las comprobaciones de resistencia y estabilidad (estados límite últimos), se adoptan los efectos de cálculo (mayorados, con los coeficientes correspondientes; ver apartado 1.5 de esta memoria).

En los elementos de hormigón armado sólo se considera el ancho eficaz de las secciones (menor o igual al ancho nominal), tal y como se define en el artículo 18.2.1, especialmente para secciones en T de piezas lineales. Las luces de cálculo se corresponden con las distancias entre ejes.

El análisis global se realiza mediante el empleo de las secciones brutas sin considerar la aportación de las armaduras. De este análisis se obtienen las leyes de esfuerzos y las configuraciones deformadas que deben ser corregidas para tener en cuenta la armadura, la fisuración y la fluencia. Es por ello que se definen las secciones transversales de acuerdo al artículo EHE-08 18.2.3.

#### 5.5 ESTADOS LÍMITE ÚLTIMOS

Para cada situación de dimensionado, los valores de cálculo del efecto de las acciones se obtendrán mediante las reglas de combinación indicadas en los apartados 1.2 y 1.5 de esta memoria (en acuerdo con EHE-08). Para la obtención de los valores de cálculo del efecto de las acciones se emplearán los coeficientes parciales de seguridad (mayoración de acciones) indicados en el apartado 1.5 de esta memoria.

De acuerdo a lo indicado en el anterior apartado 5.3 de esta memoria, el diagrama del hormigón es el de parábola - rectángulo sin consideración de ninguna capacidad resistente a tracción del hormigón, de forma que se emplea la Teoría de Dominios para la obtención de la solución de equilibrio de la sección en Estados Límite Últimos bajo Solicitaciones Normales (EHE-08 42). En piezas sometidas a compresión se ha analizado la seguridad frente a la inestabilidad (EHE-08 43).

Se han observado y cumplido las cuantías mínimas de armadura de acuerdo al artículo 42.3 de la EHE-08. La comprobación de la seguridad frente a cortante se ha realizado de acuerdo al artículo 44 de la EHE-08, considerando siempre el empleo de cercos a 90° y un ángulo de 45° para las bielas comprimidas de hormigón en el modelo o analogía de la celosía. Por último, también se ha verificado la seguridad frente al Estado Límite Último de rasante, en la interfase de contacto entre dos hormigones diferentes.

#### 5.6 ESTADOS LÍMITE DE SERVICIO

Para cada situación de dimensionado, los valores de cálculo del efecto de las acciones se obtendrán mediante las reglas de combinación indicadas en los apartados 1.2 y 1.5 de esta memoria (según el EHE-08). Se considera que hay un comportamiento adecuado, en relación con la fisuración, las deformaciones, o las vibraciones, si se cumple, para las situaciones de dimensionado pertinentes, que el efecto de las acciones no alcanza el valor límite admisible establecido para el mismo de acuerdo a EHE-08.

Para las comprobaciones de estados límite de servicio se emplean los valores medios para las propiedades elásticas de los materiales (ver apartado 5.3 de esta memoria).

Los valores límite generales para las comprobaciones en los estados límite de servicio son los indicados en el apartado 1.5 de esta memoria.

Hay que tener en cuenta que la configuración deformada obtenida por medio del análisis global (elástico, lineal y de secciones brutas) es siempre inferior en magnitud al valor final de comparación para la verificación del estado límite de servicio de deformaciones. La razón es que, por un lado, la fisuración de la sección provoca una reducción muy considerable del momento de inercia de la sección (fórmula de Branson, según el artículo EHE-08 50.2.2.2.1) y por lo tanto de la rigidez, con lo que aumentan las deformaciones. Por otro lado, las cargas de larga duración provocan efectos de fluencia (deformación diferida, EHE-08 50.2.2.3) en el hormigón, de forma que se produce un aumento de las flechas con el tiempo. En consecuencia, se debe analizar el proceso de carga en relación a la edad del hormigón afectado. El resultado de todo ello, es que la flecha final (con inercia fisurada y considerando el efecto de la deformación diferida) puede ser entre 2 y 3 veces la flecha elástica inicial.



## 6. CUMPLIMIENTO DEL DB-SE-A: ACERO

En relación a los estados límite se han verificado los definidos con carácter general en el DB-SE 3.2:

- a) La estabilidad y la resistencia (estados límite últimos).
- b) La aptitud para el servicio (estados límite de servicio)

En la comprobación frente a ELU se han analizado y verificado ordenadamente la resistencia de las secciones, de las barras y de las uniones de acuerdo con la exigencia básica SE-1, considerando los estados límite de estabilidad y resistencia del DB-SE 4.2.

La resistencia de las secciones se ha comprobado frente a tracción, cortante, compresión, flexión, torsión, flexión compuesta sin cortante, flexión y cortante, flexión con axil y cortante, cortante con torsión, y flexión con torsión.

La resistencia de las barras se ha comprobado frente a tracción, compresión, flexión, flexión con tracción, y flexión con compresión.

Aunque en el caso de las uniones, se deberían de haber comprobado las resistencias de los elementos que componen cada unión de acuerdo con el SE-A 8.6 correspondiente a uniones soldadas y en relación a la capacidad de rotación se han seguido las consideraciones del SE-A 8.7. Dado el carácter académico de este trabajo y por recomendación se decide no calcular ninguna unión para centrarse en otros aspectos.

La comprobación frente a ELS se ha analizado y verificado de acuerdo con la exigencia básica SE-2, considerando los estados y valores límite establecidos en el DB-SE 4.

## I. ANEXO DE CÁLCULO

### 1. JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN PROYECTADA

Como ya se ha comentado en el primer punto de esta memoria, el proyecto puede dividirse estructural y composítivamente en dos partes completamente diferenciadas, el centro cultural semienterrado de hormigón armado y el refugio-marquesina de la estación que funciona como una pieza prefabricada que simplemente se dispone sobre la cubierta del edificio cultural.

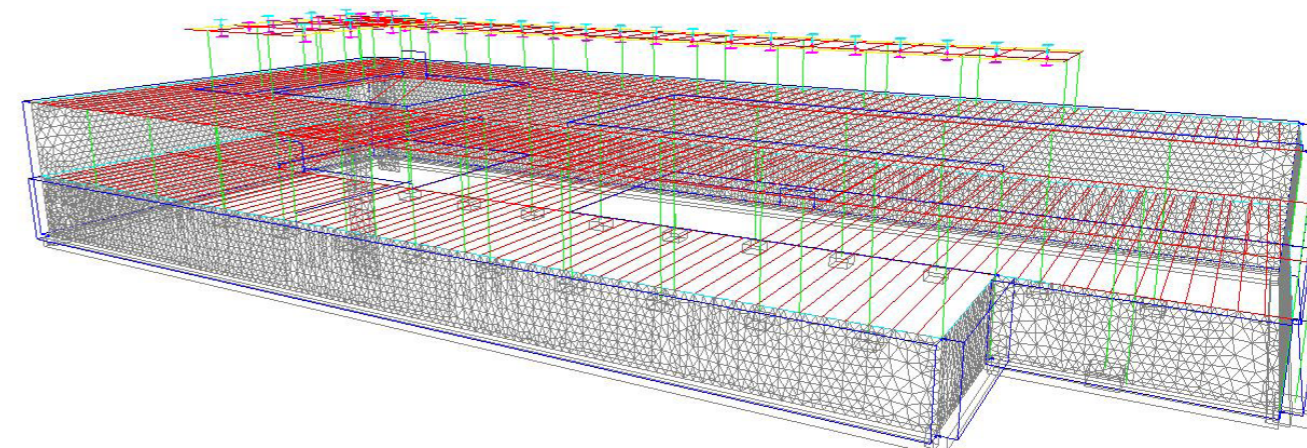
Se escoge una estructura porticada de hormigón armado para el centro cultural ya que el hormigón in situ responde de muy favorablemente a las necesidades que surgen al construir una cubierta que funcione realmente como el suelo del espacio público, ya que además de cubrir los espacios inferiores constituye el soporte de otro programa mucho más público, como es el andén o la plaza urbana, es decir, confiere estabilidad e inercia y cubre las elevadas sobrecargas de uso.

Existe una retícula que ordena todo el conjunto, haciendo que espacial y estructuralmente el edificio funcione como una unidad, durante todo el proceso de elaboración del proyecto estructura y espacio han ido desarrollándose de manera simultánea, de forma que si cambia la estructura lo hacen también los espacios que contiene.

Además de por sus buenas cualidades a nivel estructural, se escoge el forjado de nervios por razones proyectuales, ya que se pretende que al continuarlos por el patio se unan visualmente las dos bandas del centro cultural, creando al mismo tiempo un acceso reconocible que invite a ser recorrido.

Dado que la estructura horizontal de hormigón tiene que ser muy rígida por las sobrecargas de uso que recibe, se necesita un gran canto, que se decide de 700mm. Los nervios tienen un canto de 600mm con un intereje de 85cm, esta dimensión tan elevada es necesaria para cubrir la luz de 10 m de la franja central, que alberga el espacio público exterior y el salón de actos. Aunque sería posible disminuir este canto en las franjas de 7m se decide mantenerlo para darle unidad y continuidad al conjunto. La solución de forjado unidireccional nervado in situ es idónea por quedar vista en espacios muy abiertos, en los que ningún elemento toca el techo, excepto los pilares cuya presencia ayuda a entender un espacio diáfano donde no se cortan nunca las visuales.

Por otro lado, se escoge el acero para resolver la cubierta-refugio en la cota del andén, ya que la **estación** se entiende como una simple sombra donde resguardarse del sol y la lluvia. Por este motivo, se decide escoger un sistema constructivo prefabricado y en seco, una cubierta formada por un entramado de vigas y correas tubulares de acero cuya sección sea lo más pequeña posible y que aparente ser una pieza mínima que descansa sobre el andén (o suelo-cubierta del centro cultural).





## 2. MODELIZACIÓN

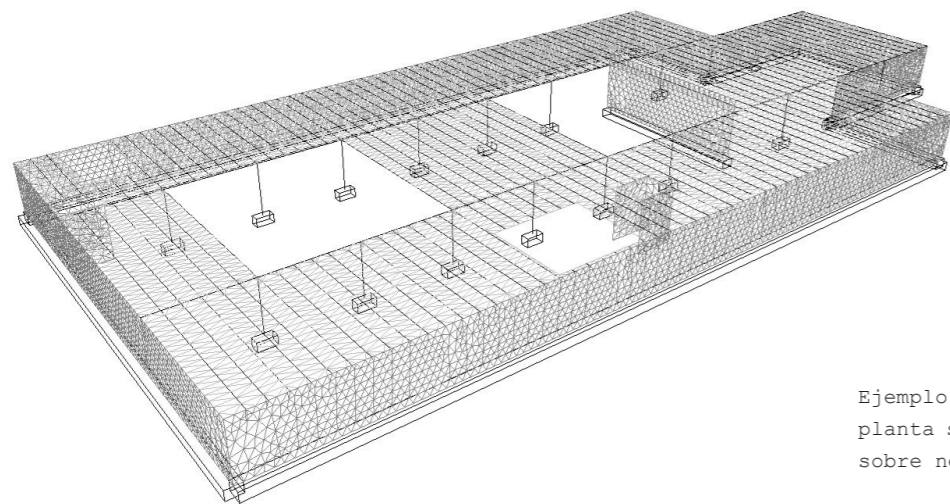
Aunque las estructuras del **edificio cultural** y del **refugio-marquesina** sean completamente distintas y funcionen de forma independiente, se decide modelizarlos juntos, para así poder obtener los datos reales de su funcionamiento como conjunto. Asegurando siempre que los soportes de la cubierta del refugio estén colocados sobre los nervios del forjado inferior, para así transmitir las cargas verticales directamente.

Por otra parte, cabe comentar que el forjado de nervios ha sido modelizado en planta baja con dos métodos distintos, para así poder elegir el que funcionase y se adaptase mejor a la realidad. Cada uno de estos procesos de modelizado tiene sus ventajas y sus inconvenientes y lleva a un comportamiento diferente del conjunto estructural, cada uno de los modelos se observará y analizará en planta baja para así poder elegir el que más se adapte al funcionamiento real de la estructura, convirtiéndose en el elegido para ser estudiado en profundidad. A pesar de tratarse de un forjado unidireccional, la capa de compresión funciona como una pequeña losa que rigidiza el conjunto y le confiere estabilidad, por este motivo se decide inicialmente que dicha capa debe ser analizada y formar parte del análisis y dimensionado.

**MODELIZACIÓN COMO LOSA MACIZA SOBRE NERVIOS DE HORMIGÓN:** Se plantea la construcción de una losa de 10cm sobre nervios de hormigón armado en sus posiciones reales a eje, para conseguir armar cada uno de ellos. Este modelo suma pesos innecesarios a la estructura, por duplicar el material en las zonas de losa que coinciden con nervios (se han modelizado los nervios con la altura completa porque ese es el canto total). Sería posible desplazar los elementos de su eje vertical para que no duplicara pesos, pero este tipo de modelizado suele llevar a errores posteriores, ya que en la mayoría de casos no se detecta su unión. La ventaja de esta opción recae en que la manera que el programa armario tanto la losa como los nervios es la más próxima a la realidad.

**MODELIZACIÓN DE LOS NERVIOS DE HORMIGÓN COMO SECCIONES T:** Se plantea la modelización de los nervios como secciones en T de 70cm de canto total, de forma que las alas del nervio adopten las dimensiones reales de la capa de compresión al solaparse cada nervio con el siguiente, creando así una superficie regular. Esta opción es la que estructuralmente se comporta de manera más parecida a la realidad, pero la manera en que el programa arma los diferentes nervios se deberá adaptar a la manera constructiva real. Como el programa arma el alma de los nervios a momentos negativos se asume que este armado será suficiente para cubrir los esfuerzos más desfavorables en la capa de compresión, ya que esta por sí sola tiene unos esfuerzos mínimos y bastará con colocar una malla.

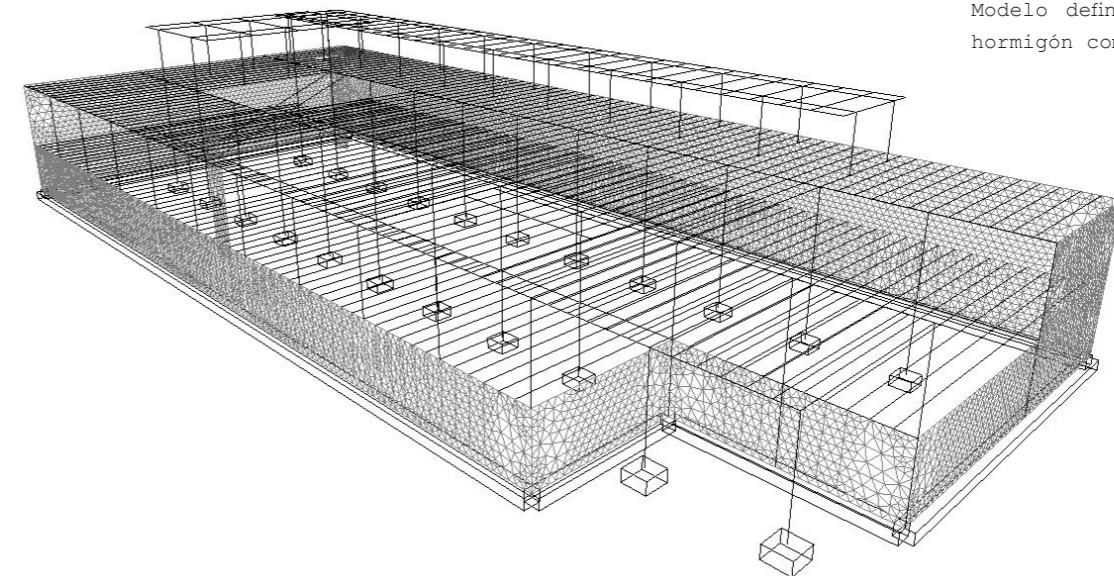
Así pues, se decide utilizar el segundo método, por ser el comportamiento que más se acerca a la realidad. Los planos de forjados y el despiece de los pórticos se adjuntan al final de este anejo según este método de modelización, pero hay que tener en cuenta que en la realidad se construiría como un forjado de secciones rectangulares de 15x60xm y una capa de compresión mallada de 10cm.



Ejemplo de modelización de planta sótano como losa maciza sobre nervios de hormigón.

El procedimiento seguido para la modelización ha sido el siguiente:

1. Dibujo del contorno de los muros de sótano y contención (ejes), así como de los puntos que marcan la posición de los pilares. El contorno de los muros y huecos debe estar formado por polilíneas convenientemente cerradas.
2. Modelización de las barras que forman los pilares a través de líneas verticales y las vigas y nervios a través de líneas horizontales, a los que se asignará la sección correspondiente de hormigón armado HA-25 por medio del programa Architrave Diseño. Se elige la sección correcta en cada caso, bien sea una sección rectangular de hormigón para los pilares y vigas o una sección en T para los nervios. En este caso sólo se modelizarán los elementos correspondientes al edificio cultural.
3. Modelización de los muros de contención de tierras teniendo en cuenta las diferencias de altura entre los mismos. Para modelizarlos, se utiliza la herramienta de mallado de muros, que crea planos a los que aplica el material correspondiente y el grosor asignado. A continuación se aplica la función malla global para que el programa, después de dibujar todos los contornos, los detecte y los modelice al mismo tiempo teniendo en cuenta los demás elementos estructurales. Así se consigue evitar desconexiones o futuros errores en el cálculo, además al definir los muros previamente esta función respeta las características iniciales de los mismos.
4. Modelización de las barras que forman los pilares a través de líneas verticales y a las vigas a través de líneas horizontales a los que se asignará la sección correspondiente de acero por medio del programa Architrave Diseño. Se elige la sección tubular de acero correcta en cada caso. Se comprobará que los soportes estén colocados correctamente sobre la línea que equivale a los nervios del forjado inferior.
5. Se añaden las zapatas, continua o aislada dependiendo de cada caso. Se asigna un grosor mínimo inicial de 500mm que el programa Architrave Diseño ajustará posteriormente de forma automática.
6. Aplicamos las distintas acciones, cada una de ellas en la capa de hipótesis adecuada, de forma que el programa pueda realizar todas las combinaciones. Las acciones se aplican fundamentalmente sobre los forjados de nervios de hormigón armado in situ, mediante áreas de reparto creadas directamente con las cargas correspondientes a dicha sección de forjado.
- Las de viento se aplican únicamente en la cubierta del refugio-marquesina, mediante áreas de reparto sobre las que se colocan cargas uniformemente repartidas perpendiculares al forjado. En cada hipótesis se colocarán las cargas correspondientes a la succión o a la presión. En el caso de cerramientos y antepedechos, las acciones se colocan como cargas lineales sobre las barras.
7. Comprobamos que los nudos de pilares y muros coinciden con los de los EF.
8. Exportamos el modelo al programa de cálculo.



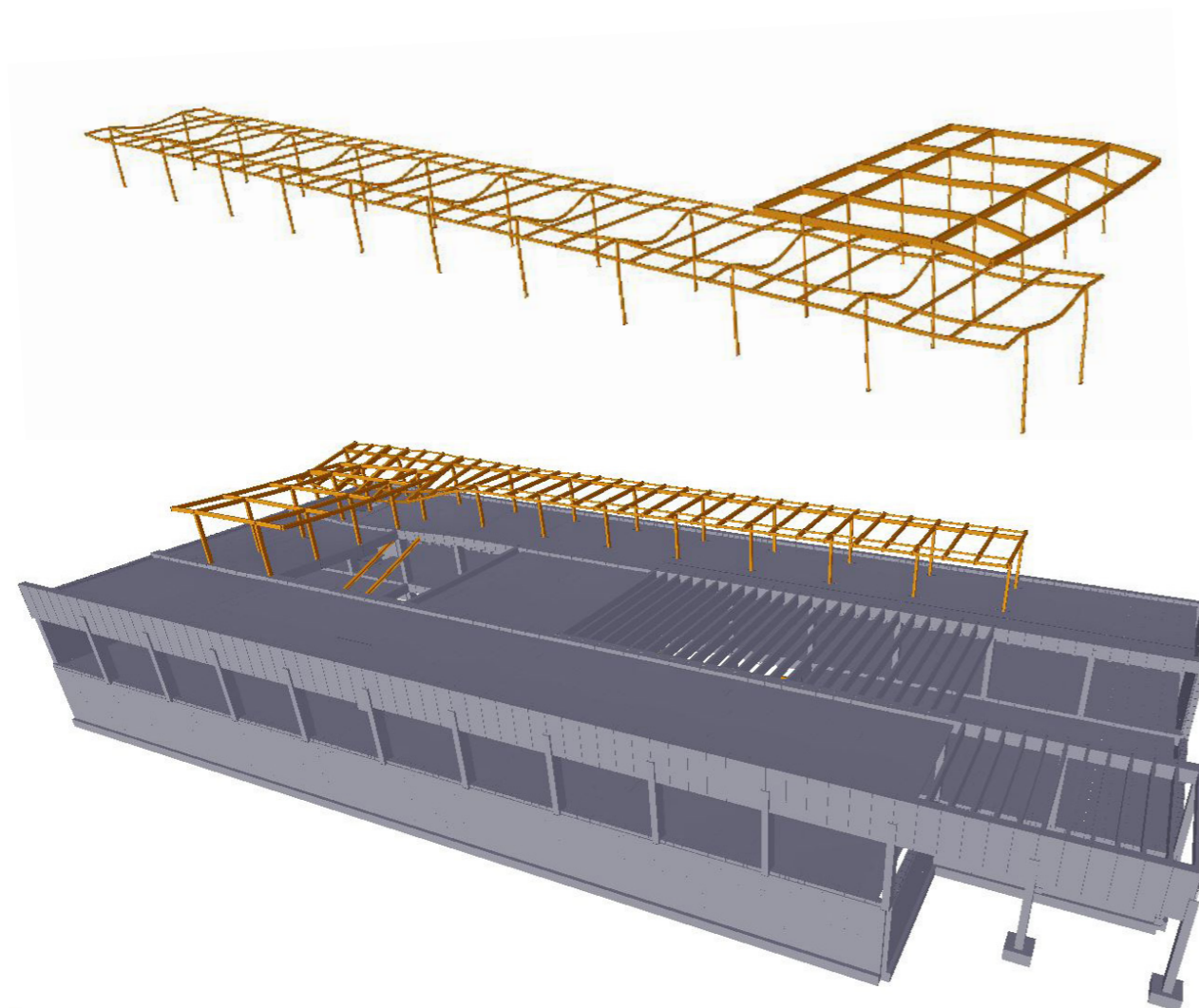
Modelo definitivo: nervios de hormigón como secciones en T.



Antes de abordar el cálculo, pero ya con el modelo importado en Architrave Cálculo, se comprueba que no ha habido errores de importación y que los materiales aplicados a cada parte de la estructura son correctos.

### 3. DESPLAZAMIENTOS VERTICALES

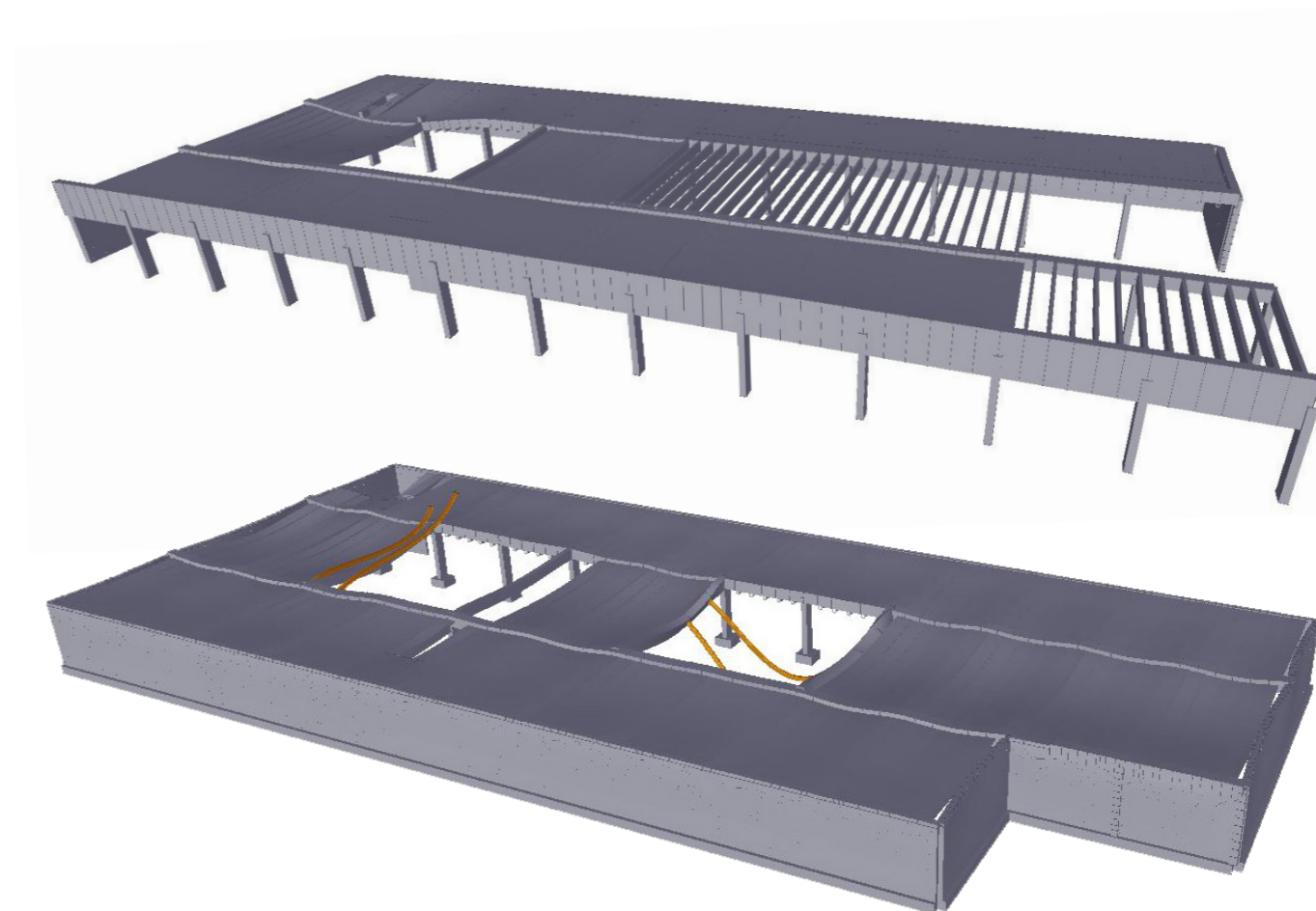
Como se puede observar en las imágenes que se adjuntan a continuación, la estructura de hormigón no sufre a penas desplazamientos verticales, la zona más solicitada y que por tanto tiene mayor deformación es la que soporta la estructura metálica de la marquesina. Aún así la rigidez de los elementos estructurales hace que las flechas sean mínimas, cumpliendo toda la estructura la normativa sobradamente. El desplazamiento máximo producido bajo la combinación ELS es de 0'93cm, teniendo este vano una luz de 10'20m, la flecha máxima admitida sería  $(1020/300=3,4\text{cm})$  y por tanto comprobamos que la estructura es estable.



### 4. PROCESOS DE ARMADO Y PERITACIÓN DE LA ESTRUCTURA

La peritación y el armado de la estructura, constará de los siguientes pasos:

1. Armado de los nervios de hormigón de manera individualizada, de forma que se entenderá la distribución de esfuerzos y se identificarán los puntos conflictivos. Documentos: Plantas de armado y armado de pórticos.
2. Como ya se ha comentado, las alas de las secciones en T se corresponden con la losa superior que funciona como una capa de compresión, esta tiene unos esfuerzos mínimos y simplemente necesitará una malla, ya que los nervios están armados también a momentos negativos.
3. Dimensionado y comprobación de los muros de hormigón mediante tabla de dimensionado
4. Dimensionado y comprobación de los pilares y vigas metálicas y de hormigón con las herramientas de peritación del programa. Documentos: Cuadro de pilares y armado de pórticos.
5. Dimensionado y comprobación de las zapatas de hormigón aisladas y continuas con las herramientas del programa. Documentos: Planta de cimentación.





**Armado de los nervios de hormigón.**

El programa Architrave Cálculo facilita el armado de barras de hormigón, gracias a su herramienta de peritación. Con ella, se puede ir comprobando cada uno de los nervios y armándolo individualmente, estudiando los esfuerzos y comprobando solapes, número de barras, horquillas, cercos, etc. El programa hace una primera aproximación, que en muchas ocasiones no cumple por diversas razones (por solicitaciones, por espacio para colocar el armado...) y a mano se puede revisar y editar cada armado para asegurar que cumple con los requisitos. Además, el programa exporta los nervios uno por uno y genera los planos de armado, así como la planta de referencia con la numeración e identificación de cada uno de los pórticos.

Por esta razón, no se puede resumir aquí el armado de todos los nervios. Tienen luces distintas, cargas distintas, y por tanto han de estudiarse uno por uno. En las planimetrías adjuntas se puede ver una planta en la que se indican los nombres de los nervios y se incluyen los esquemas de cada pórtico con su armado de positivos y negativos, cercos, longitud de solapes, armado de piel, etc. Aun así, se puede explicar las condiciones que se han tenido en cuenta a la hora de peritar los armados:

Se ha intentado igualar las armaduras de montaje de pórticos consecutivos, para que se pudieran montar en una sola jaula. El programa separa los pórticos en barras entre apoyos y las arma independientemente, sin tener en cuenta la facilidad de montaje y únicamente estudiando las solicitaciones.

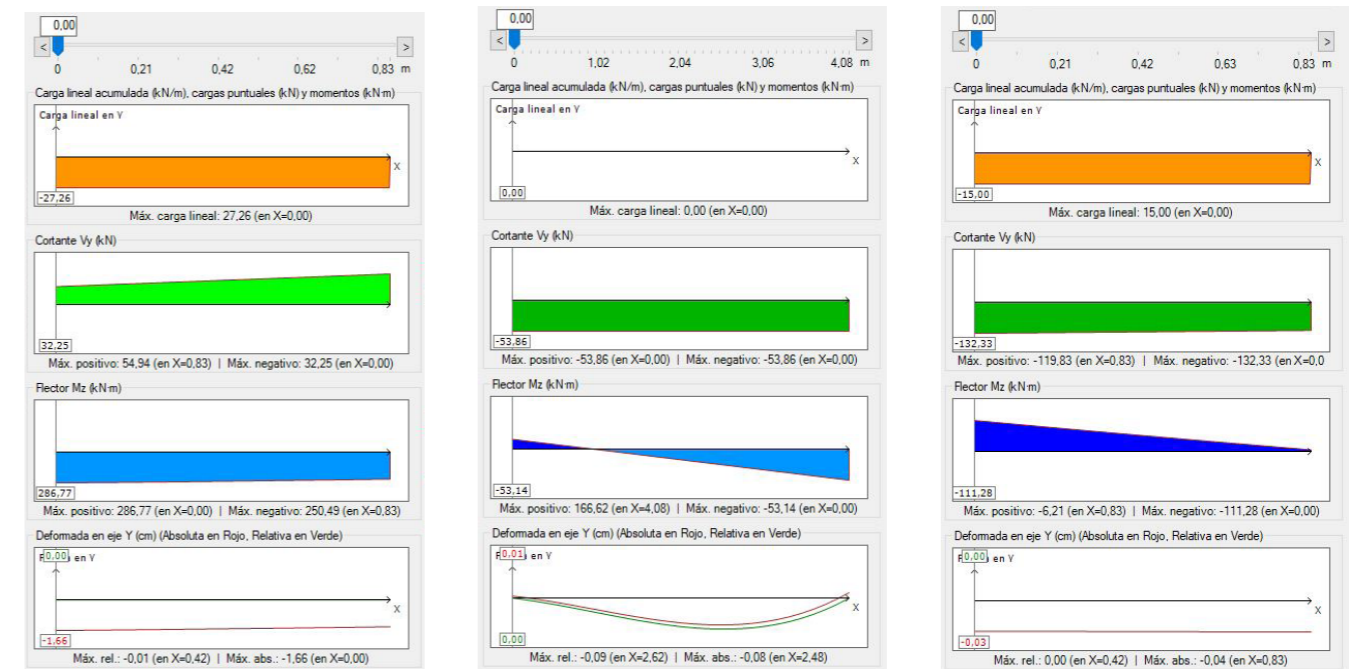
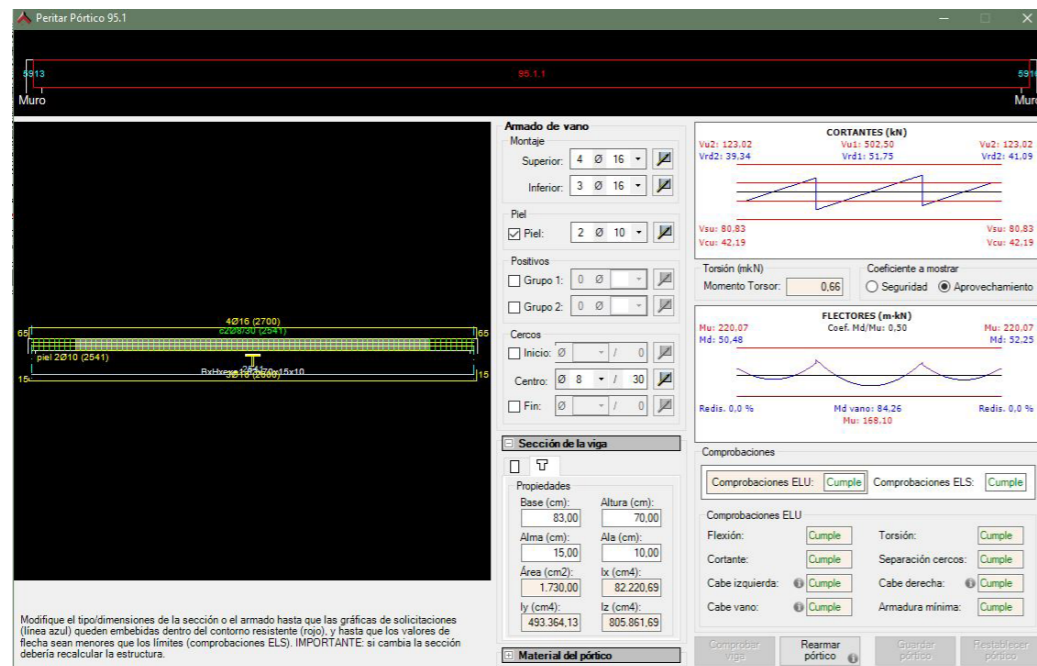
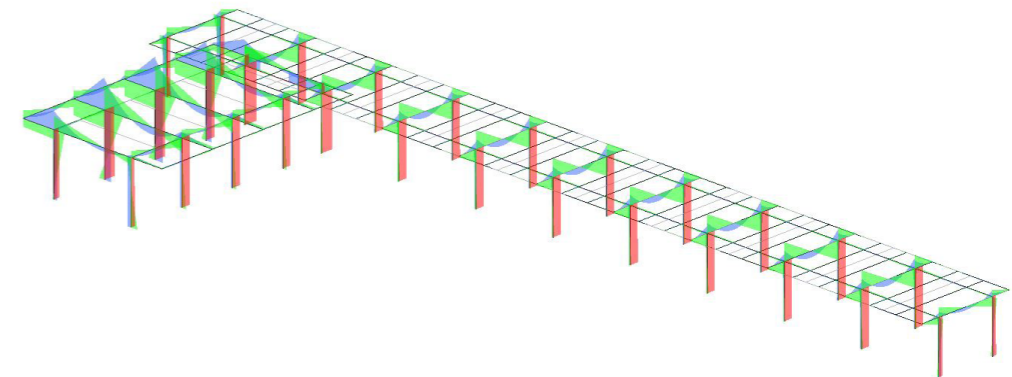
Se ha intentado utilizar siempre los mismos grosores de armado. Sin embargo, aunque en muchas ocasiones las armaduras aparecen muy divididas, se ha evitado unificarlas, por tratarse de un ejercicio teórico y académico, y entender que lo más viable (suponiendo que no hubiera ningún problema de ejecución) sería optimizar el material. Es obvio que finalmente se tomaría la decisión de igualar barras por zonas, aunque suponga aumentar la cantidad de acero necesaria. A continuación se muestran las solicitaciones de uno de los nervios en T más solicitados.

**Dimensionado y comprobación de los pilares y vigas.**

Los pilares y vigas de hormigón se comprueban y se arman de la misma manera que los nervios de hormigón, con la herramienta de peritación del programa de cálculo. Están sometidos a axiles y flectores muy importantes, por tener que soportar la luz de 10m que cubre el patio central, por este motivo se obtiene una sección rectangular de 30x60cm para los pilares y una sección cuadrada de 60x60cm para las vigas. Los armados variarán dependiendo de las cargas a las que estén sometidos.

En el caso de los tubulares de acero dispuestos como soporte y entramado horizontal de la cubierta del refugio-marquesina, no existen solicitaciones excesivas, exceptuando la zona en voladizo que cubre los accesos a la vía. De este modo, aparecen dos situaciones distintas, los pilares cumplen perfectamente con la dimensión preestablecida incluso podría reducirse en la zona de la marquesina al tener luces menores, mientras que la sección de las vigas debe aumentar en la zona del refugio. Se opta pues, por adoptar una sección menor en la zona de la marquesina donde todos los perfiles cumplen la normativa con la sección inicial de predimensionado #120.120.6.3, mientras que en la zona de refugio se homogeniza el entramado aumentando tanto los perfiles de vigas de un perfil inicial de #150.100.16 a un perfil de #250.150.8 en las vigas longitudinales y un perfil #200.120.12.5 en las transversales, mejorando la inercia del eje fuerte.

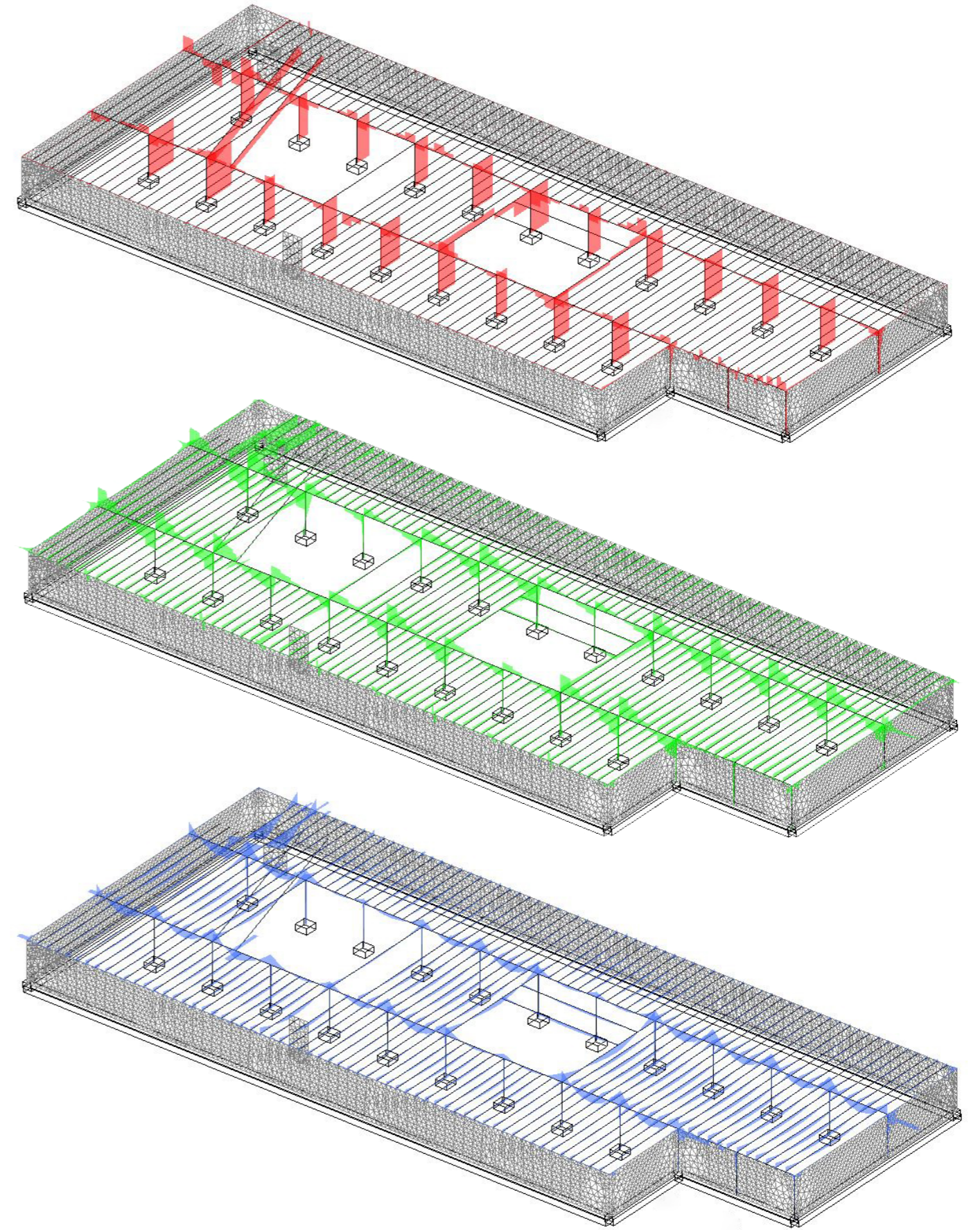
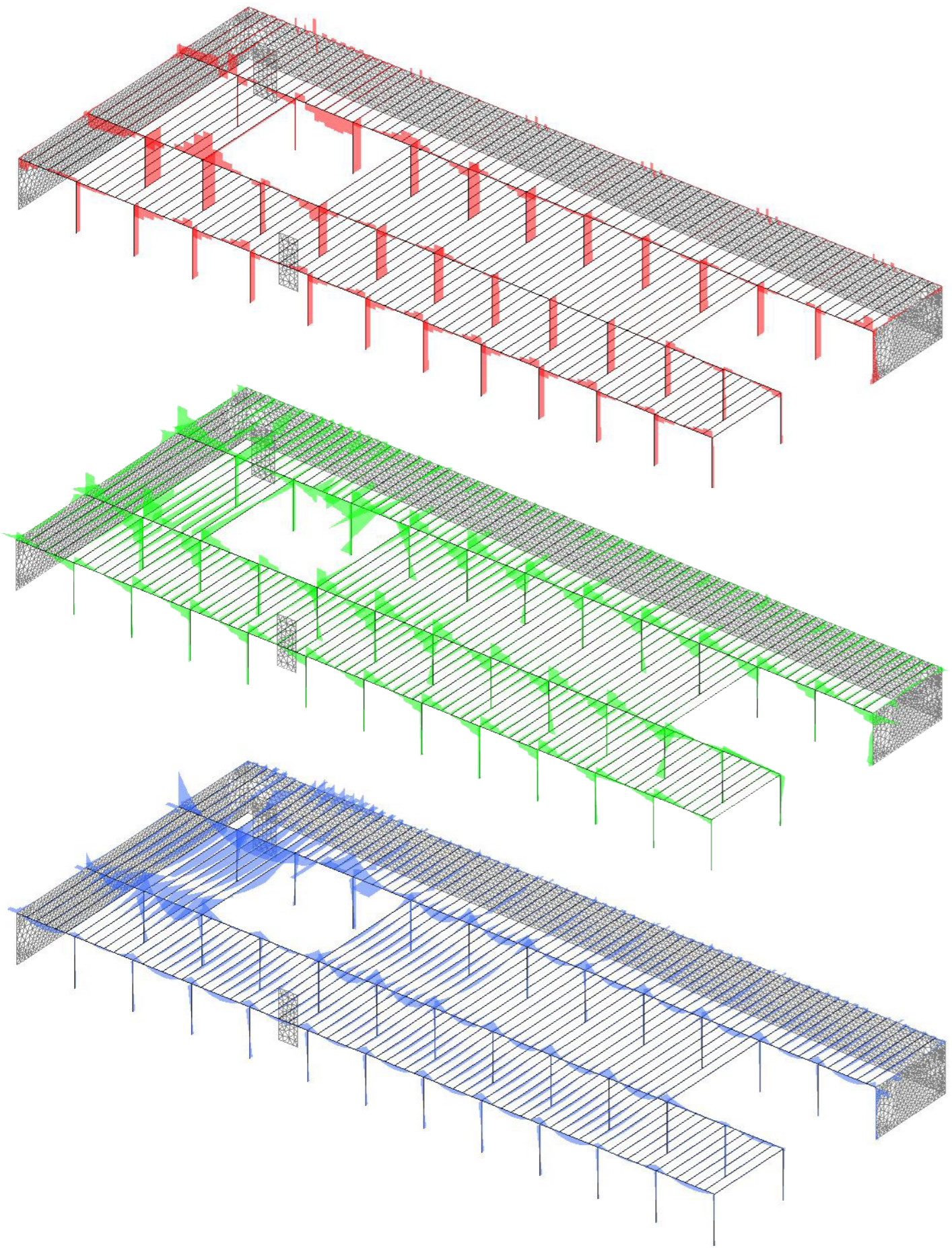
Todos los armados de pilares y secciones utilizadas se pueden ver en el cuadro de pilares adjunto a esta memoria. A continuación se muestran las solicitaciones de los pilares y vigas más desfavorables de cada material



**Armado de los muros de hormigón**

Los muros se arman teniendo en cuenta la tensión media, el momento del muro y su espesor. Con estos datos se consulta una tabla de dimensionamiento que proporciona el armado por cara y por metro de muro.

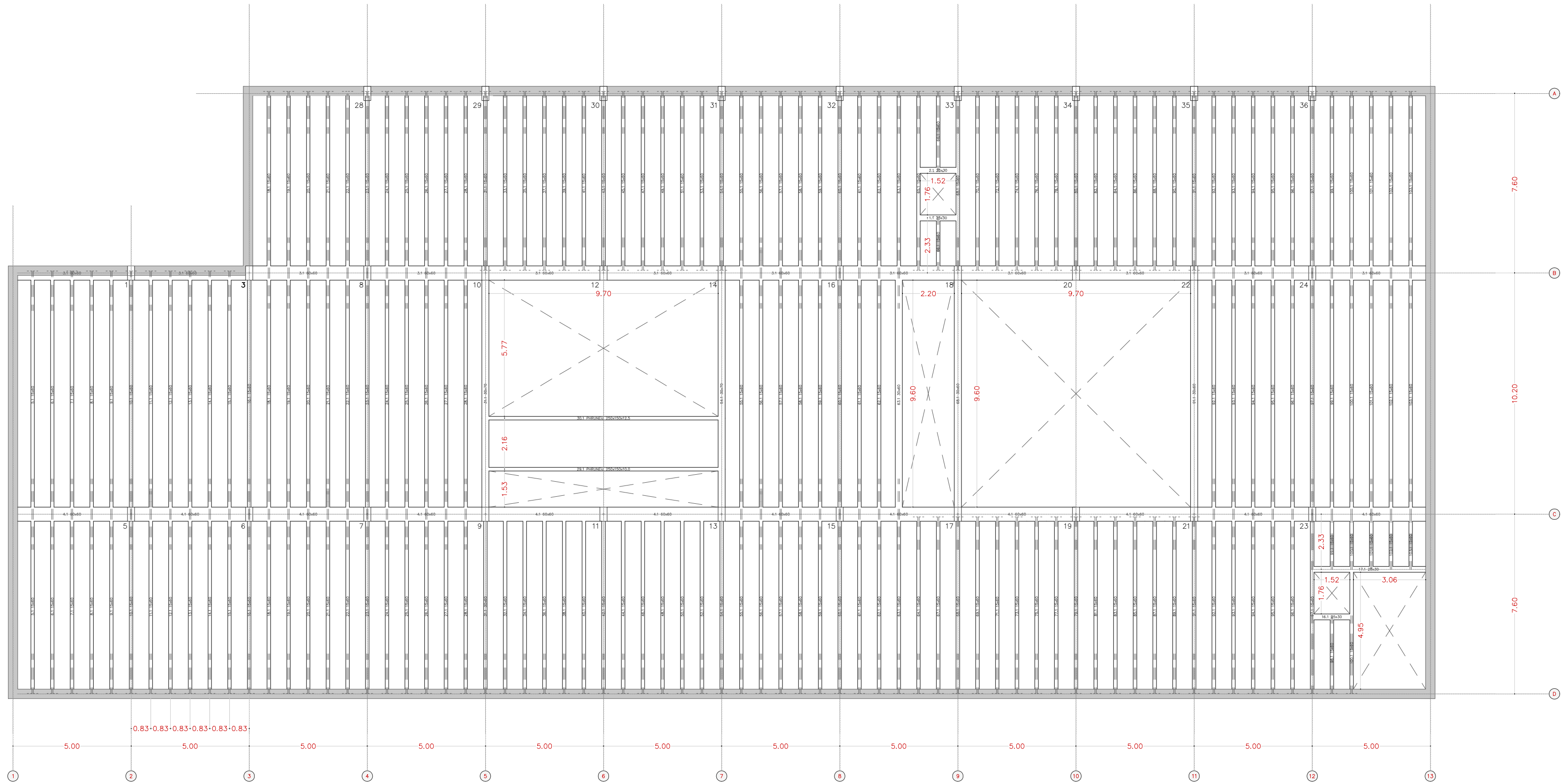












esc. 1/100m

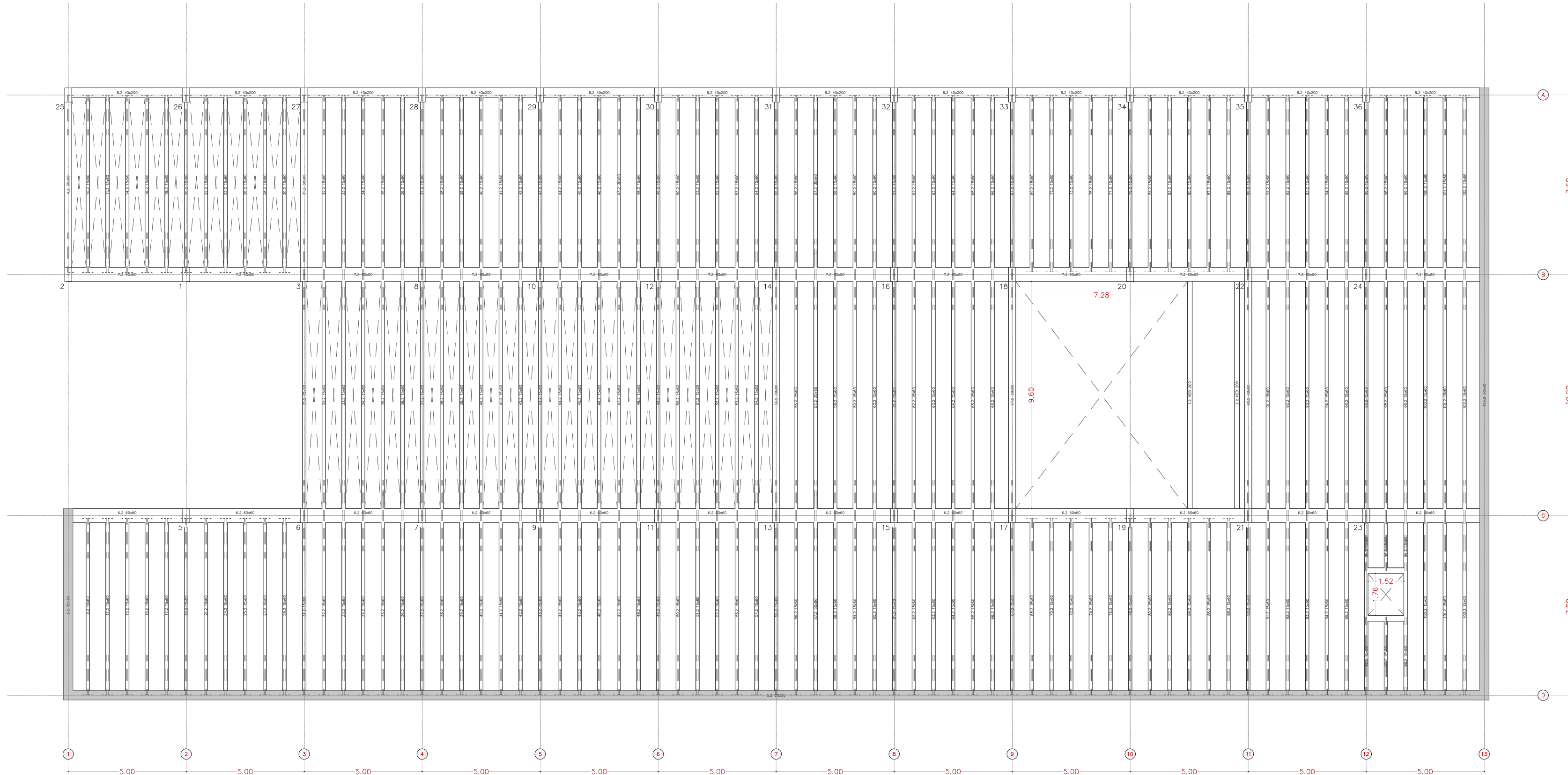
Forjado  
Nivel 1. Cota: +3,42 m.  
Material predominante: HA25

ACERO					
Tipo	$f_y$ (N/mm <sup>2</sup> )	$f_u$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\gamma_{M0}$	$\gamma_{M1}$	$\gamma_{M2}$
S275	275,00	410,00	1,05	1,05	1,25

HORMIGÓN ARMADO						
Tipo	$f_{ck}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\alpha$ larga duración	$\gamma_c$	Acero arm. pilares	Acero arm. vigas	$\gamma_s$
HA25	25,00	1,00	1,50	B500	B500	1,15





A  
B  
C  
D

7.60  
10.20  
7.60

esc. 1/100m

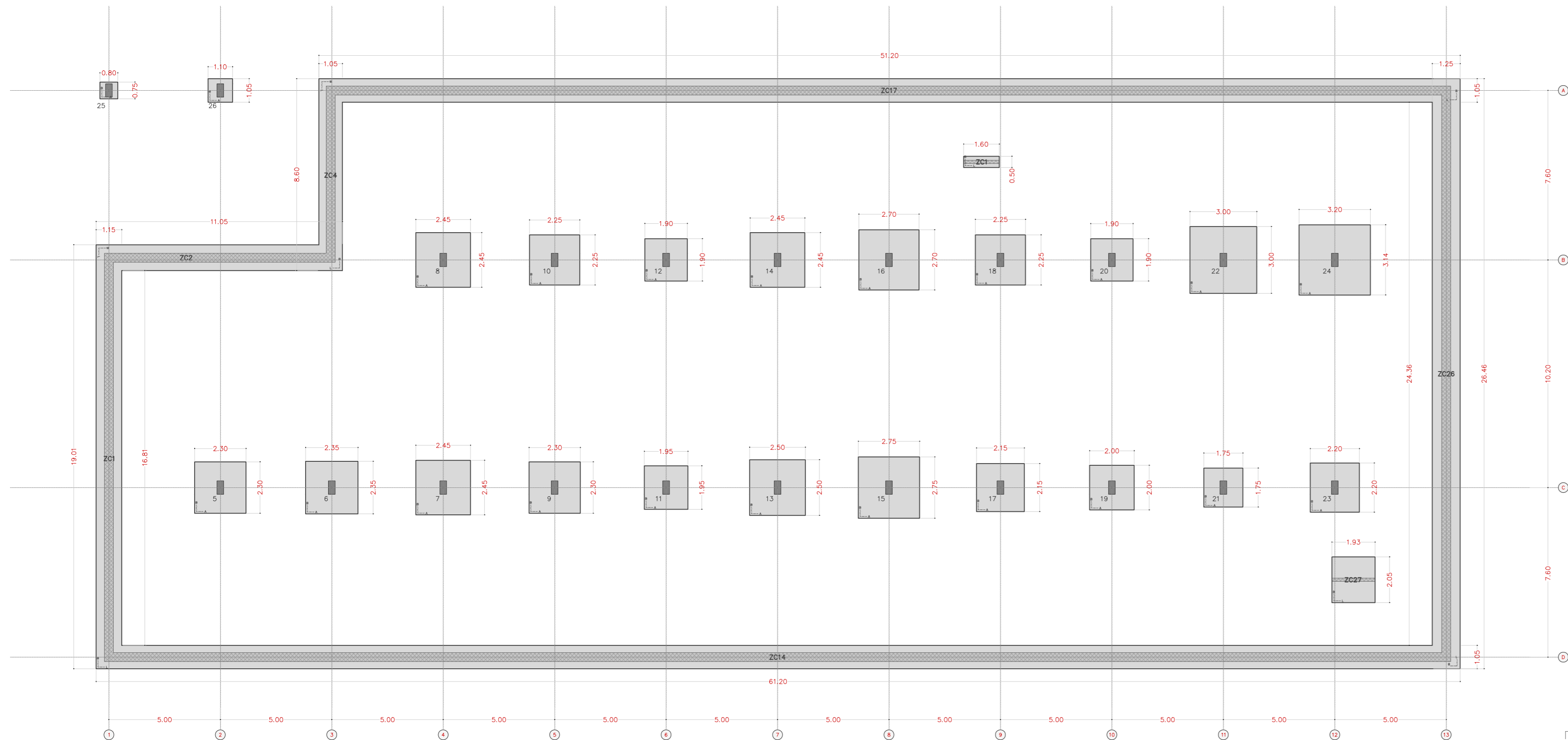
Forjado  
Nivel 2. Cota: +7,80 m.  
Material predominante: HA25

ACERO					
Tipo	$f_y$ (N/mm <sup>2</sup> )	$f_u$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\gamma_{M0}$	$\gamma_{M1}$	$\gamma_{M2}$
S275	275,00	410,00	1,05	1,05	1,25

HORMIGÓN ARMADO						
Tipo	$f_{ck}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\alpha$ larga duración	$\gamma_c$	Acero arm. pilares	Acero arm. vigas	$\gamma_s$
HA25	25,00	1,00	1,50	B500	B500	1,15





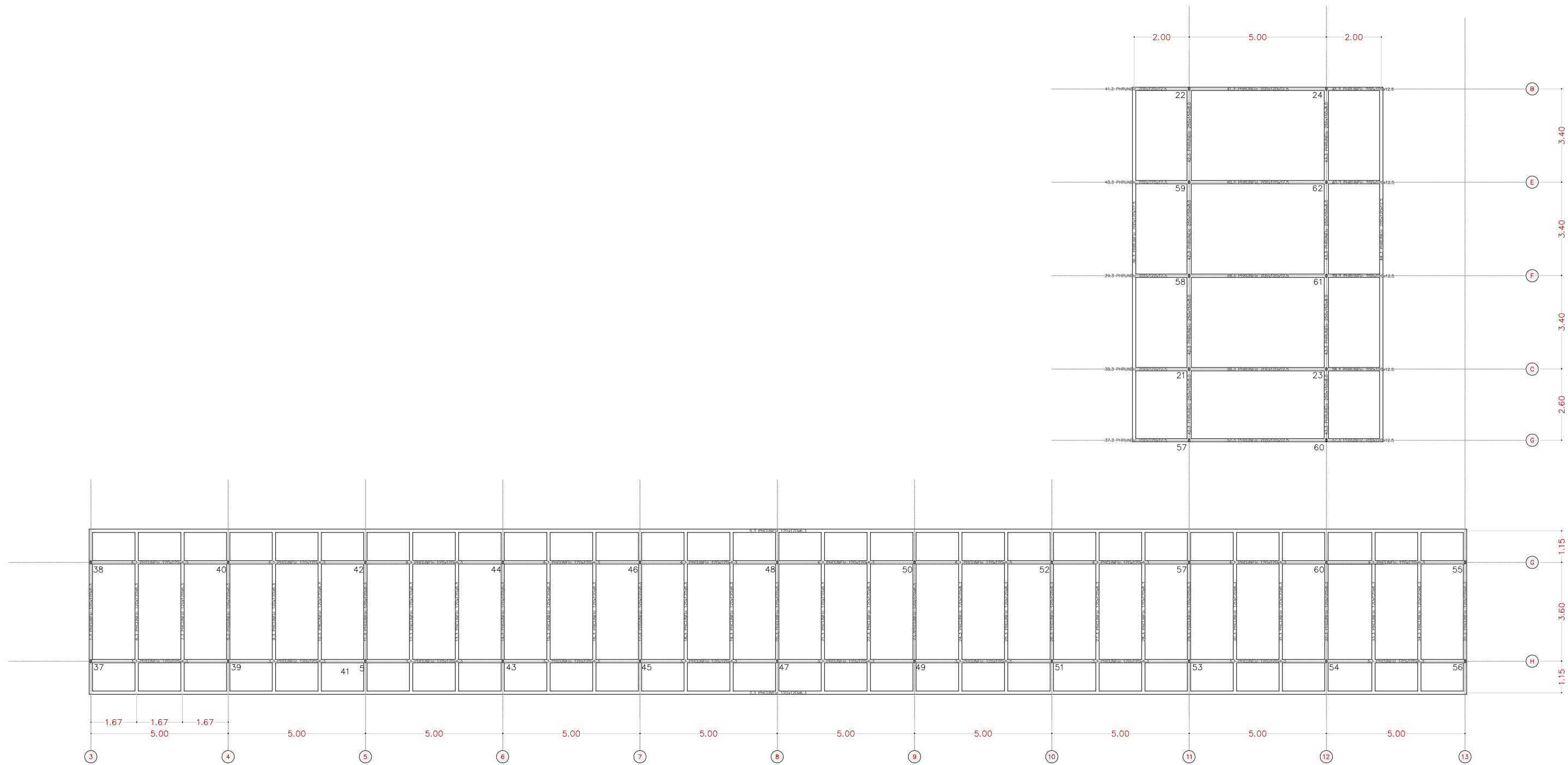
ZAPATAS AISLADAS						
Número	Tipo	Carga (kN)	AxBxH (cm)	Armadura en dirección A	Armadura en dirección B	Esperas - solape
5	Centrada	944,80	230x230x60	16ø12/15cm	16ø12/15cm	8ø12 - 30 cm
6	Centrada	976,62	235x235x60	16ø12/15cm	16ø12/15cm	8ø12 - 30 cm
7	Centrada	1066,55	245x245x60	13ø16/20cm	13ø16/20cm	8ø12 - 30 cm
8	Centrada	1069,12	245x245x60	13ø16/20cm	13ø16/20cm	8ø12 - 30 cm
9	Centrada	942,74	230x230x60	10ø16/25cm	10ø16/25cm	8ø12 - 30 cm
10	Centrada	893,07	225x225x55	12ø16/20cm	12ø16/20cm	8ø12 - 30 cm
11	Centrada	659,81	195x195x50	7ø16/30cm	7ø16/30cm	8ø12 - 30 cm
12	Centrada	623,89	190x190x50	7ø16/30cm	7ø16/30cm	8ø12 - 30 cm
13	Centrada	1119,44	250x250x65	13ø16/20cm	13ø16/20cm	8ø12 - 30 cm
14	Centrada	1053,32	245x245x60	13ø16/20cm	13ø16/20cm	8ø12 - 30 cm
15	Centrada	1345,97	275x275x70	14ø16/20cm	14ø16/20cm	8ø12 - 30 cm
16	Centrada	1307,00	270x270x70	14ø16/20cm	14ø16/20cm	8ø12 - 30 cm
17	Centrada	819,91	215x215x55	15ø12/15cm	15ø12/15cm	8ø12 - 30 cm
18	Centrada	881,34	225x225x55	9ø16/25cm	9ø16/25cm	8ø12 - 30 cm
19	Centrada	718,38	200x200x50	14ø12/15cm	14ø12/15cm	8ø12 - 30 cm
20	Centrada	641,44	190x190x50	7ø16/30cm	7ø16/30cm	8ø12 - 30 cm
21	Centrada	525,71	175x175x50	6ø16/30cm	6ø16/30cm	8ø12 - 30 cm
22	Centrada	1601,96	300x300x75	10ø20/30cm	10ø20/30cm	8ø12 - 30 cm
23	Centrada	865,83	220x220x55	15ø12/15cm	15ø12/15cm	8ø12 - 30 cm
24	Centrada	1737,61	320x315x85	16ø16/20cm	16ø16/20cm	8ø12 - 30 cm
25	Centrada	70,53	80x75x50	3ø12/25cm	4ø12/25cm	8ø12 - 30 cm
26	Centrada	162,29	110x105x50	5ø12/25cm	5ø12/25cm	8ø12 - 30 cm

ZAPATAS CORRIDAS BAJO MURO						
Número	Tipo	Carga (kN)	LxBxH (cm)	Armadura longitudinal	Armadura transversal	Armadura superior
ZC1	Muro centrado	2127,38	1781,4x115x50	5ø12/25cm	72ø12/25cm	---
ZC2	Muro centrado	1512,09	1000x115x50	5ø12/25cm	40ø12/25cm	---
ZC4	Muro centrado	871,60	760x105x50	5ø12/25cm	31ø12/25cm	---
ZC14	Muro centrado	10071,88	6000,1x105x50	5ø12/25cm	241ø12/25cm	---
ZC17	Muro centrado	7230,57	5000,1x105x50	5ø12/25cm	201ø12/25cm	---
ZC26	Muro centrado	3590,23	2541,4x125x50	5ø12/25cm	102ø12/25cm	---

esc. 1/100m  
 Cimentación  
 Nivel 0, Cotas: 0,00 m.  
 Estado predominante: HA25  
 Tensión admisible: 200,00 kN/m²  
 Tipo de suelo: Cohesivo

ACERO						HORMIGÓN ARMADO						
Tipo	fy (N/mm²)	fu (N/mm²)	γM0	γM1	γM2	Tipo	fck (N/mm²)	α larga duración	γc	Acero arm. pilares	Acero arm. vigas	γs
S275	275,00	410,00	1,05	1,05	1,25	HA25	25,00	1,00	1,50	B500	B500	1,15





Forjado  
Nivel 3. Cota: +3,50 m.  
Material predominante: S275

Forjado  
Nivel 3. Cota: +3,00 m.  
Material predominante: S275

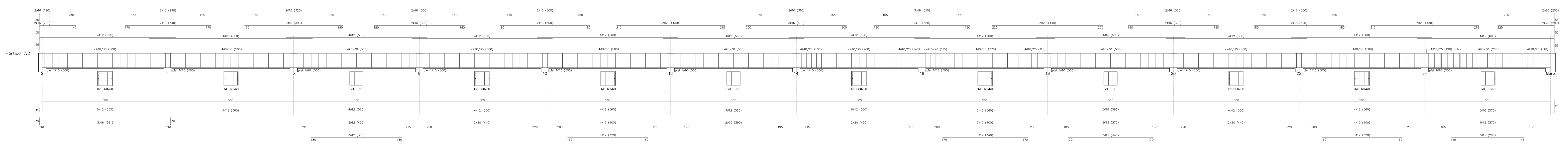
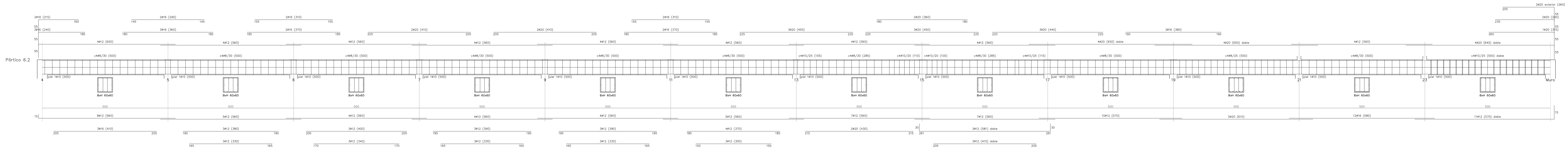
esc. 1/100m

ACERO					
Tipo	$f_y$ (N/mm <sup>2</sup> )	$f_u$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\gamma_{M0}$	$\gamma_{M1}$	$\gamma_{M2}$
S275	275,00	410,00	1,05	1,05	1,25

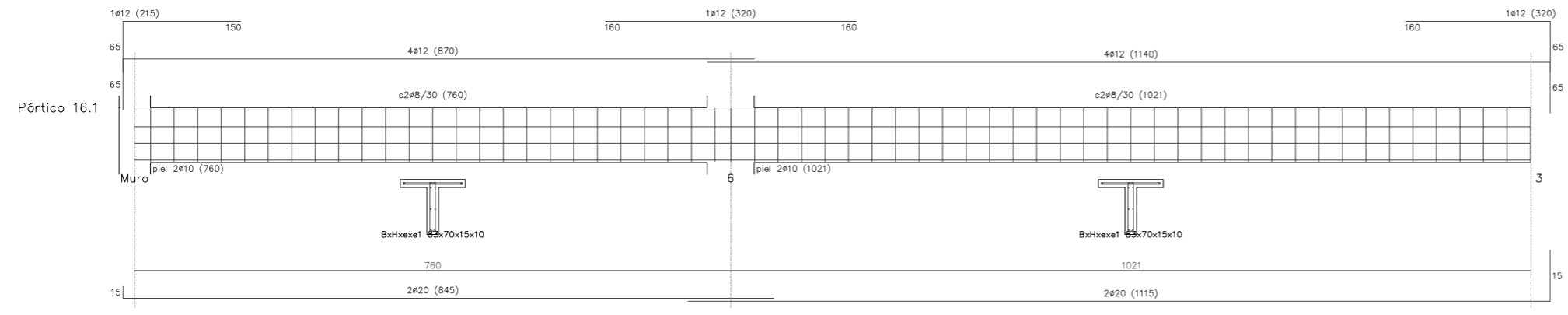
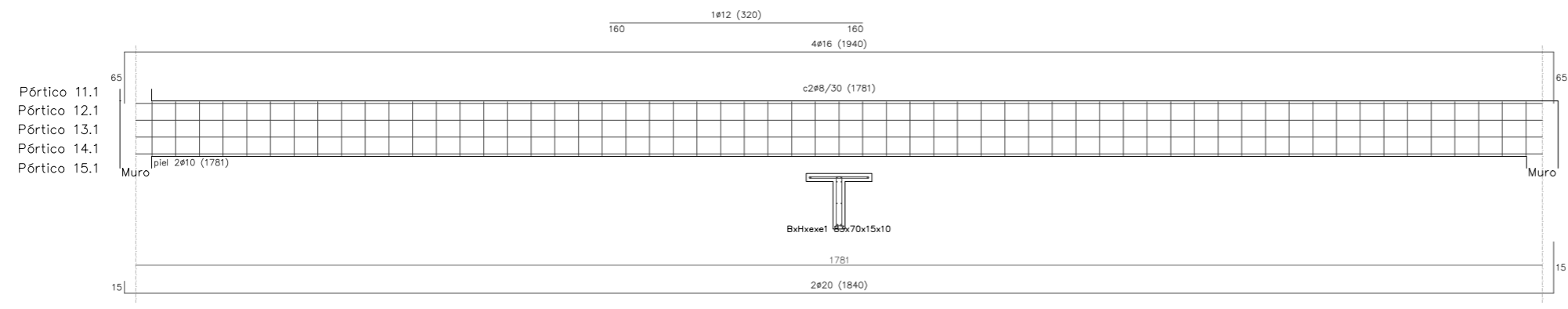
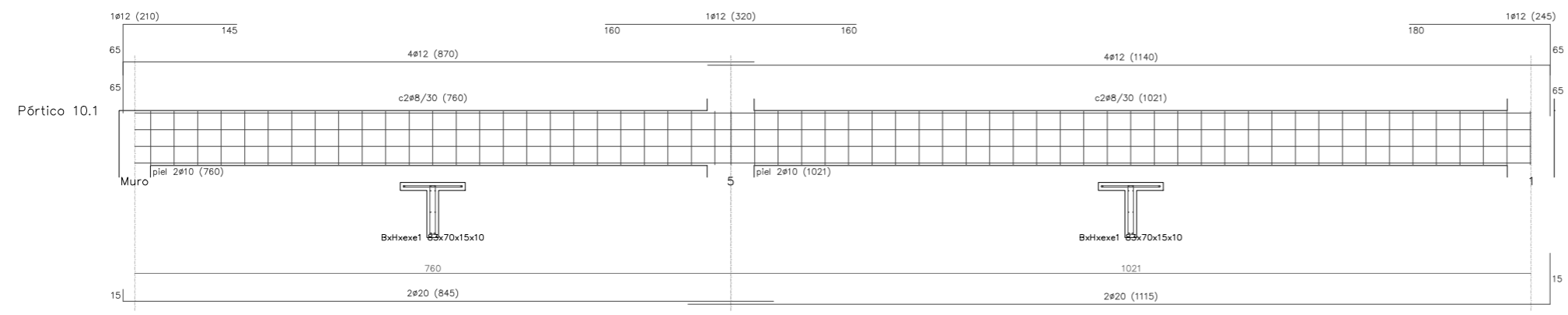
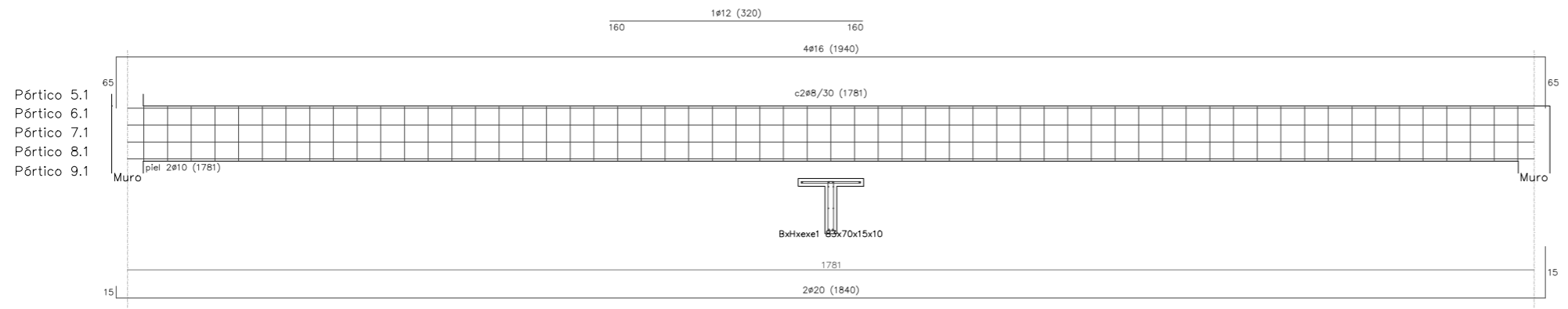
HORMIGÓN ARMADO						
Tipo	$f_{ck}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\alpha$ larga duración	$\gamma_c$	Acero arm. pilares	Acero arm. vigas	$\gamma_s$
HA25	25,00	1,00	1,50	B500	B500	1,15





esc. 1/75m  
Forjado  
1:1=1. Color: +3,42 m.  
Material predominante: HA25

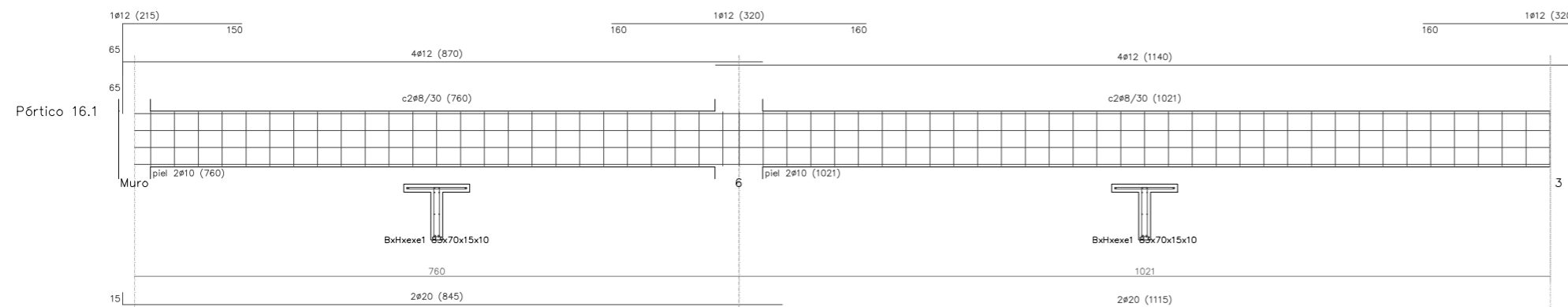
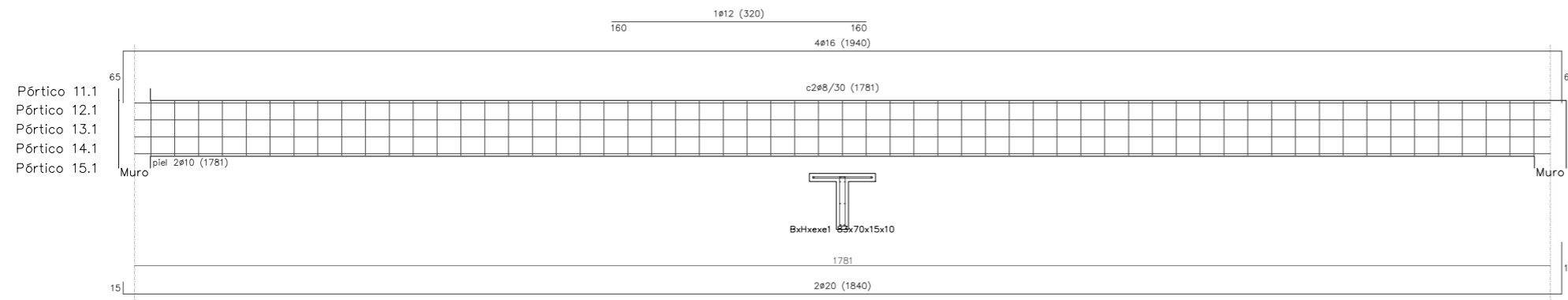
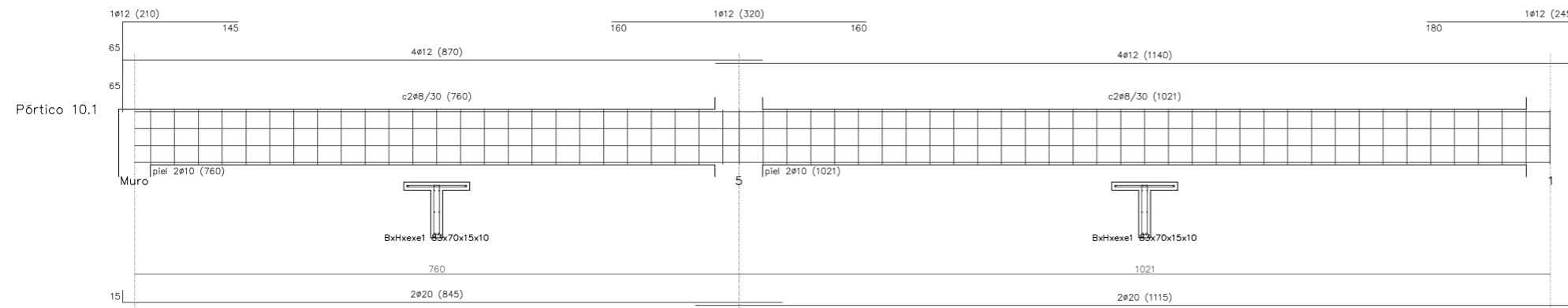
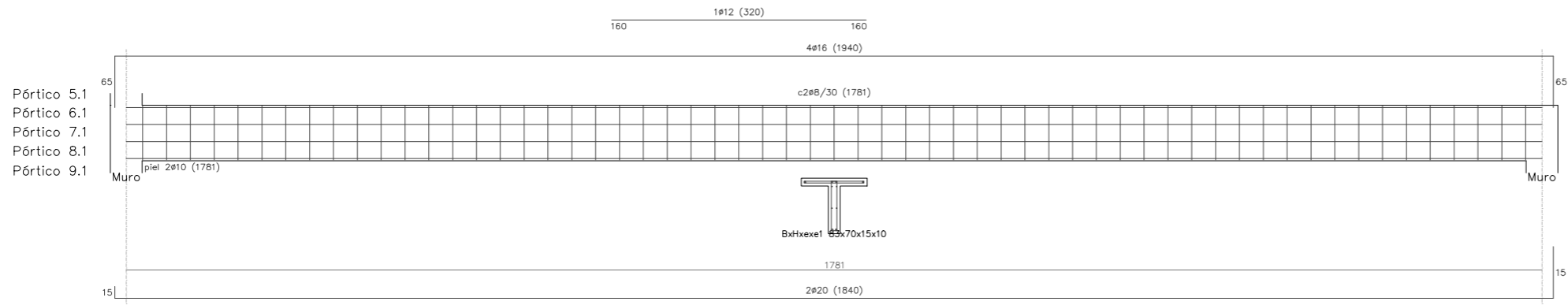




esc. 1/75m

Forjado  
Nivel 1. Cota: +3,42 m.  
Material predominante: HA25

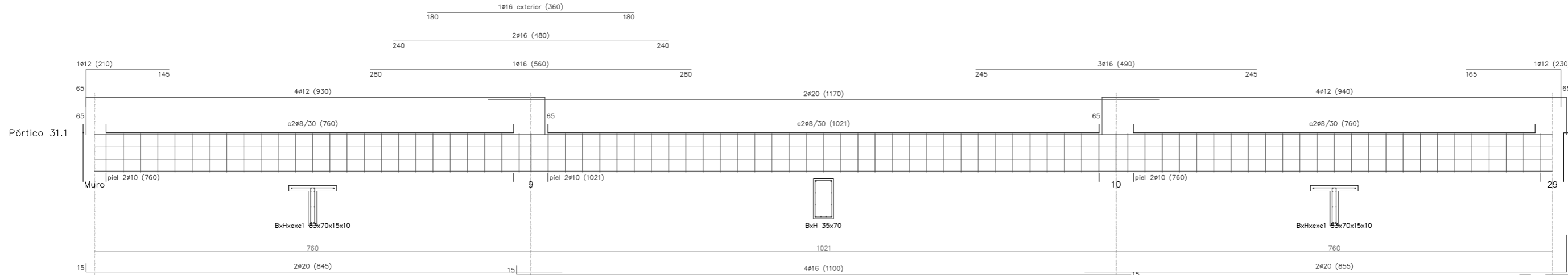
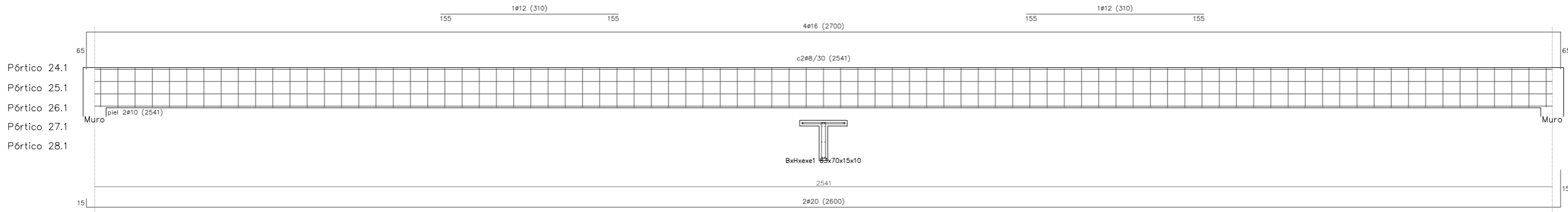
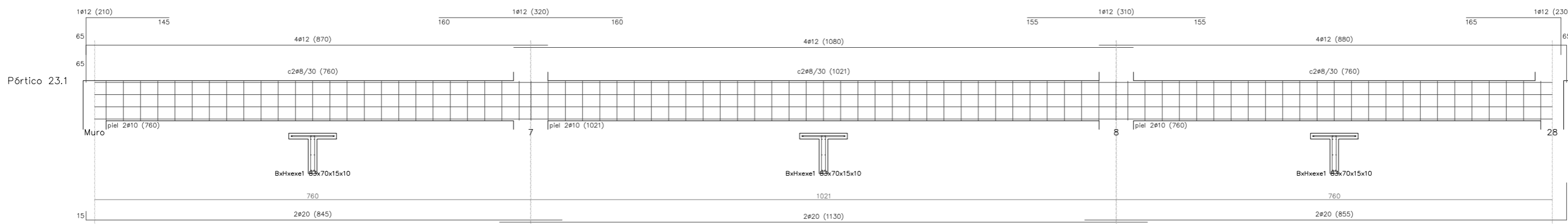
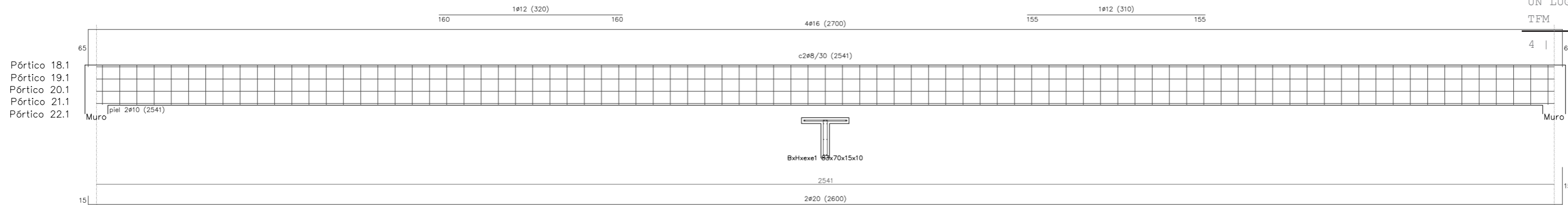




esc. 1/75m

Forjado  
Nivel 1. Cota: +3,42 m.  
Material predominante: HA25

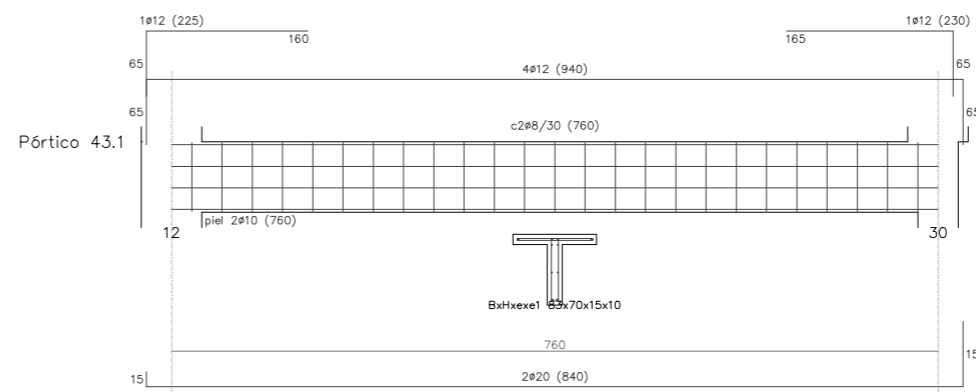
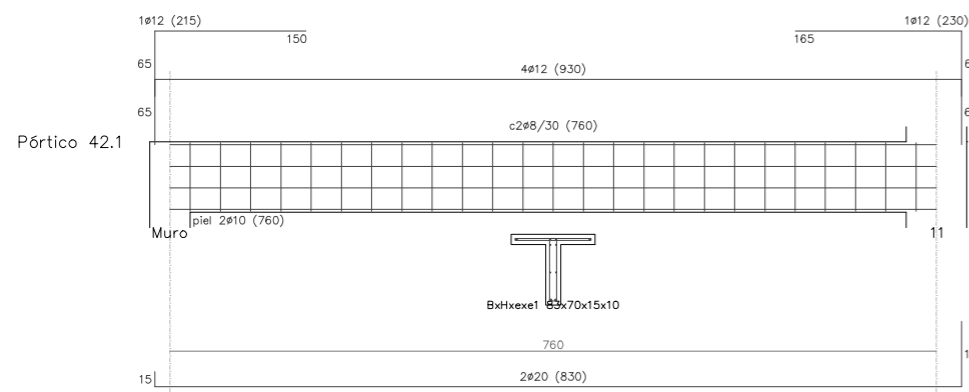
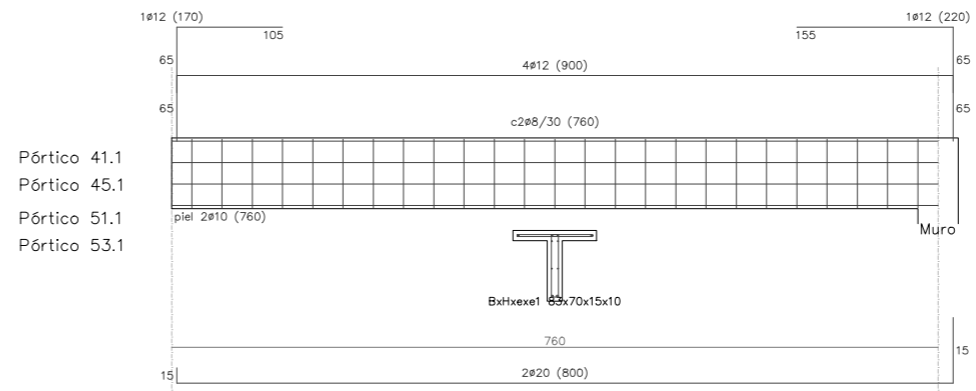
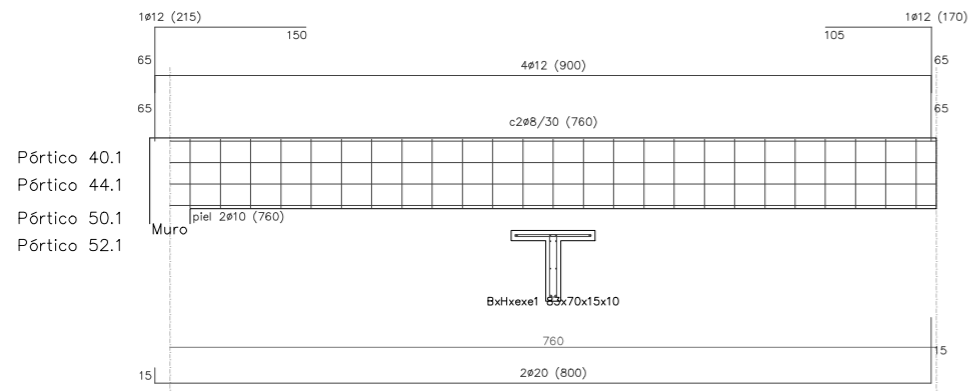
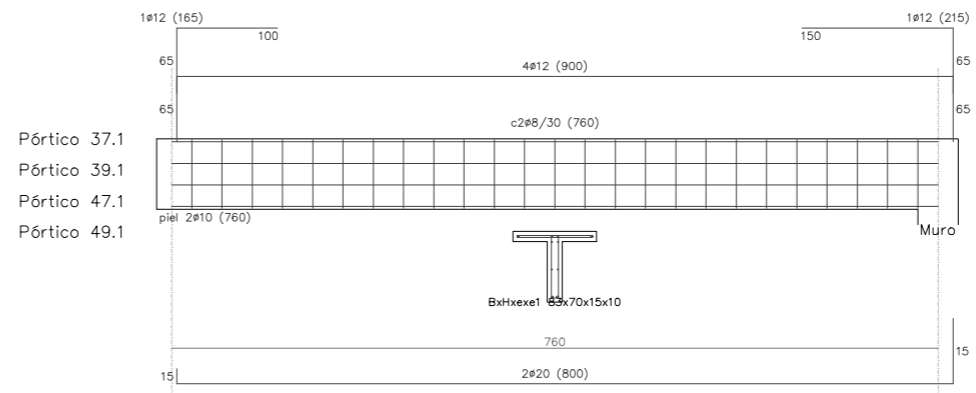
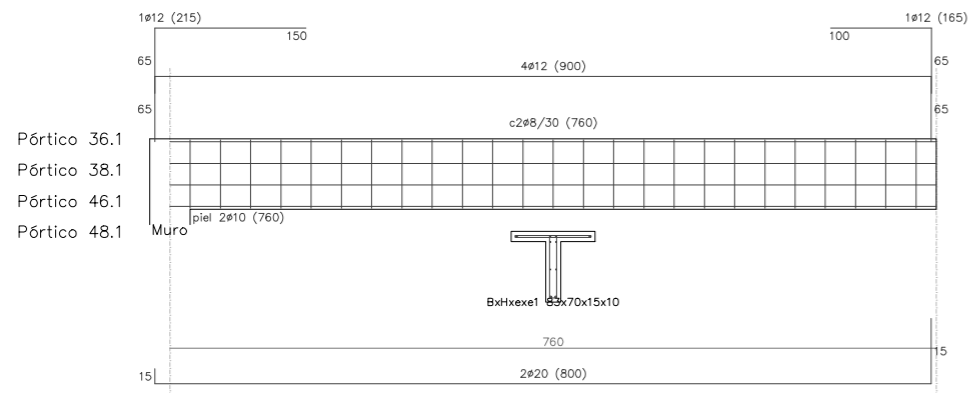
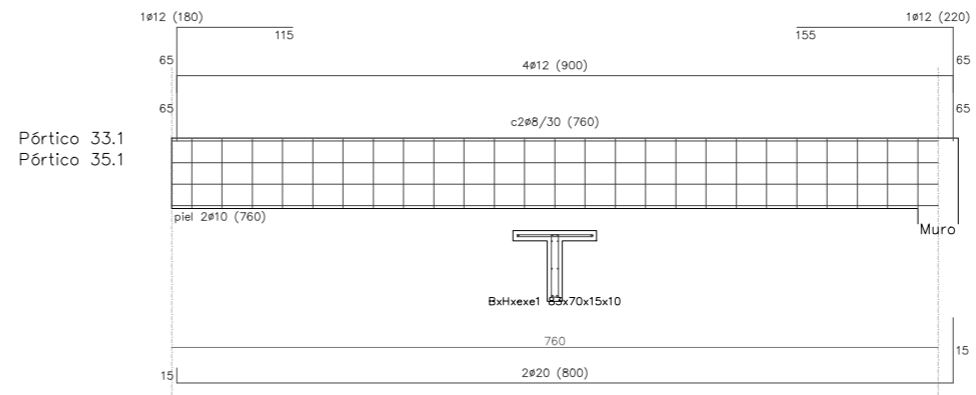
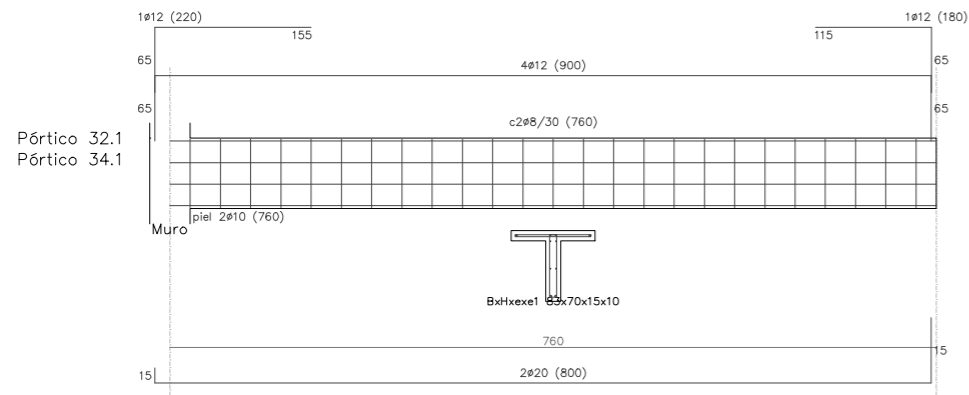




esc. 1/75m

Forjado  
Nivel 1. Cota: +3,42 m.  
Material predominante: HA25

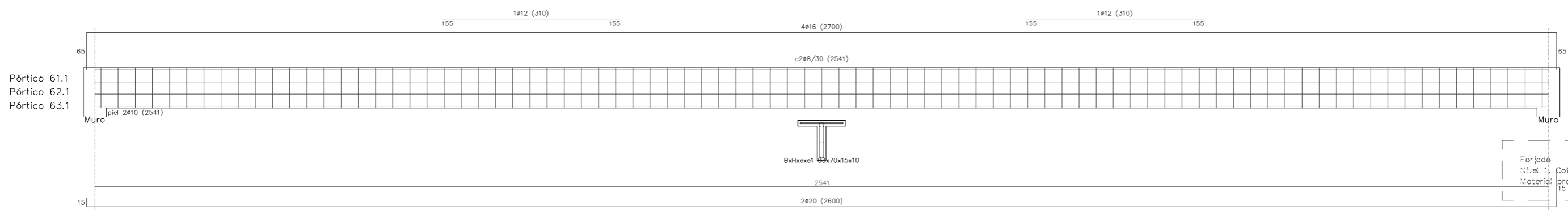
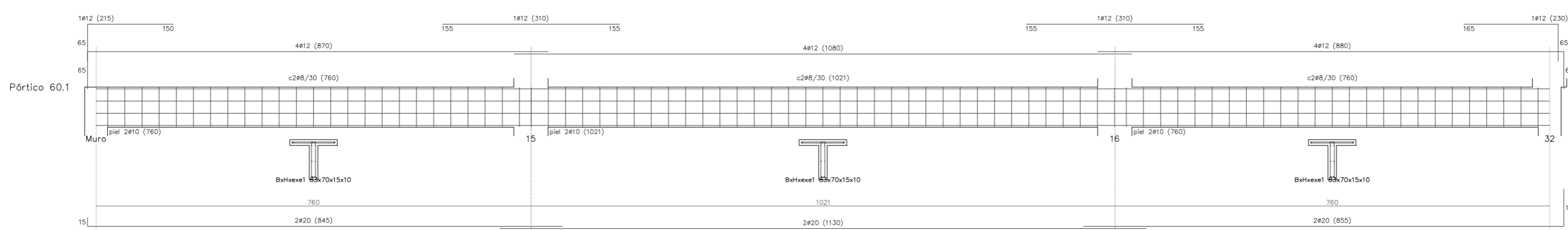
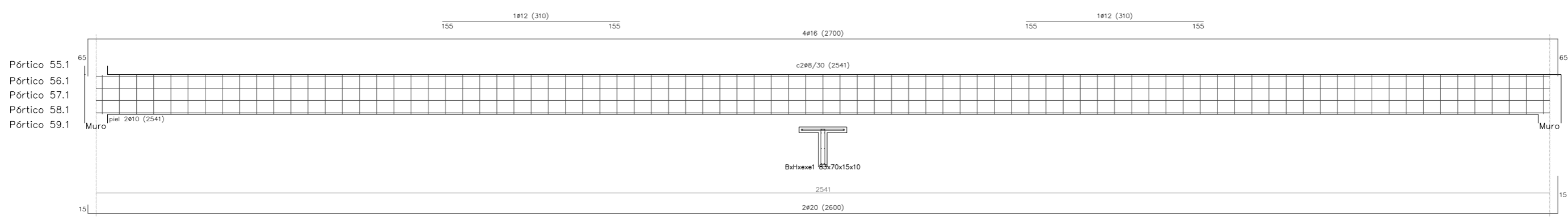
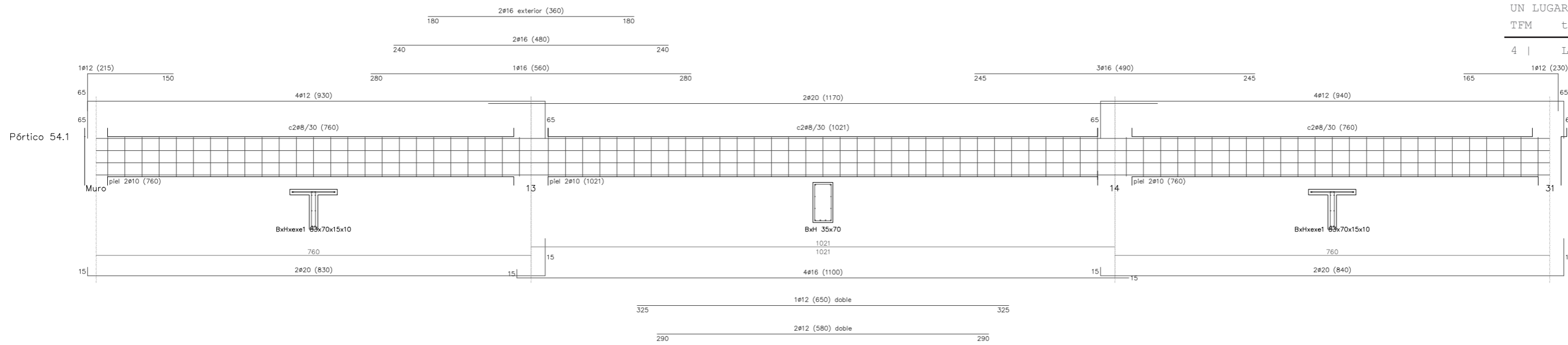




esc. 1/75m

Forjado  
Nivel 1. Cota: +3,42 m.  
Material predominante: HA25

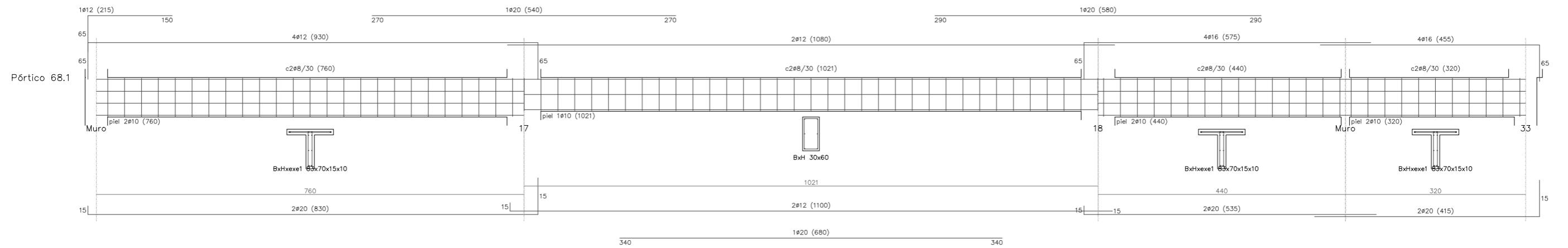
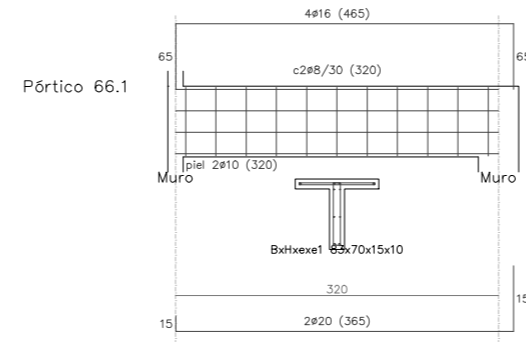
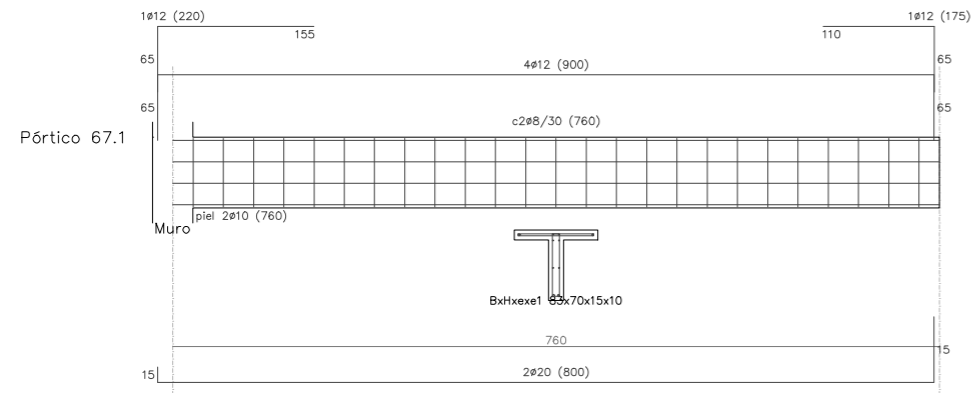
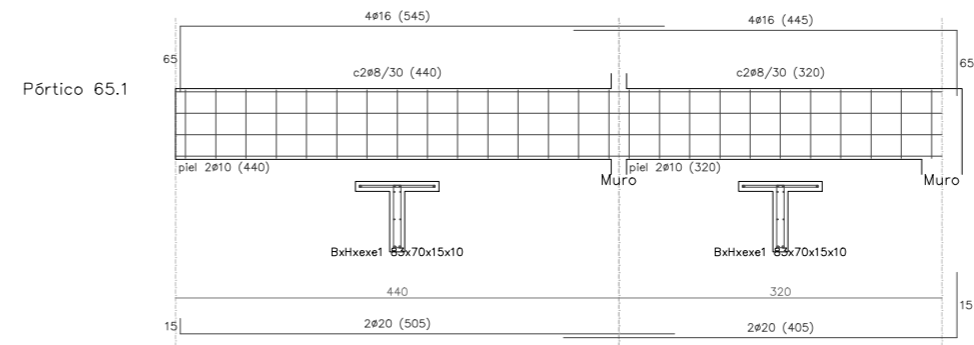
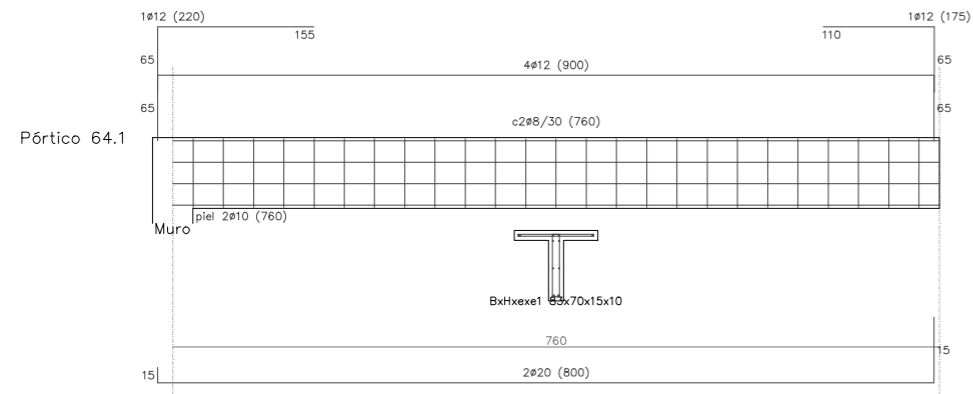




esc. 1/75m

Forjado Nivel 1. Cota: +3,42 m.  
Material predominante: HA25

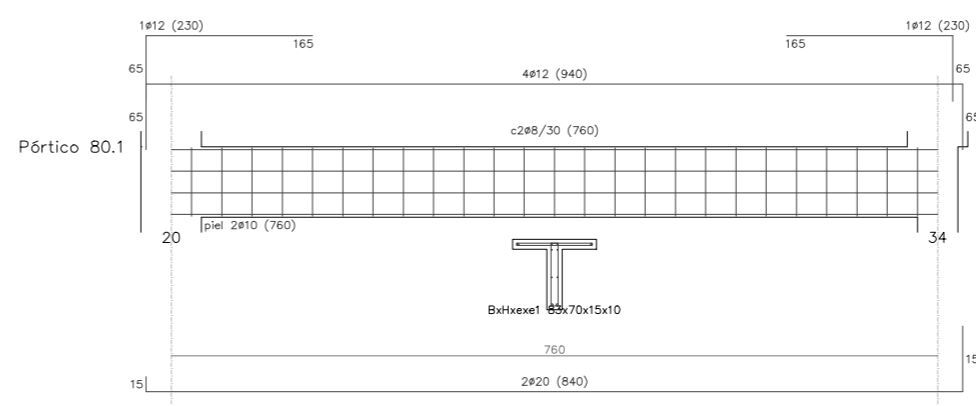
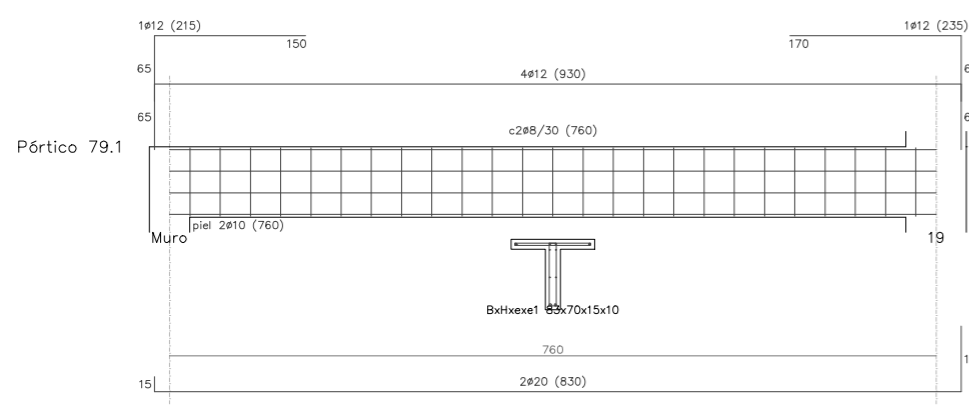
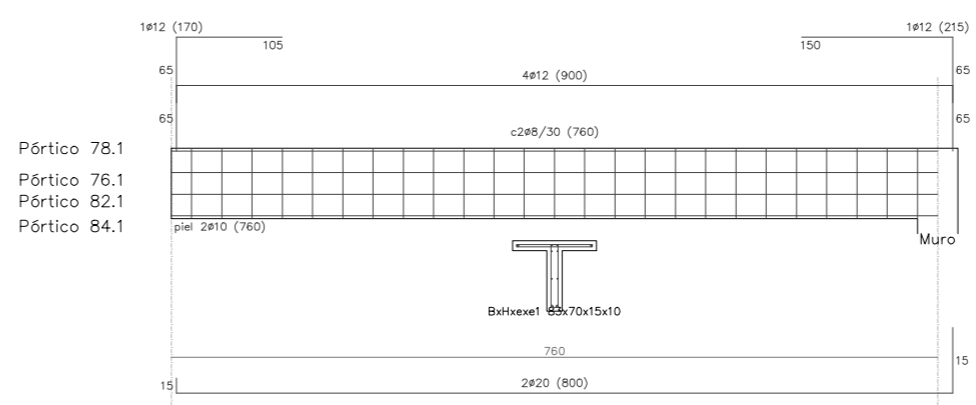
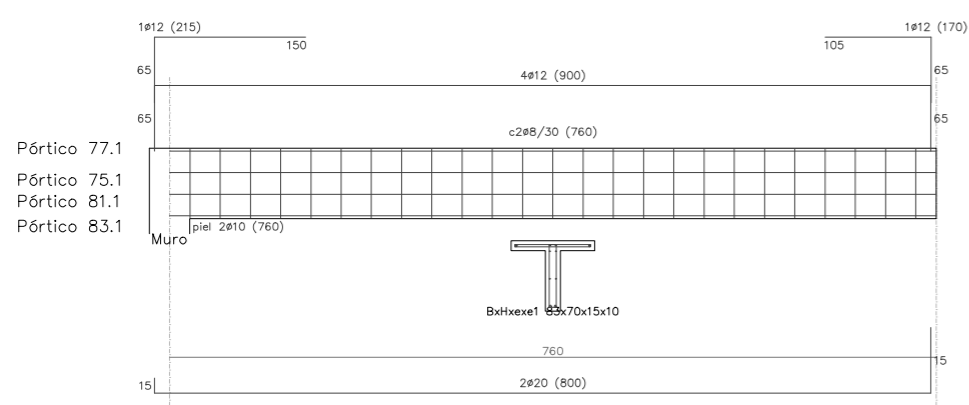
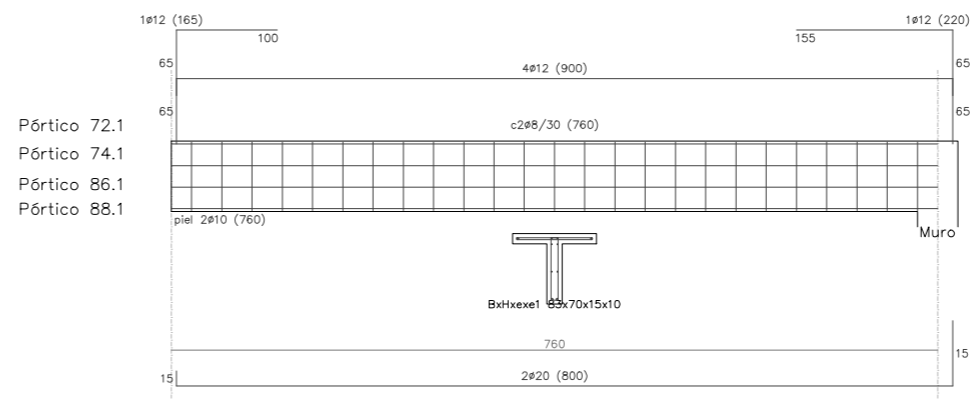
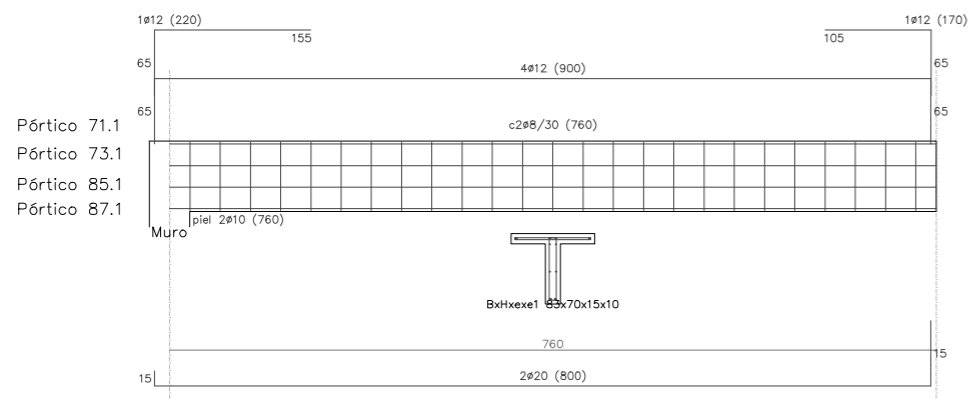
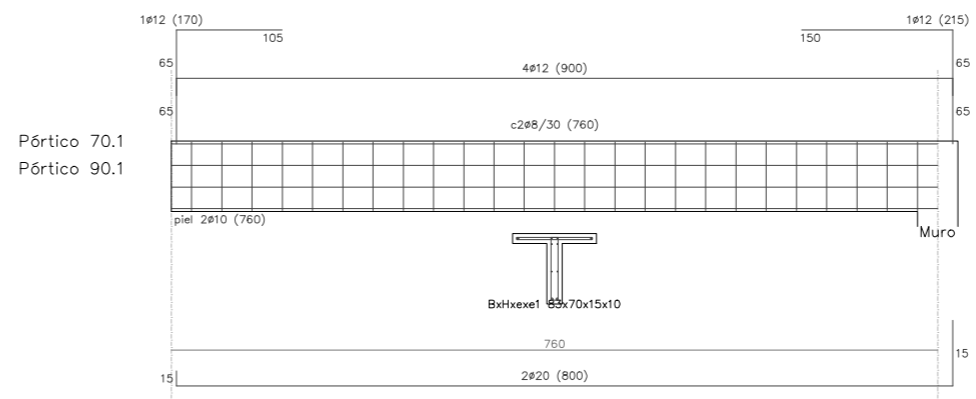
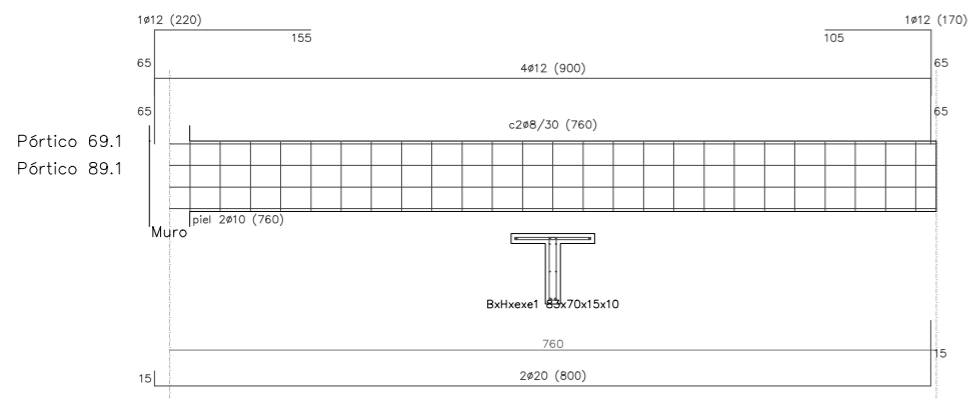




esc. 1/75m

Forjado  
Nivel 1. Cota: +3,42 m.  
Material predominante: HA25

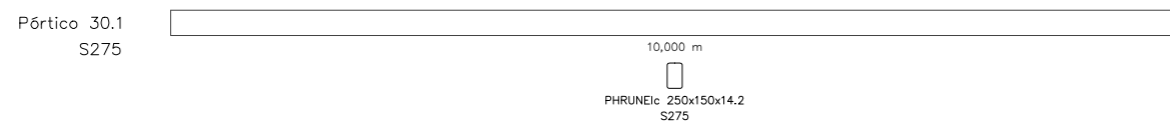
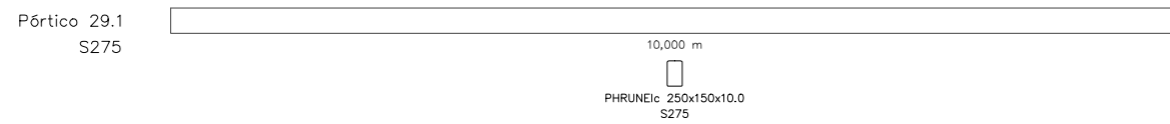
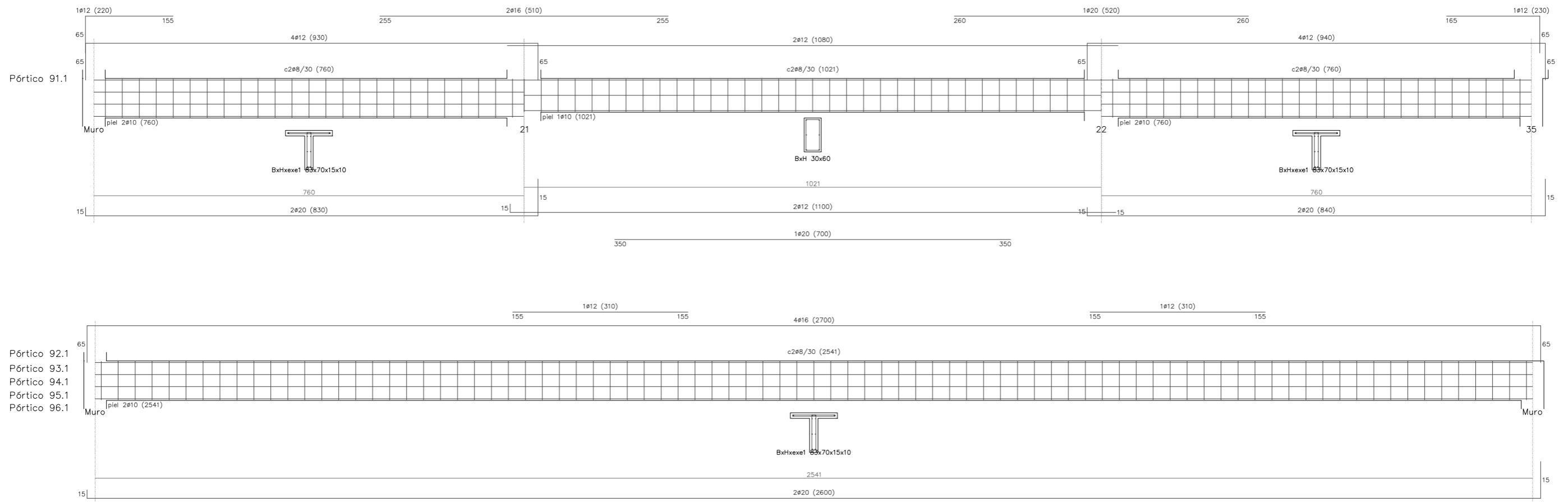




esc. 1/75m

Forjado  
Nivel 1. Cota: +3,42 m.  
Material predominante: HA25

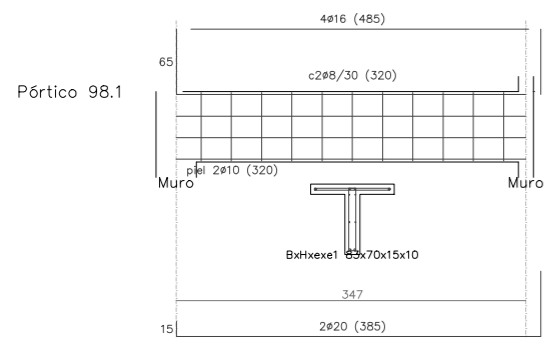
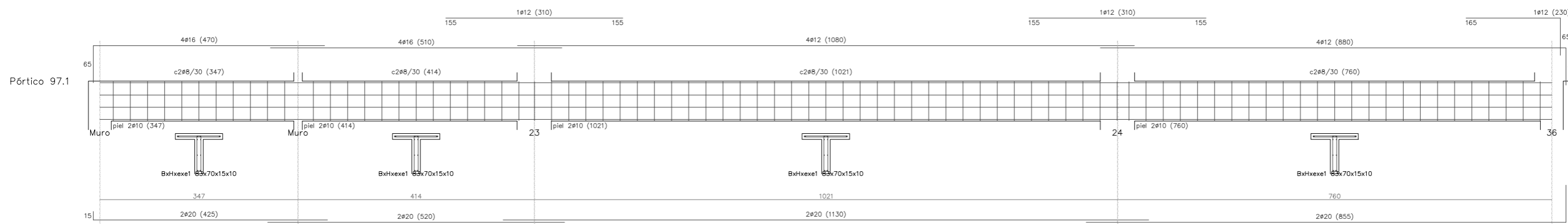




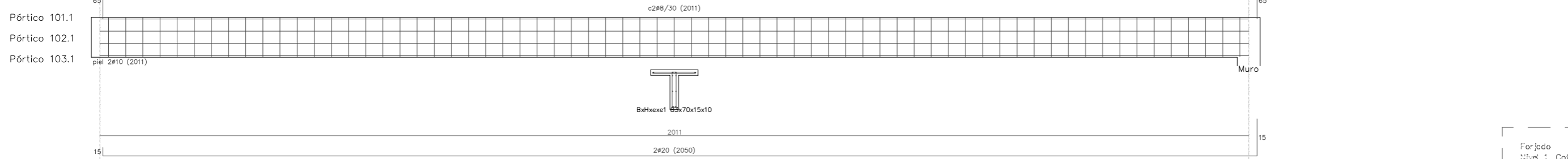
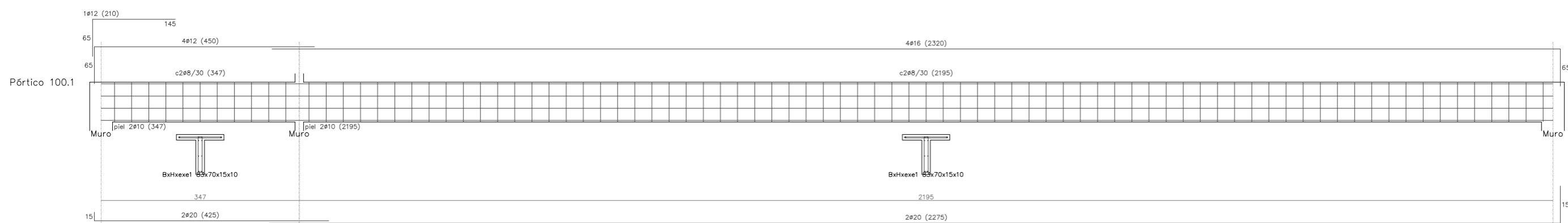
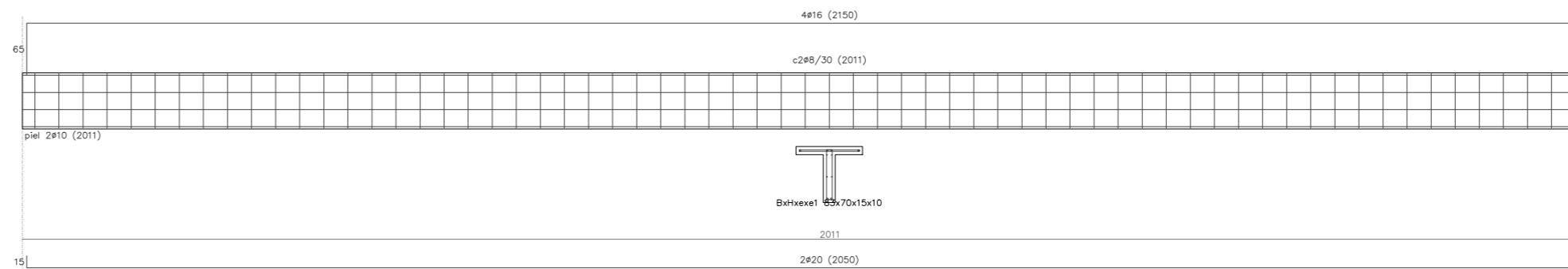
esc. 1/75m

Forjado  
 Nivel 1. Cota: +3,42 m.  
 Material predominante: HA25





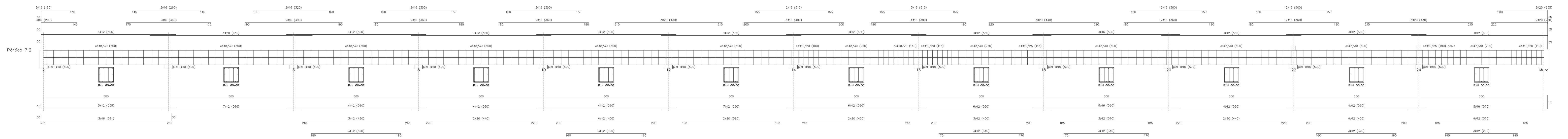
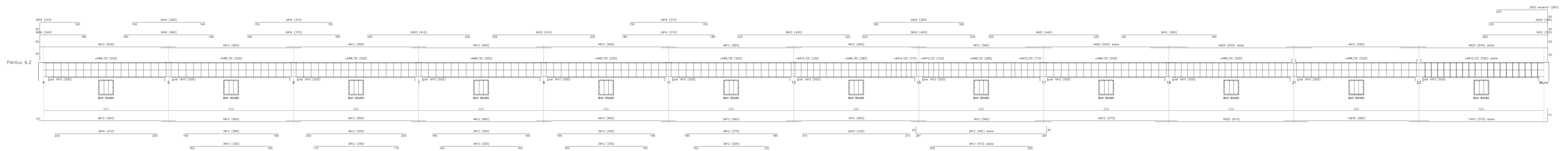
Pórtico 99.1



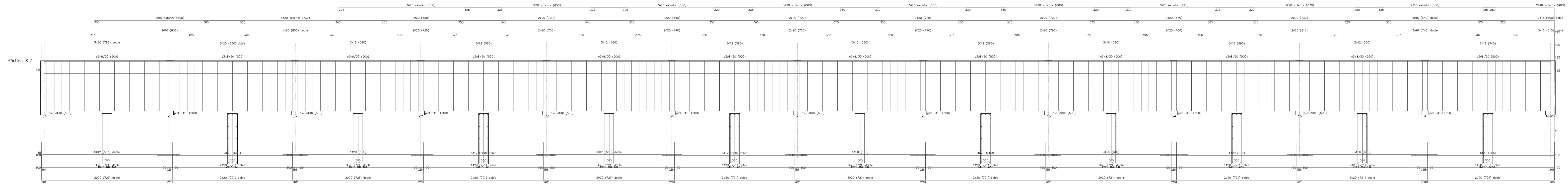
esc. 1/75m

Forjado  
Nivel 1. Cota: +3,42 m.  
Material predominante: HA25

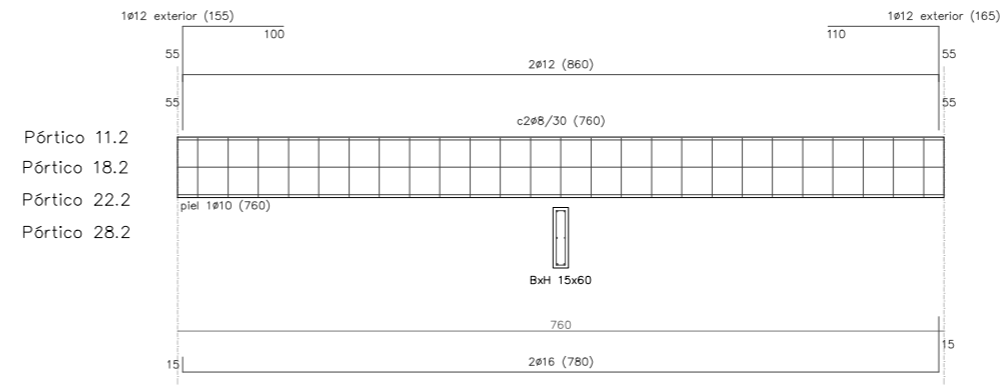
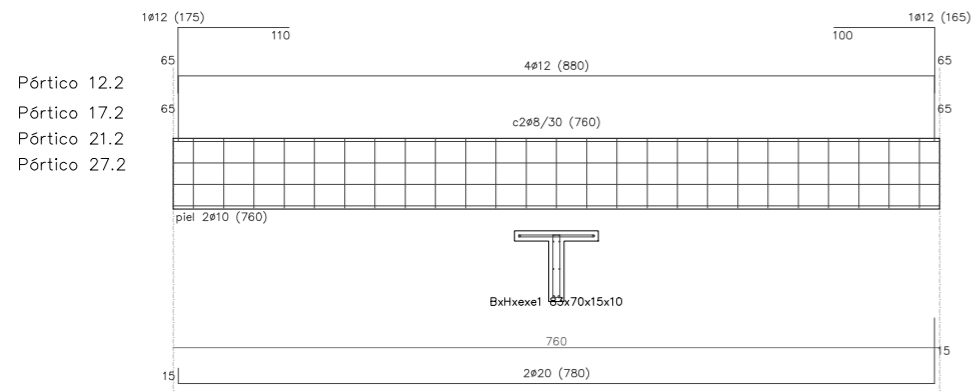
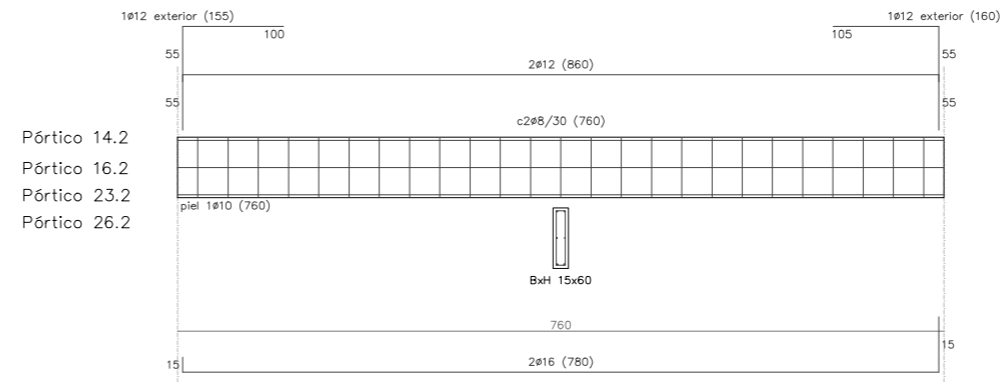
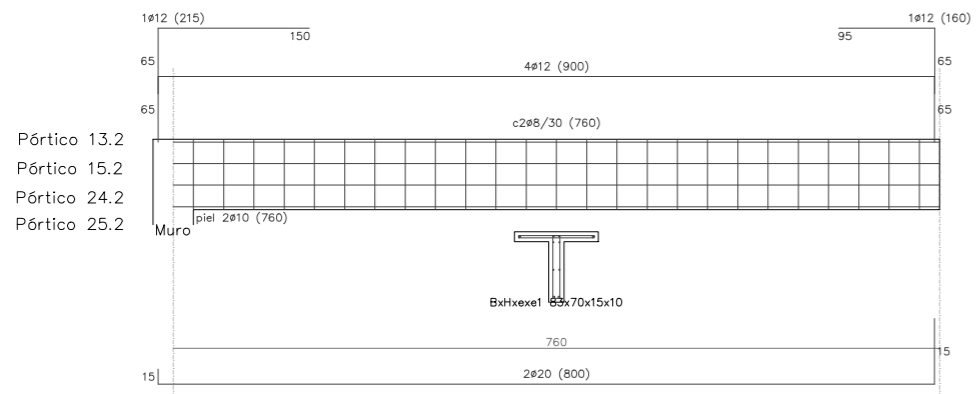
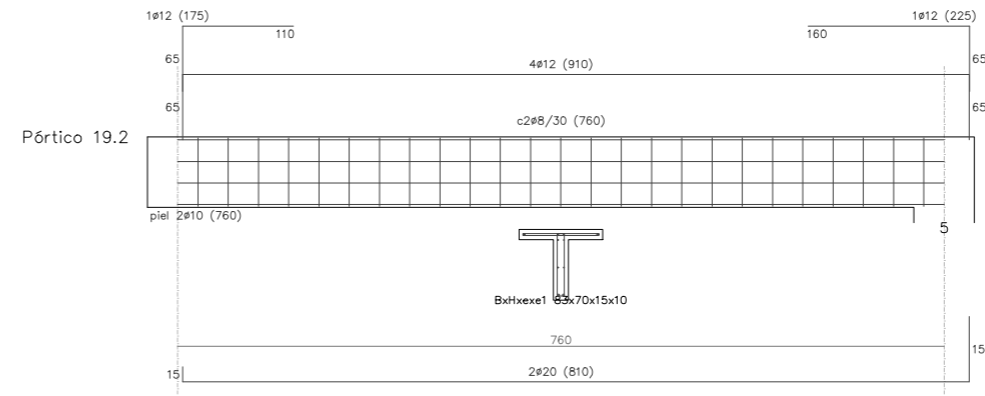
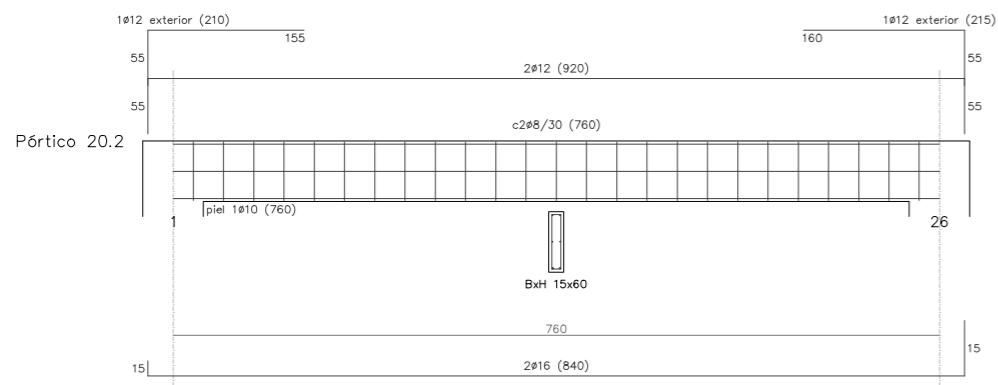
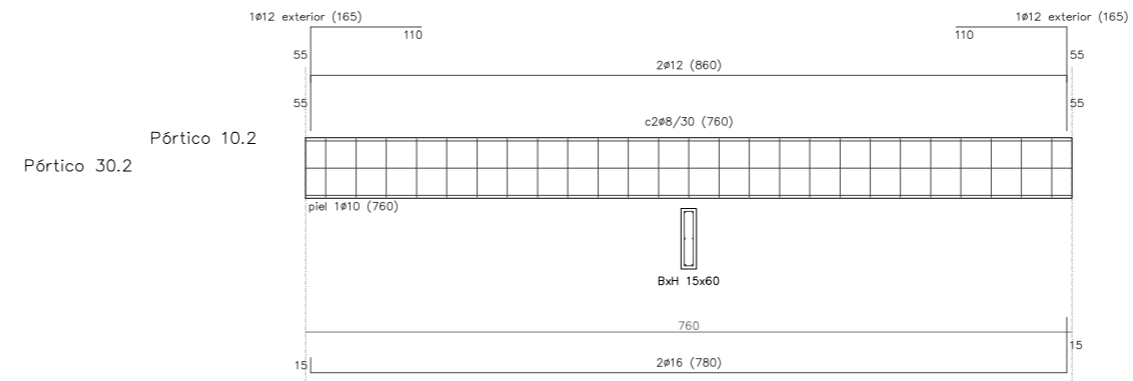
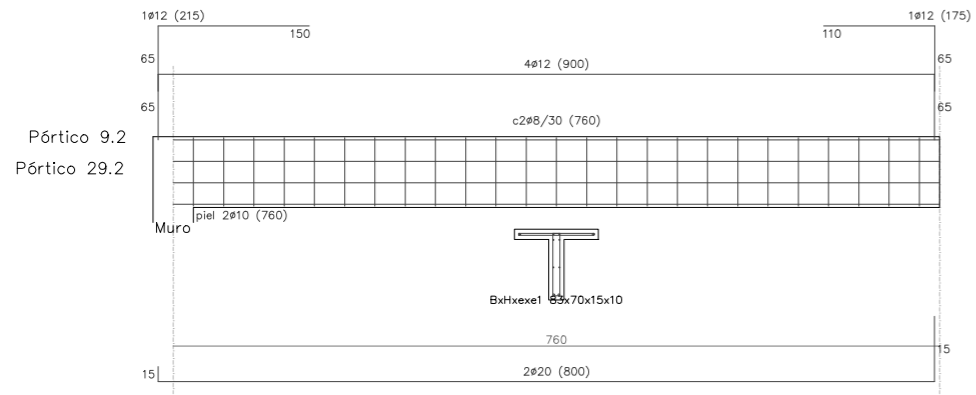








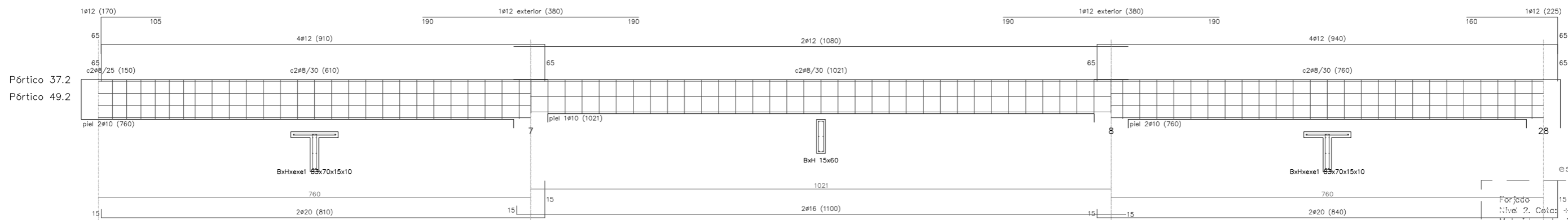
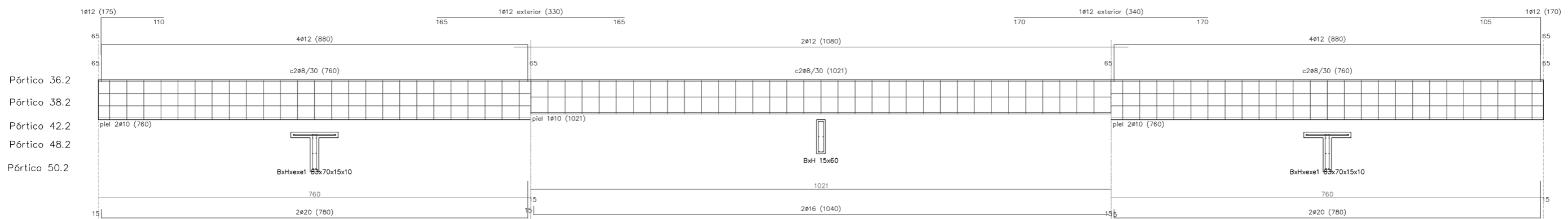
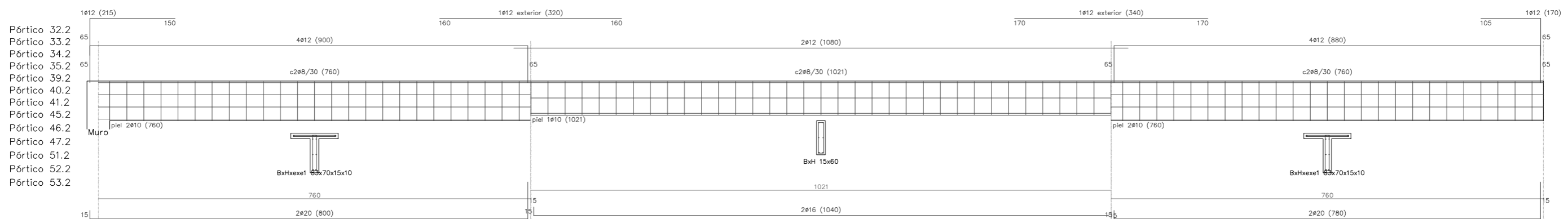
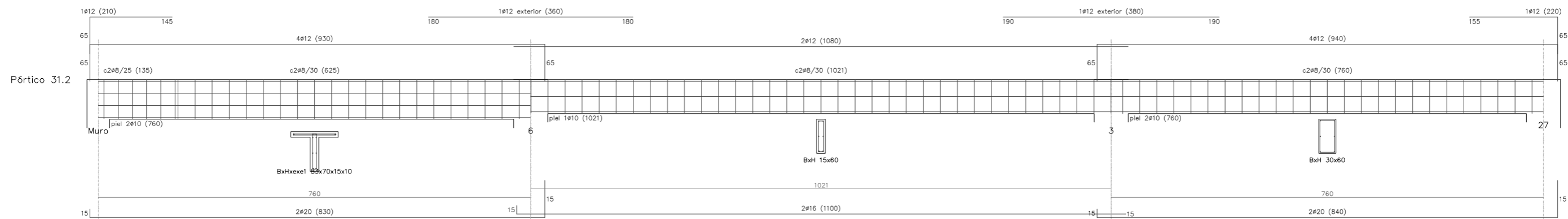




esc. 1/75m

Forjado  
Nivel 2. Cota: +7,50 m.  
Material predominante: HA25

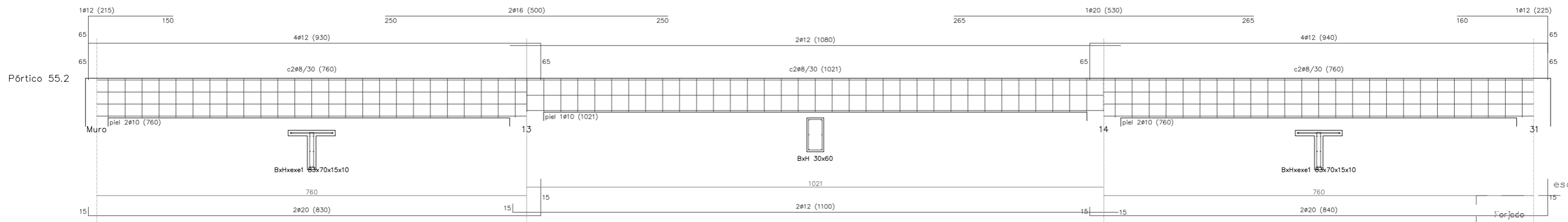
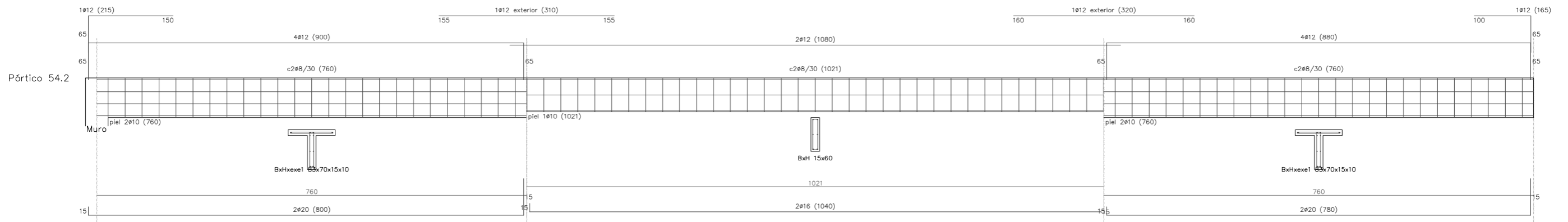
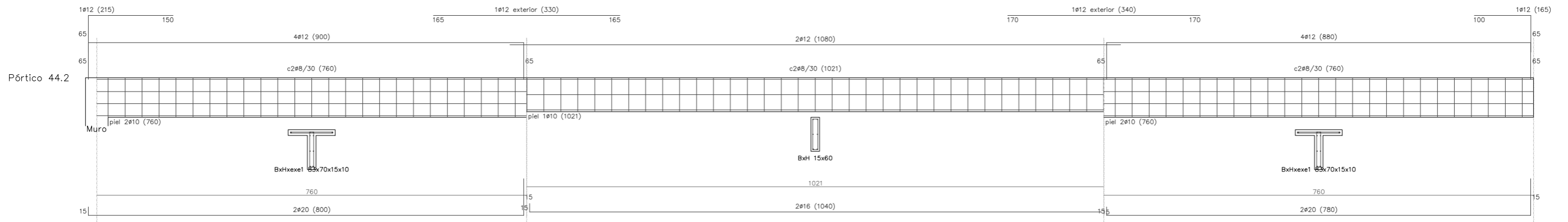
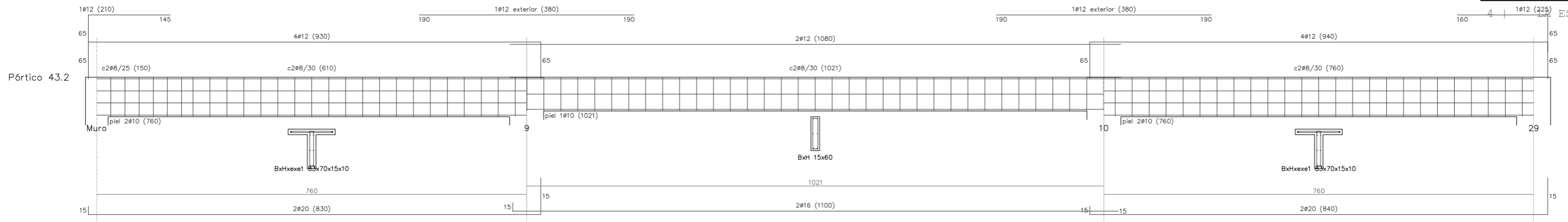




esc. 1/75m

Forjado  
Nivel 2. Cota: +7,50 m.  
Material predominante: HA25

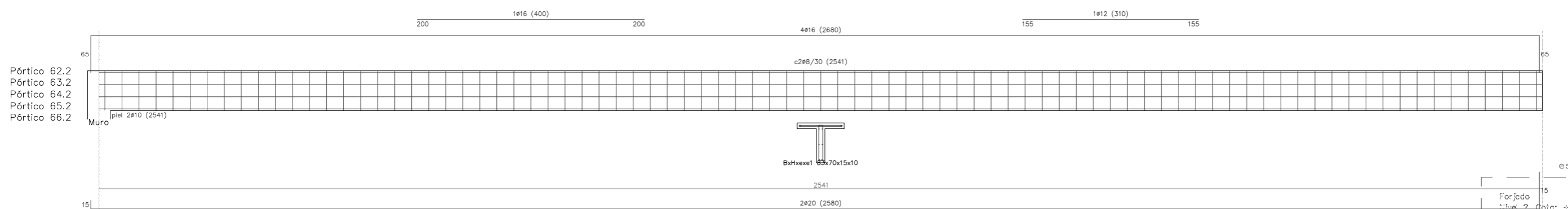
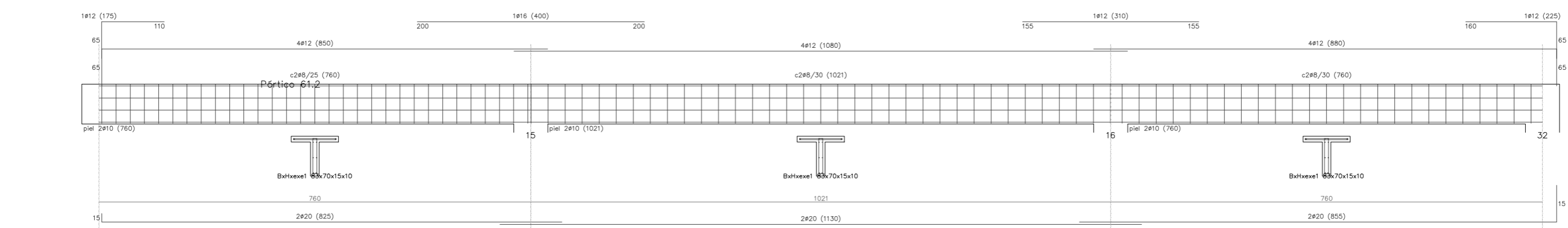
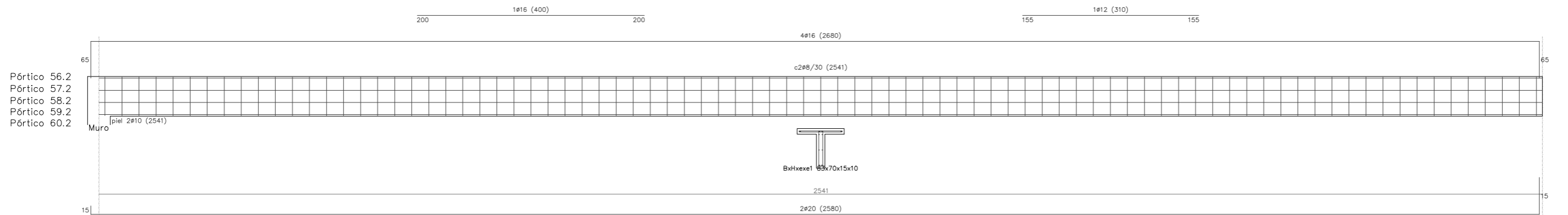
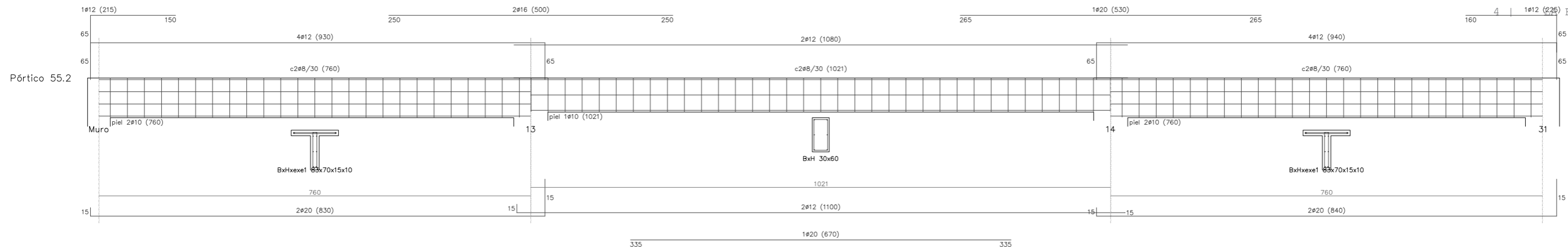




esc. 1/75m

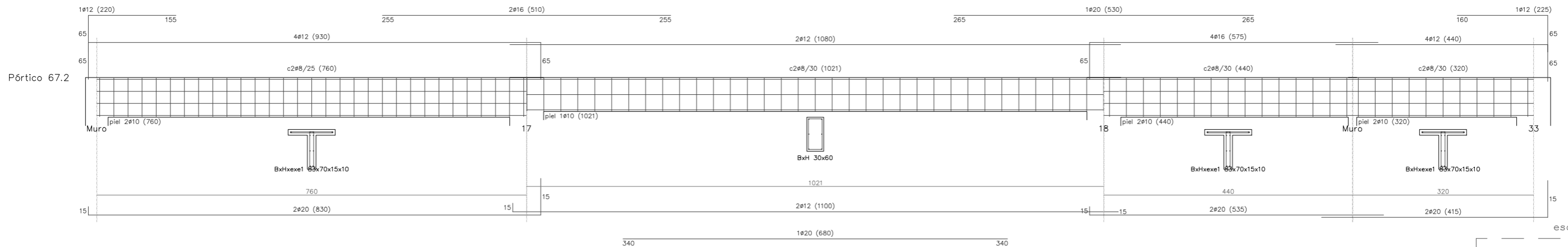
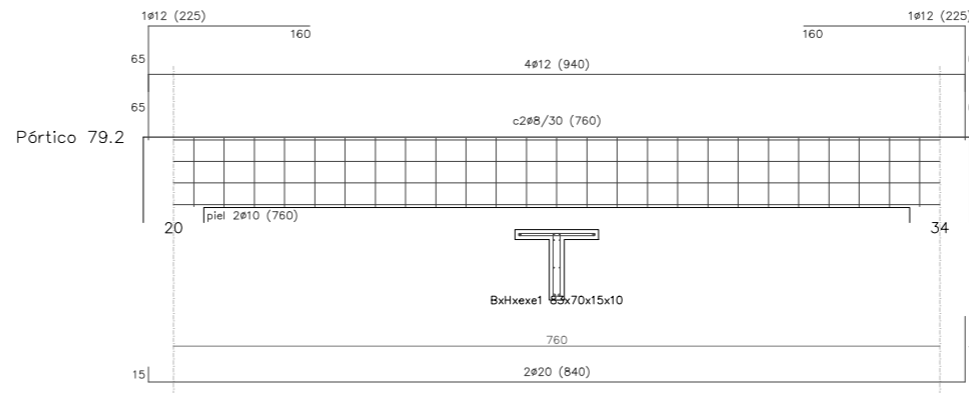
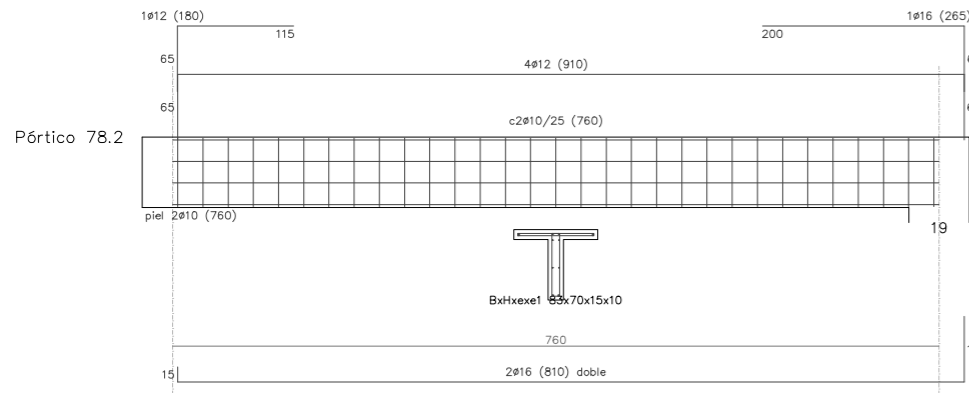
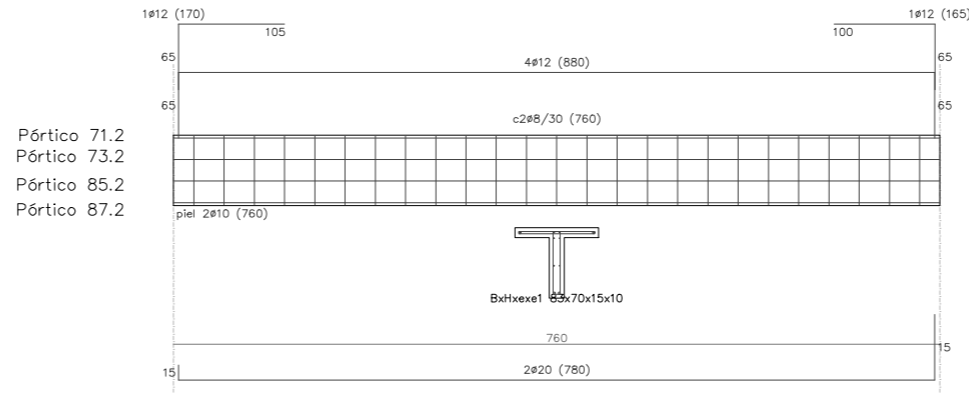
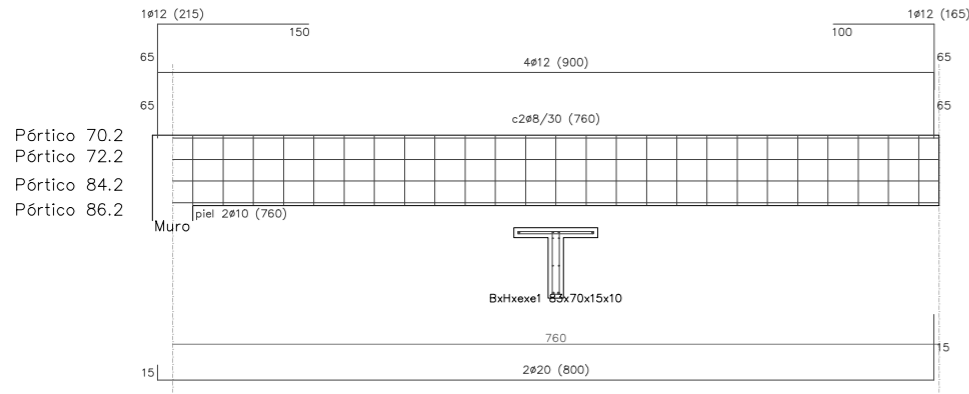
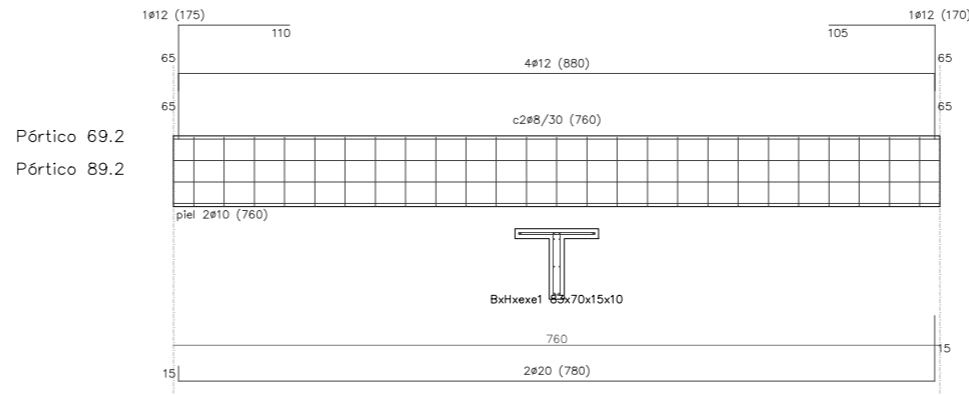
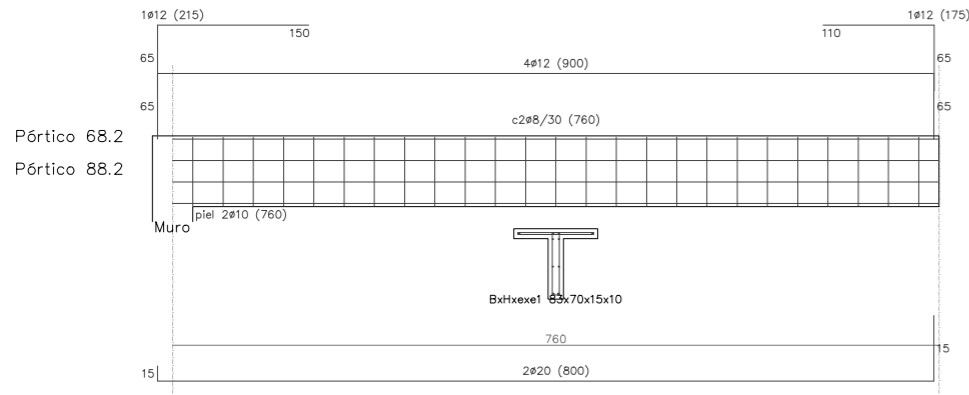
Nivel 2. Cota: +7,50 m.  
Material predominante: HA25





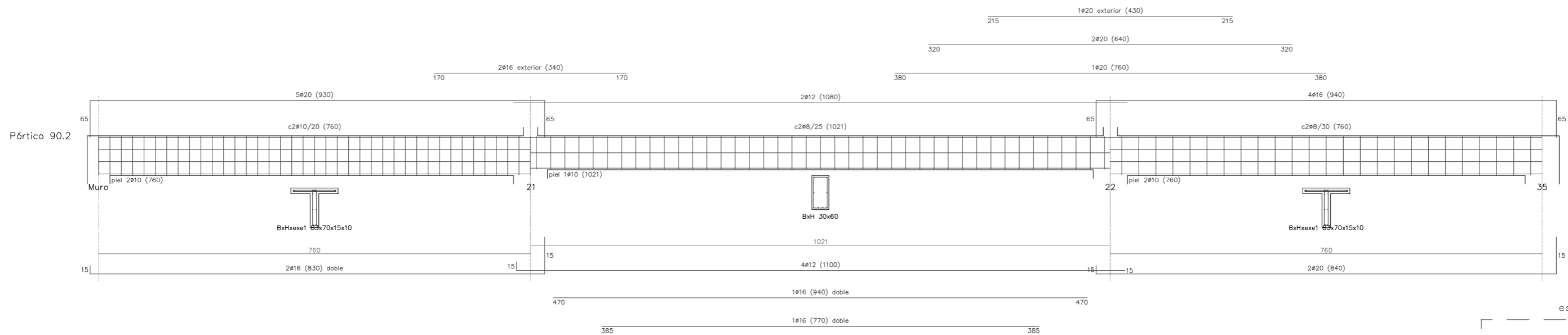
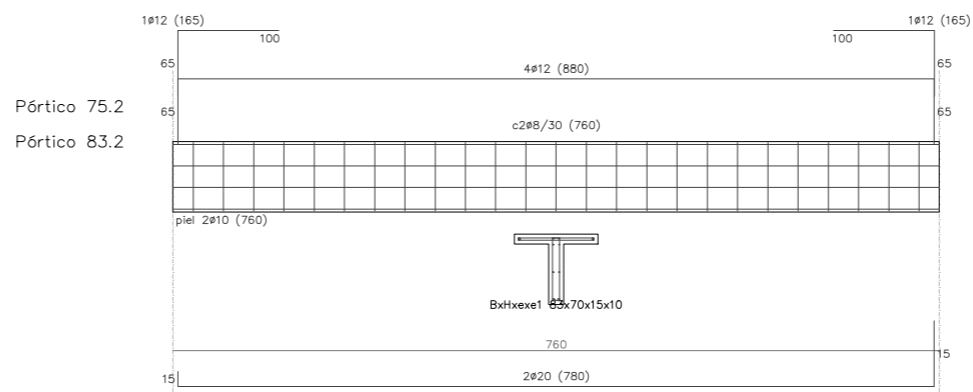
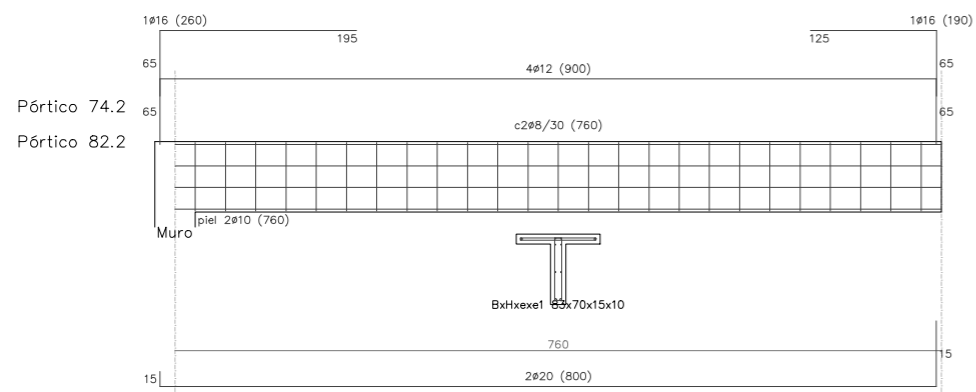
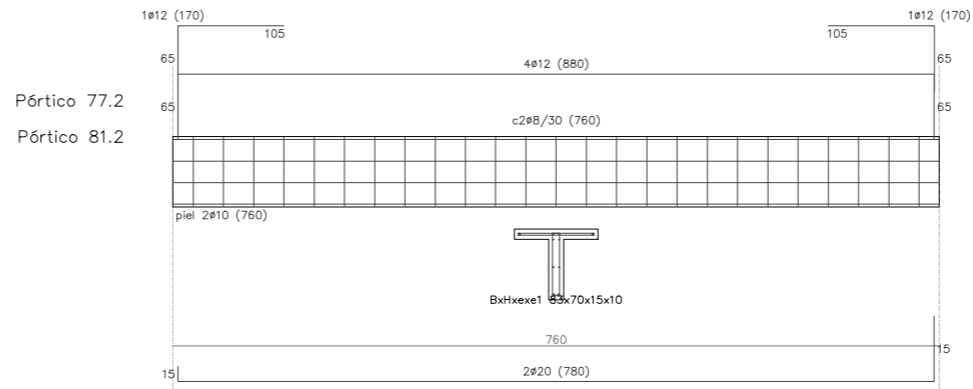
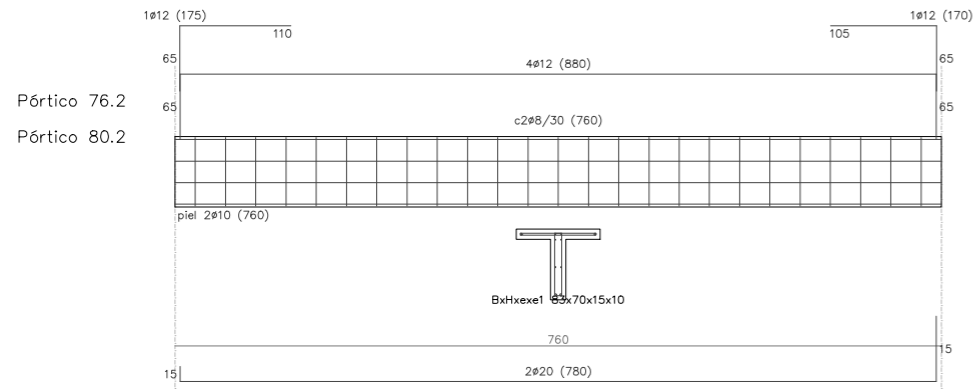
esc. 1/75m  
Forjado Nivel 2. Cota: +7,50 m.  
Material predominante: HA25





Forjado  
Nivel 2. Cota: +7,50 m.  
Material predominante: HA25

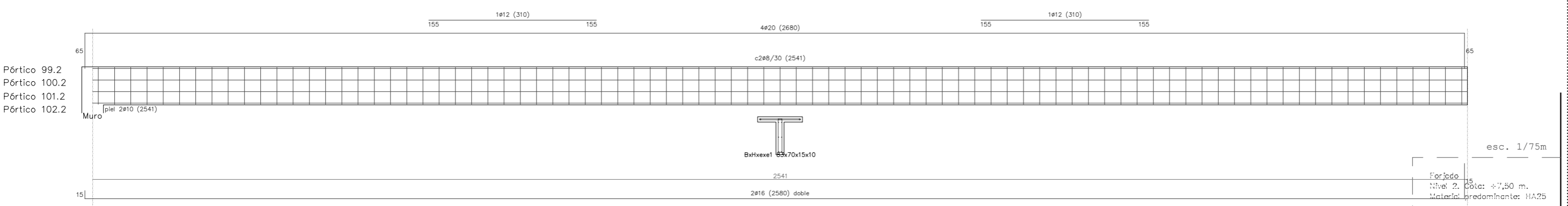
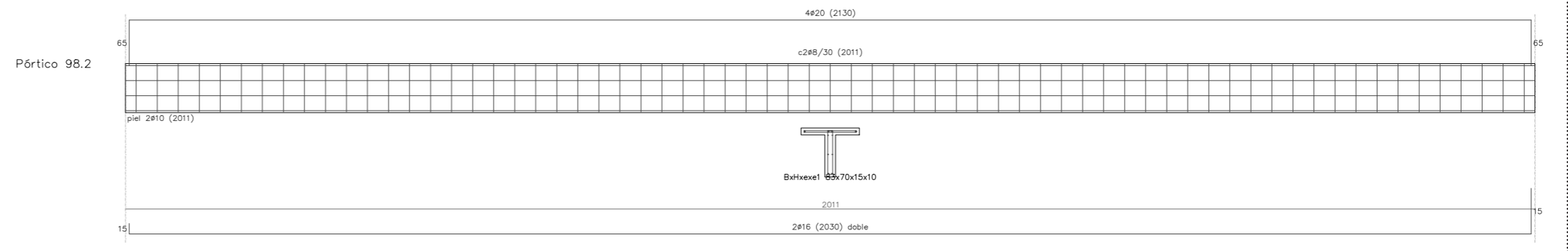
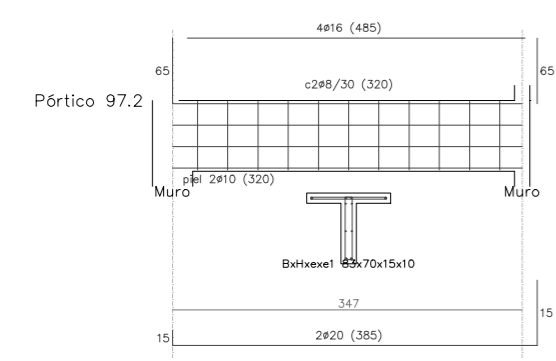
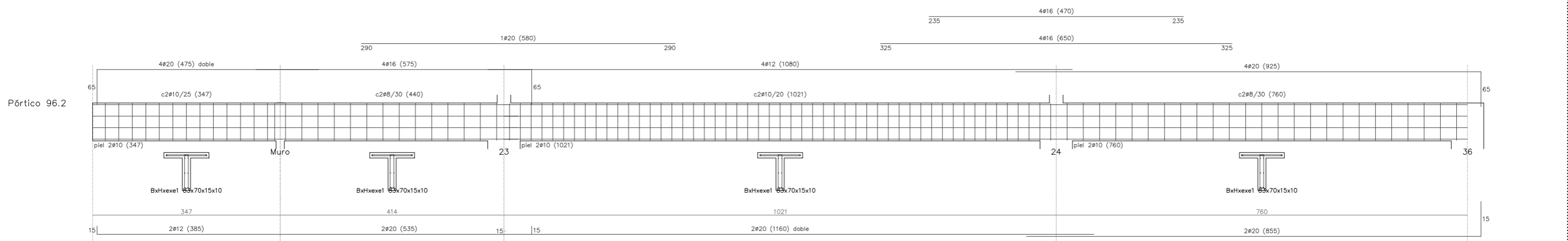
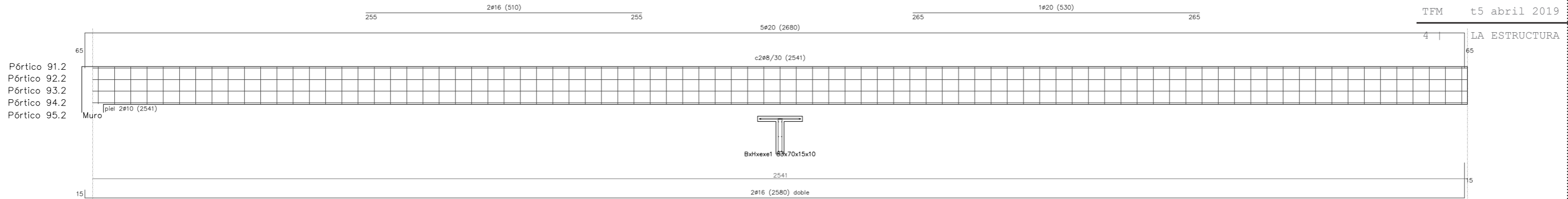




esc. 1/75m

Forjado  
Nivel 2. Cota: +7,50 m.  
Material predominante: HA25



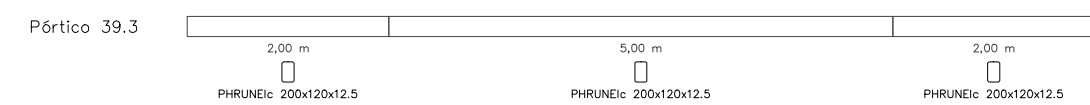
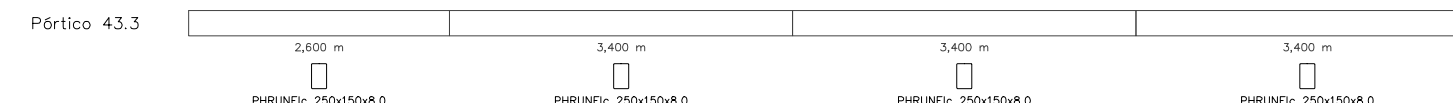
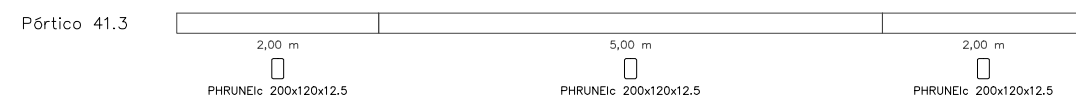
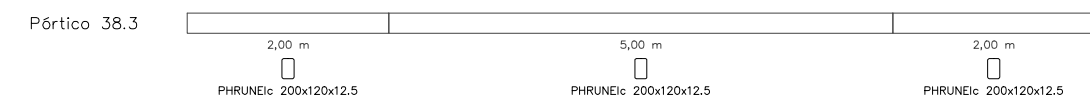
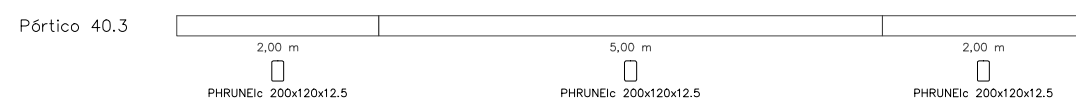
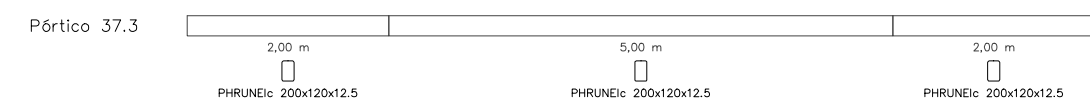


esc. 1/75m

Forjado  
Nivel 2. Cota: +7,50 m.  
Material predominante: HA25

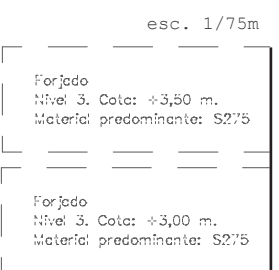
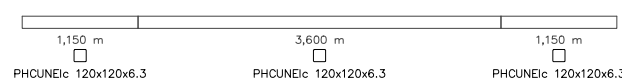


Cubierta del refugio



























































Cubierta de la marquesina

Todos los pórticos transversales de la marquesina

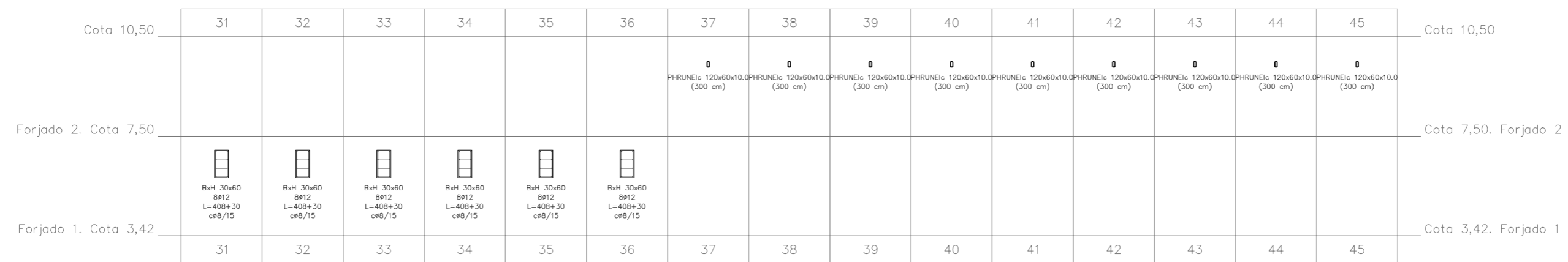
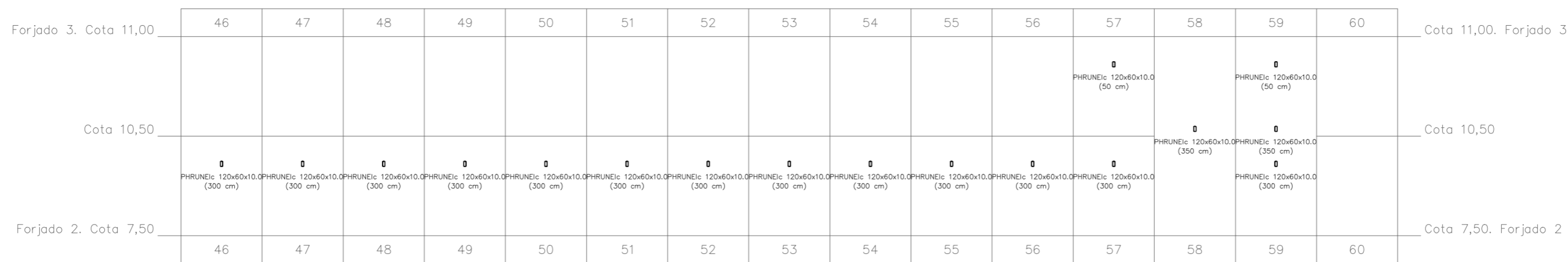
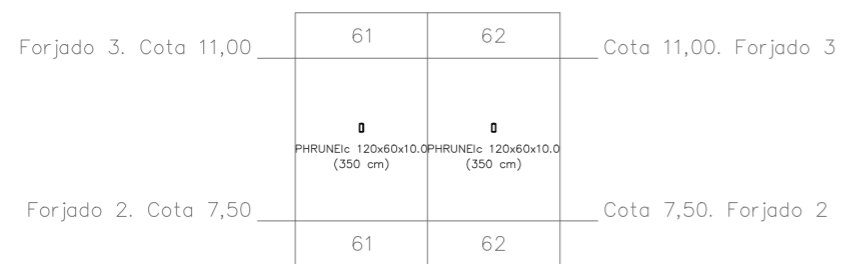




Forjado 3. Cota 11,00	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	Cota 11,00. Forjado 3
						 PHRUNE/c 120x60x10.0 (350 cm)	 PHRUNE/c 120x60x10.0 (350 cm)	 PHRUNE/c 120x60x10.0 (350 cm)	 PHRUNE/c 120x60x10.0 (350 cm)							
Forjado 2. Cota 7,50																Cota 7,50. Forjado 2
Forjado 1. Cota 3,42	 BxH 30x60 ø12 L=408+30 cø8/15	 BxH 30x60 ø12 L=408+30 cø8/15	 BxH 30x60 ø12 L=408+30 cø8/15	 BxH 30x60 ø12 L=408+30 cø8/15	 BxH 30x60 ø12 L=408+30 cø8/15	 BxH 30x60 ø12 L=408+60 cø8/20	 BxH 30x60 ø12 L=408+30 cø8/15	 BxH 30x60 ø16 L=408+40 cø8/20	 BxH 30x60 ø16 L=408+40 cø8/20	 BxH 30x60 ø12 L=408+30 cø8/15	 BxH 30x60 ø12 L=408+30 cø8/15	 BxH 30x60 ø12 L=408+30 cø8/15	 BxH 30x60 ø12 L=408+30 cø8/15	 BxH 30x60 ø12 L=408+30 cø8/15	 BxH 30x60 ø12 L=408+30 cø8/15	Cota 3,42. Forjado 1
Cota 0,00	 BxH 30x60 ø12 L=342+30 cø8/15	 BxH 30x60 ø12 L=342+30 cø8/15	 BxH 30x60 ø12 L=342+30 cø8/15	 BxH 30x60 ø12 L=342+30 cø8/15	 BxH 30x60 ø12 L=342+30 cø8/15	 BxH 30x60 ø12 L=342+30 cø8/15	 BxH 30x60 ø12 L=342+30 cø8/15	 BxH 30x60 ø12 L=342+30 cø8/15	 BxH 30x60 ø12 L=342+30 cø8/15							Cota 0,00
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	

Forjado 2. Cota 7,50	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Cota 7,50. Forjado 2
Forjado 1. Cota 3,42	 BxH 30x60 ø12 L=408+30 cø8/15	 BxH 30x60 ø12 L=408+30 cø8/15	 BxH 30x60 ø12 L=408+30 cø8/15	 BxH 30x60 ø12 L=408+40 cø8/20	 BxH 30x60 ø12 L=408+30 cø8/15	 BxH 30x60 ø12 L=408+30 cø8/15	 BxH 30x60 ø12 L=408+30 cø8/15	 BxH 30x60 ø12 L=408+30 cø8/15	 BxH 30x60 ø12 L=408+30 cø8/15	 BxH 30x60 ø12 L=408+30 cø8/15	 BxH 30x60 ø12 L=408+30 cø8/15	 BxH 30x60 ø12 L=408+30 cø8/15	 BxH 30x60 ø12 L=408+30 cø8/15	 BxH 30x60 ø12 L=408+30 cø8/15	 BxH 30x60 ø12 L=408+30 cø8/15	Cota 3,42. Forjado 1
Cota 0,00	 BxH 30x60 ø12 L=342+30 cø8/15		 BxH 30x60 ø16 L=342+30 cø10/5		 BxH 30x60 ø12 L=342+30 cø8/15	 BxH 30x60 ø12 L=342+30 cø8/15	 BxH 30x60 ø12 L=342+30 cø8/15	 BxH 30x60 ø12 L=342+30 cø8/15	 BxH 30x60 ø12 L=342+30 cø8/15	 BxH 30x60 ø12 L=342+30 cø8/15	 BxH 30x60 ø12 L=342+30 cø8/15	 BxH 30x60 ø12 L=342+30 cø8/15	 BxH 30x60 ø12 L=342+30 cø8/15	 BxH 30x60 ø12 L=342+30 cø8/15	 BxH 30x60 ø12 L=342+30 cø8/15	Cota 0,00
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	





## LAS INSTALACIONES

Las instalaciones nacen desde unos cuartos con ventilación y acceso permanente en la zona de acceso a la estación. Desde aquí discurren ocultas por un armario perimetral que recorre todo el edificio dotándolo de una buena climatización, agua, o luz artificial donde sea necesario.

El elemento más característico de la propuesta es el forjado de nervios in situ y por tanto se evita ocultarlo en todo caso, así las instalaciones se extenderán por los puntos menos accesibles a través de un suelo técnico que abastecerá las dos plantas del centro cultural. Exceptuando las luminarias que quedarán vistas en el techo, ayudando gracias a su posición a reconocer los espacios.

Se asegura una iluminación y ventilación natural gracias a los dos patios que vertebran la planta, creando estos una especie de microclima mediante la vegetación localizada en los mismos.



## CTE DB-HS4

### SUMINISTRO DE AGUA FRÍA Y AGUA CALIENTE SANITARIA

#### 1. Descripción general de la instalación de Agua Fría

El esquema de la instalación es de red con tres contadores generales correspondientes con cada uno de los usos del conjunto, es decir, el centro cultural, la estación y el centro de información y turismo. Está compuesto por las siguientes partes:

- Acometida: Enlaza la instalación general del edificio con la Red General de distribución.
- Instalación interior general: Formada por el contador general.
- Derivaciones interiores: Conjunto de conductos verticales (montantes) y horizontales que abastecen las tomas de agua, siempre disponiéndose en el suelo técnico a lo largo de la circulación, que tiene el espacio necesario. Los espacios que requieren suministro de AF son: la cocina, los aseos y el camerino del salón de actos.

#### 2. Descripción de los elementos que componen la instalación de Agua Fría

##### 2.1 Acometida o derivación:

Enlaza la instalación general del edificio con la Red General de distribución. La derivación de la acometida del centro cultural se encuentra en el cuarto de contadores ubicado en el acceso al edificio por la calle Constitución, mientras que el centro de información y turismo tiene su propia derivación ubicada en una hornacina en fachada. Se requieren tres llaves en este tramo de la instalación:

- Llave de toma, junto al módulo de agua de la tubería general.
- Llave de registro, en la acera y junto a la línea de fachada, en la calle Constitución.
- Llave de corte general, ubicada en la parte interior del edificio, en la zona de instalaciones y alojada en una cámara impermeabilizada.

##### 2.2 Instalación interior general

El contador del centro cultural se alojará en un armario en el cuarto de contadores ubicado en el acceso al edificio por la calle Constitución y estará dotado de iluminación eléctrica y desagüe. En el edificio de información y turismo se situará en el muro de fachada y por tanto sólo será necesario dotarlo de iluminación eléctrica. En esta hornacina también se dispondrá:

- a. Llave de corte general
- b. Válvula de retención que impida que el agua pueda retornar desde el edificio a la red general
- c. Llave de comprobación
- d. Llave de salida, que da paso al tubo de alimentación.

No es necesario un equipo de bombeo, puesto que al estar construido el edificio en planta sótano y baja, la presión se supone suficiente para abastecer todas las tomas de agua. Por tanto el agua directamente pasará a las derivaciones interiores, desde el contador.

#### 2.3 Derivaciones interiores

Estas discurren por el suelo técnico, cuando son canalizaciones horizontales, ya que este está instalado en toda la superficie de planta baja del edificio. Las conducciones de cada toma de agua se ubican en el interior de los tabiques de PYL para zonas húmedas. Los montantes que bajan para abastecer los aseos de planta sótano del centro cultural, se encuentran en un patinillo que atraviesa el forjado en el cuarto de limpieza de la zona húmeda. En cada local húmedo se dispone una llave de corte que reúna todos los aparatos.

#### 3. Descripción de la instalación de Agua Caliente Sanitaria

La demanda de agua caliente sanitaria se limita a los grifos del núcleo de aseos de planta baja y sótano en el centro cultural, a los grifos del vestuario de planta sótano y a los grifos de la cafetería en planta baja. Así como a los grifos del aseo del centro de información y turismo en planta primera. Esta demanda energética se resuelve mediante un calentador eléctrico instantáneo situado en cada núcleo húmedo. Las características de este se explican en la siguiente ficha técnica:

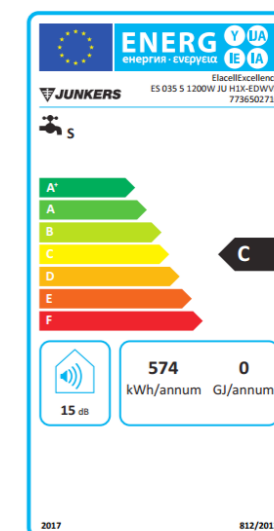


**ElacellExcellence**  
ES 035 5 1200W JU H1X-EDWVB  
7736502710

Las indicaciones corresponden a los requisitos de los Reglamentos (UE) 812/2013 y (EU) 814/2013.

Datos del producto	Símbolo	Unidad	7736502710
Clases de eficiencia energética			-
Clase de eficiencia energética de caldeo de agua			C
Emisión de óxido de nitrógeno (solo para gas o gasóleo)	NO <sub>x</sub>	mg/kWh	0
Nivel de potencia acústica interior	L <sub>WA</sub>	dB	15
Perfil de carga declarado			S
Otros perfiles de carga			-
Consumo diario de electricidad (condiciones climáticas medias)	Q <sub>elec</sub>	kWh	2,736
Consumo anual de electricidad	AEC	kWh	574
Consumo anual de electricidad (otros perfiles de carga, condiciones climáticas medias)	AEC	kWh	-
Eficiencia energética de caldeo de agua	η <sub>wh</sub>	%	32
Eficiencia energética de caldeo de agua (otros perfiles de carga)	η <sub>wh</sub>	%	-
Consumo diario de combustible	Q <sub>fuel</sub>	kWh	0,000
Consumo anual de combustible	AFC	GJ	0
Consumo anual de combustible (otros perfiles de carga)	AFC	GJ	-
Agua mixta a 40 °C	V40	l	40
Agua mixta a 40 °C (otros perfiles de carga)	V40	l	-
Volumen de almacenamiento	V	l	35,0
Consumo de energía anual (condiciones climáticas medias)	AEC	kWh	-
Indicaciones para prestación de funcionamiento fuera de los periodos de punta			no
Consumo semanal de combustible con controles inteligentes	Q <sub>fuel,week,smart</sub>	kWh	-
Consumo semanal de electricidad con controles inteligentes	Q <sub>elec,week,smart</sub>	kWh	-
Consumo semanal de combustible sin controles inteligentes	Q <sub>fuel,week</sub>	kWh	-
Consumo semanal de electricidad sin controles inteligentes	Q <sub>elec,week</sub>	kWh	-
¿Controles inteligentes activados?			no
Ajustes del control de temperatura (estado de suministro)	T <sub>set</sub>	°C	55
Volumen de almacenamiento no solar (Vbu)	Vbu	l	-

Medidas específicas para la instalación y el mantenimiento así como el reciclaje y/o eliminación de residuos constan en el manual de instalación y de funcionamiento. Leer y cumplir con lo indicado en el manual de instalación y de funcionamiento.



## CTE DB-HS5

### SANEAMIENTO. EVACUACIÓN DE AGUAS PLUVIALES Y RESIDUALES

#### 1. Descripción general del sistema

Se proyecta un sistema separativo constituido por dos redes independientes para la evacuación de aguas residuales y pluviales. Esta división permite una mejor adecuación a un proceso posterior de depuración, la posibilidad de un dimensionamiento estricto de cada conducción y además, evita las sobrepresiones en las bajantes de residuales para intensidades de lluvia mayores a las previstas.

Se considera que la red de alcantarillado también es separativa, encontrándose por encima de la red horizontal de recogida de aguas de la planta sótano del edificio, de modo que será necesaria la previsión de un pozo de bombeo para la evacuación forzada de dicha planta, tanto en el caso de evacuación de las aguas residuales como de las aguas pluviales recogidas en los patios.

Por tanto, se intenta llevar por gravedad todas las aguas que sea posible al alcantarillado general, dejando para el pozo de reunión de la bomba solamente las aguas de la planta inferior a la cota del colector, es decir, la planta sótano. Para asegurar el correcto funcionamiento del sistema en caso de avería, se colocan tres grupos de bombeo inundables, dos para aguas residuales y uno para aguas pluviales, teniendo instalado el de pluviales dos bombas en paralelo para que al menos una de ellas esté en funcionamiento siempre que se requiera.

El conjunto del sistema está enterrado en el armario auxiliar del núcleo húmedo. Se construye una arqueta de reunión previa al pozo de la estación de bombeo de forma que permita que el caudal de aguas afluya sin turbulencias, permitiendo un óptimo funcionamiento del grupo.

#### 2. Aguas Residuales

La red de saneamiento estará formada por los siguientes elementos:

- Desagües y derivaciones de los aparatos sanitarios de los locales húmedos: el trazado tendrá una pendiente superior al 2% y la distancia máxima a la bajante será de 4 metros, el desagüe de los inodoros a las bajantes se realizará por medio de un manguetón de acometida de longitud igual o menor a 1 metro.
- Bajantes verticales a las que acometen las anteriores derivaciones
- Sistema de ventilación: por tratarse de una zona del edificio únicamente con planta baja y planta sótano, se considera excesivo prolongar las bajantes en 2 metros por encima de la cubierta. Para resolver el problema de la ventilación se prolongan las bajantes hasta la cubierta, sin sobrepasarla, y se colocan válvulas de aireación tanto para ventilación primaria como secundaria, que se encargan de dejar pasar aire a las bajantes cuando se produce una subpresión, evitando que se vacíen los sifones de los aparatos sanitarios y por tanto la salida de los malos olores al exterior.
- Red de colectores horizontales colgados con pendiente mayor del 2%, situados en el suelo técnico de la planta baja y red de colectores y arquetas enterrados con pendiente mayor del 2%, situados en planta sótano.
- Grupo de bombeo en planta sótano que conduce a través de una bajante las aguas residuales hasta la red de colectores horizontales colgados de la planta superior.
- Conexión con la red de saneamiento pública, dividiéndose el edificio en dos zonas que por proximidad conducirán las aguas a la red de la calle Constitución o a la red de la calle Valencia. Antes de dicha conexión se construye una arqueta general.

#### 3. Aguas pluviales

La cubierta de la propuesta se concibe como la extensión de las calles Valencia y Constitución o se convierte directamente en el andén de espera del tren, así que realmente funciona como un amplio espacio público que va acotando zonas con usos y necesidades distintas. Por lo tanto, en cada uno de estos lugares

se intenta diseñar un sistema de recogida de pluviales que tenga en cuenta el uso de los espacios y su funcionamiento, como se explica en las láminas adjuntas.

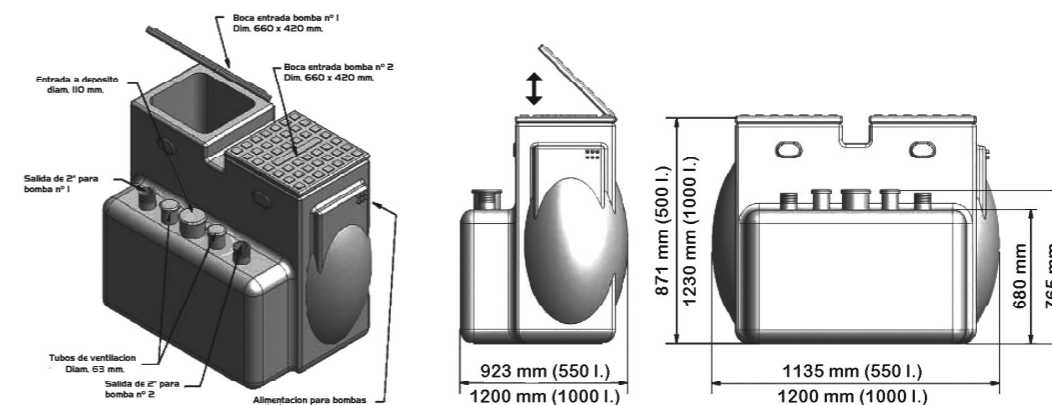
Se utilizan sumideros puntuales o lineales ocultos, y se llevan las aguas con colectores horizontales colgados al 1% por los armarios técnicos situados en todo el perímetro de planta baja o por el falso techo de la cubierta y el suelo técnico de planta baja hasta los núcleos húmedos existentes.

Por lo que refiere a los patios situados en planta sótano, estos se construyen con un pavimento filtrante que evacuará el agua de forma natural. En caso de que esto no fuera suficiente al alcanzar el nivel de pluviales un volumen considerable en periodos cortos tiempo, se instalará también un sumidero lineal oculto, desde este se conducirán las aguas a través de colectores enterrados hasta el grupo de bombeo que las conducirá hasta la red general de la planta superior.

El agua recogida en la cubierta del refugio se conduce por un canalón situado en la zona central de la misma hasta una bajante situada en el interior de la fachada que lleva las aguas hasta uno de los armarios de instalaciones del perímetro. Mientras que por el contrario, el agua recogida en la marquesina se conduce y se deja caer libremente, bien en la cubierta, bien sobre las vías.

Del mismo modo que para las aguas residuales, la conexión de aguas pluviales con la red de saneamiento pública, divide el edificio en dos zonas que por proximidad conducirán las aguas a la red de la calle Constitución o a la red de la calle Valencia. Antes de dicha conexión se construye una arqueta general

La evacuación de las aguas de la cubierta del centro de información y turismo se conduce a través de un canalón lineal situado perimetralmente en la cornisa del edificio, este lleva el agua hasta 2 bajantes diferentes, situadas en dos de las esquinas del edificio.



Modelo Model Modèle	Modelo Model Modèle	Volumen Volume	P <sub>2</sub>		I (A) 1~ 230V	r.p.m	Cable eléctrico Electric cable Câble électrique	Ø Sólidos Solides Solides (mm)
			kW	CV				
HASA-FOS 170/4	MINIPAF M-4 D	170 l.	0,37	0,5	3,3	2850	5m. H07RN-F 3x1mm <sup>2</sup>	25
HASA-FOS 170/7	MINIPAF M-7 D	170 l.	0,55	0,75	4,1	2850	10m. H07RN-F 3x1mm <sup>2</sup>	35
HASA-FOS 170/10	MINIPAF M-10 D	170 l.	0,75	1	4,3	2850	10m. H07RN-F 3x1mm <sup>2</sup>	35
HASA-FOS 170/15	MINIPAF M-15 D	170 l.	1,1	1,5	7,5	2850	10m. H07RN-F 3x1mm <sup>2</sup>	45
HASA-FOS 550/4	2 x MINIPAF M-4 D	550 l.	2 x 0,37	2 x 0,5	2 x 3,3	2850	2 x 5m. H07RN-F 3x1mm <sup>2</sup>	25
HASA-FOS 550/7	2 x MINIPAF M-7 D	550 l.	2 x 0,55	2 x 0,75	2 x 4,1	2850	2 x 10m. H07RN-F 3x1mm <sup>2</sup>	35
HASA-FOS 550/10	2 x MINIPAF M-10 D	550 l.	2 x 0,75	2 x 1	2 x 4,3	2850	2 x 10m. H07RN-F 3x1mm <sup>2</sup>	35
HASA-FOS 550/15	2 x MINIPAF M-15 D	550 l.	2 x 1,1	2 x 1,5	2 x 7,5	2850	2 x 10m. H07RN-F 3x1mm <sup>2</sup>	45
HASA-FOS 1000/4	2 x MINIPAF M-4 D	1000 l.	2 x 0,37	2 x 0,5	2 x 3,3	2850	2 x 5m. H07RN-F 3x1mm <sup>2</sup>	25
HASA-FOS 1000/7	2 x MINIPAF M-7 D	1000 l.	2 x 0,55	2 x 0,75	2 x 4,1	2850	2 x 10m. H07RN-F 3x1mm <sup>2</sup>	35
HASA-FOS 1000/10	2 x MINIPAF M-10 D	1000 l.	2 x 0,75	2 x 1	2 x 4,3	2850	2 x 10m. H07RN-F 3x1mm <sup>2</sup>	35
HASA-FOS 1000/15	2 x MINIPAF M-15 D	1000 l.	2 x 1,1	2 x 1,5	2 x 7,5	2850	2 x 10m. H07RN-F 3x1mm <sup>2</sup>	45



## CTE DB-HE y CTE DB-HS3

### CLIMATIZACIÓN Y VENTILACIÓN

#### 1. Sistema de climatización

Se ha escogido un sistema de climatización unitario centralizado para el conjunto del proyecto, tratándose de un sistema de impulsión por conductos inverter con varias unidades interiores y una sola unidad exterior, un sistema multisplit, que suministra tanto calor como frío a las diferentes estancias tanto del centro cultural como también de la estación. Concretamente, se escoge el sistema TOSHIBA Suzuka Inverter 230Y Trifásica con conductos de baja silueta, siendo la unidad interior el modelo RAV-SM1606BTP-E y la unidad exterior el RAV-SP1604AT8-E1.

Las diferentes unidades interiores están ocultas en las zonas donde existe falso techo, mientras que la unidad exterior está ubicada en la zona de instalaciones en un cuarto con ventilación directa al exterior. En cuanto al centro de información y turismo, se sitúa la unidad interior en el falso techo de la zona de los aseos, mientras que la unidad exterior se sitúa en contacto directo con el exterior. Este sistema permite que se regulen las temperaturas según las necesidades de cada espacio, ya que cada uno de ellos dispone de su propio termostato que incluye bien control en pared, bien control programado.

Se han colocado 3 máquinas interiores en la planta sótano, en el falso techo del núcleo de húmedos y en el falso techo de las zonas de almacenamiento del aula polivalente y de la sala de exposiciones. En la planta baja se colocan 2 máquinas interiores, una en el falso techo del núcleo de húmedos y la otra en el cuarto de cuentas y atención al cliente de la estación. Finalmente, se ha colocado un último aparato interior en el falso techo del refugio de la estación, que a diferencia de los demás será un cassette.

Estos aparatos cogen el aire mediante las rejillas de extracción, a través del plenum del falso techo o del armario perimetral de instalaciones para posteriormente impulsarlo en forma de aire climatizado. El aire climatizado se transporta por conductos rectangulares de acero galvanizado de 21x45cm que discurren ocultos por el falso techo o por el armario perimetral de instalaciones dependiendo de las estancias a las que sirvan. En cuanto al edificio de información y turismo se escoge un conducto de acero inoxidable circular de 50cm de diámetro, que irá visto a lo largo de toda la estancia debido a la imposibilidad de climatizar toda el área desde la zona de aseos.

#### 2. Ventilación

Según lo expuesto en el nuevo R.I.T.E., en edificios no residenciales, no es de aplicación lo expuesto en el código técnico de la edificación. Por el contrario, hay que cumplir necesariamente lo indicado en el vigente reglamento, y en concreto, la norma UNEEN 13779.

El Reglamento si bien específicamente no dice en ningún punto que la ventilación haya que realizarla mecánicamente, fija todas las condiciones de tal manera que no sea posible realizar la ventilación natural de ninguna manera. Sin embargo, por tratarse de un ejercicio académico se ha optado por trabajar mecanismos naturales que garanticen el bienestar en el interior a través de rejillas situadas en todas las ventanas, ventilaciones cruzadas y ventanas practicables en todos los tramos acristalados.

Además, el sistema de patios es otra solución de ventilación y tratamiento del aire. Su efecto ambiental consiste en crear un espacio abierto dentro del volumen de un edificio, que genera un microclima específico relativamente controlado y actúa como filtro entre las condiciones exteriores y las interiores. Como otros espacios intermedios el patio no actúa sólo sobre las condiciones térmicas, sino que también tiene efectos lumínicos y acústicos. La existencia de vegetación es también una protección, a la vez que un posible aporte de humedad.



#### Datos físicos de la unidad interior

Unidad interior		RAS-M10SMUV-E*	RAS-M13SMUV-E*	RAS-M16SMUV-E*
Caudal de aire (a/b)	m³/h - l/s	588 - 163	618 - 172	660 - 183
Nivel de presión sonora (a/b)	dB(A)	37/30	38/30	40/31
Nivel de potencia sonora	dB(A)	52	53	55
Caudal de aire (a/b)	m³/h	558 - 432	618 - 432	660 - 450
Nivel de presión sonora (a/b)	dB(A)	37/30	38/30	40/31
Nivel de potencia sonora	dB(A)	52	53	55
Dimensiones (Alt. x Anchura x Profundidad)	mm	268 x 575 x 575	268 x 575 x 575	268 x 575 x 575
Peso	kg	15	15	15
Conexiones abocardadas (gas - líquido)		3/8" - 1/4"	3/8" - 1/4"	1/2" - 1/4"

- Rejilla de difusión de aire de 4 vías.
- Diseño elegante y dimensiones compactas para encajar en todos los techos de 600 x 600mm.
- Bomba de drenaje del condensado incluida (hasta 850mm de altura).



Unidad interior	RAS-	RAS-M07G3DV-E*	RAS-M10G3DV-E*	RAS-M13G3DV-E*	RAS-M16G3DV-E*
Caudal de aire (a/b)	m³/h - l/s	570 / 380	570 / 380	610 / 385	780 / 420
Nivel de presión sonora (a/b) *1	dB(A)	35 / 27	35 / 27	37 / 27	35 / 24
Nivel de potencia sonora (a/b) *1	dB(A)	50 / 42	50 / 42	52 / 42	50 / 39
Caudal de aire (a/b)	m³/h - l/s	570 / 380	570 / 380	610 / 385	780 / 450
Nivel de presión sonora (a/b) *1	dB(A)	35 / 27	35 / 27	37 / 27	35 / 25
Nivel de potencia sonora (a/b)*1	dB(A)	50 / 42	50 / 42	52 / 42	50 / 40
Dimensiones (Alt. x Anch. x Prof.)	mm	210 x 700 x 450	210 x 700 x 450	210 x 700 x 450	210 x 900 x 450
Peso	kg	16	16	16	19
Conexiones abocardadas (gas - líquido)		3/8" - 1/4"	3/8" - 1/4"	3/8" - 1/4"	1/2" - 1/4"
Presión estática externa (inferior / medio1 / medio2 / superior)	Pa	10 / 20 / 35 / 45	10 / 20 / 35 / 45	10 / 20 / 35 / 45	10 / 20 / 35 / 45

- Unidad de perfil bajo (altura de solo 210mm).
- Presión externa estática ajustable.
- Bomba de drenaje del condensado incluida (hasta 350mm de altura).

#### SPA R410A Características Super Digital Inverter Trifásico

Nombre comercial		SPA INVERTER PLUS 110Y	SPA INVERTER PLUS 140Y	SPA INVERTER PLUS 160Y
Unidad exterior		RAV-SP1104AT8-E1	RAV-SP1404AT8-E1	RAV-SP1604AT8-E1
Unidad interior (SPA)		RAV-SM1106BTP-E1* RAV-RM1101BTP-E**	RAV-SM1406BTP-E1* RAV-RM1401BTP-E**	RAV-SM1606BTP-E
Capacidad de refrigeración	kW	10,0	12,5	14,0
Rango refrigeración (mín. - máx.)	kW	2,6 - 12,0	2,6 - 14,0	2,6 - 16,0
Consumo (mín. - nom. - máx.)	kW	0,66 - 2,64 - 4,01	0,66 - 3,86 - 4,89	0,66 - 4,65 - 6,50
SEER		5,65	5,34	5,31
Clase de eficiencia energética	C	A+	-	-
Capacidad de calefacción	kW	11,2	14,0	16
Rango calefacción (mín. - máx.)	kW	2,40 - 15,6	2,40 - 18,0	2,4 - 19,0
Consumo (mín. - nom. - máx.)	kW	0,53 - 2,77 - 4,42	0,53 - 3,67 - 5,71	0,53 - 4,60 - 6,96
SCOP		3,87	3,94	3,93
Clase de eficiencia energética	H	A	-	-



UNIDADES EXTERIORES

## ITC-BT

### ELECTROTECNIA + TELECOMUNICACIONES

#### 1. Descripción de los elementos que componen la instalación

##### 1.1 Acometida

Se realiza enterrada en la calle Constitución hasta la Caja de Protección y Medida en el cuarto de contadores de la zona de acceso por dicha calle.

##### 1.2 CGP + Contador

Aunque el edificio cultural y la estación funcionan de forma prácticamente conjunta, se estima que estarán gestionados de forma individual, por lo tanto al haber dos usuarios se debe instalar dos contadores. En vez de una Caja General de Protección se coloca una Caja de Protección y Medida, que lleva incorporado directamente los contadores, ahorrando el tramo de LGA (línea general de alimentación). Se sitúa en un armario junto al cuarto de instalaciones eléctricas en planta baja, con acceso directo para mantenimiento y medida.

Por otra parte, el edificio de información y turismo funciona como un tercer usuario y por tanto lo más conveniente será instalar su propia Caja de Protección y Medida.

##### 1.3 Cuadro general de baja tensión (CGBT)

Es el cuadro general de distribución que reúne todos los distintos cuadros generales del centro cultural y de la estación y sus correspondientes circuitos. Tendrá interruptores generales y de protección, como se observa en el esquema unifilar. Está situado en el cuarto del grupo electrógeno en el acceso de planta baja.

##### 1.4 Grupo electrógeno

Se instala un grupo electrógeno alimentado por gasóleo que sirve tanto a las instalaciones de Renfe como al centro cultural, por lo que garantiza el suministro eléctrico de todo el conjunto y de todos sus equipos en caso de emergencia o avería. Estará situada en el cuarto contiguo a los contadores en la zona de instalaciones del acceso de la calle Constitución.

##### 1.5 Derivaciones individuales

Son las derivaciones individuales a cada uno de los cuadros de distribución de las distintas zonas del centro cultural y de la estación. La conexión entre las dos plantas del edificio cultural se realiza mediante montantes a través del patinillo de instalaciones del núcleo de húmedos.

##### 1.6 Cuadros de distribución de cada sección

Habrán un total de 6 cuadros de distribución:

- a. Zona de la planta baja.
- b. Zona de estación
- c. Zona de asociaciones
- d. Zona de exposiciones y salón de actos
- e. Zona del aula polivalente

Desde cada uno de estos cuadros saldrán varios circuitos, incluyendo siempre el de iluminación, alumbrado de emergencia, y tomas de corriente (además de las líneas de voz y datos), climatización, etc.

##### 1.7 Circuitos y conductos hasta cada aparato

Discurrirán, como el resto de instalaciones, por el suelo técnico y el armario perimetral de instalaciones.

#### 2. Estimación de la potencia total instalada

Aunque se podría calcular exactamente la potencia instalada, se hace una estimación que según el reglamento de baja tensión para edificios comerciales o públicos es de 100W/m<sup>2</sup>. Por tanto la potencia total del conjunto de edificios será:

- Centro cultural: (planta sótano) 1213.20 + (planta baja) 715.35 = 1928.55\*100 = 192855W = **192.85kW**

- Estación: planta baja 302.65 + refugio 15 = 317.65\*100 = 31765W = **31.77 kW**

- Centro de información y turismo: 160.40\*100 = 16040W = **16.04 kW**

#### 3. Materiales y consideraciones constructivas

Las líneas de distribución discurrirán verticalmente por patinillos y horizontalmente sobre bandejas metálicas por el suelo técnico y el armario perimetral de instalaciones, y estarán constituidas por conductos unipolares en el interior de tubos de PVC.

Cualquier parte de la instalación eléctrica mantendrá una separación mínima de 5cm respecto de las canalizaciones de agua y saneamiento, y siempre se colocará a una cota algo mayor, por si hubiera fugas de agua.

#### 4. Telecomunicaciones

El recinto de instalaciones de telecomunicaciones único RITU se sitúa en el cuarto de contadores en la zona de instalaciones del acceso. El cableado para uso telefónico, conexión a internet, sistema audiovisual de voz y datos discurrirá junto al resto de conductores eléctricos.

#### 5. Sistemas de protección

Los sistemas de protección contra sobretensiones, cortocircuitos, etc, se han intentado dibujar, de manera general, en el esquema unifilar, siempre teniendo en cuenta que no se ha realizado el cálculo pormenorizado de los interruptores de control de potencia, ni el del sistema de protección de tierra, que también existirá.



ITC-BT

LUMINOTECNIA. ILUMINACIÓN ARTIFICIAL DE LOS ESPACIOS

1. Descripción general

Se propone una iluminación que ayude a entender el edificio y los recorridos, y que además enfatice la riqueza de cada uno de los espacios. Así, se escoge para cada estancia un conjunto de luminarias diferente intentando que dicha elección satisfaga sus necesidades.

En la mayoría de los espacios se propone un sistema superficial de iluminación, es decir, al quedar la mayoría de los forjados de hormigón vistos, la iluminación se coloca sobre estos, por este motivo es necesario que esté ordenada y que el sistema de cableado no tome una presencia excesiva.

Los modelos de luminaria son diferentes para interior y exterior, aunque en ambos casos sean downlights empotradas y superficiales.

2. Luminarias escogidas para resolver la iluminación

2.1 Luminaria puntual suspendida

<b>BEGA</b>	<b>56 575.1</b>
Pendant luminaire for indoor use	

Project - Reference number	Date
----------------------------	------

Product data sheet

**Application**  
Pendant luminaire - indoor luminaire with hand-blown crystal glass and metal housing.  
A focusing / dispersing lens bundles the powerful LED-light in the centre of the downlight for a direct proportion of downlight. At the same time, a proportion of the dispersed light is used to illuminate the luminaire glass and to generate the vertical illuminance.

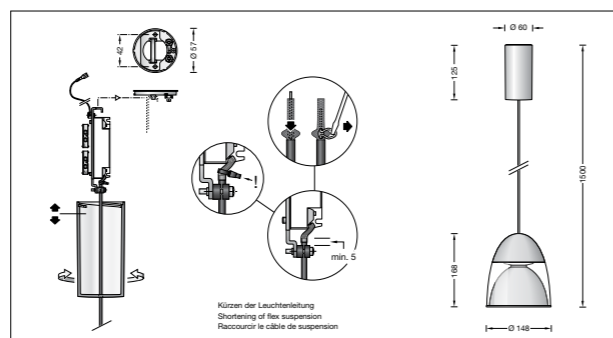
**Product description**  
Metal luminaire housing, finish white enamel  
Hand-blown crystal glass, with screw-neck  
Additional focusing / dispersing lens made of partially frosted crystal glass  
Reflector made of pure, high-gloss anodized aluminium  
White flex suspension 2 x 0,5"<sup>2</sup>  
Overall length of luminaire - 1500 mm  
Connecting terminals 2,5"<sup>2</sup>  
Earth conductor connection  
LED power supply unit inside canopy  
220-240 V ~ 0/50-60 Hz  
Safety class I  
 - Safety mark  
CE - Conformity mark  
Weight: 1.4 kg

**Inrush current**  
Inrush current: 27 A / 250 µs  
Maximum number of luminaires of this type per miniature circuit breaker:  
B10A: 17 luminaires  
B16A: 27 luminaires  
C10A: 28 luminaires  
C16A: 45 luminaires

**Lighting technology**  
Half beam angle 38°. Luminaire data for the light planning program DIALux for outdoor lighting, street lighting and interior lighting as well as luminaire data in EULUMDAT and IES format are available on our website www.bega.com.

**Lamp**  
Module connected wattage 8.9 W  
Luminaire connected wattage 10.8 W  
Rated temperature  $t_a = 25\text{ °C}$   
Ambient temperature  $t_{a, \text{max}} = 50\text{ °C}$

**56 575.1**  
Module designation LED-0505/930  
Colour temperature 3000 K  
Colour rendering index  $R_a > 90$



<b>BEGA</b>	<b>50 409</b>
Pendant luminaire for indoor use	

Project - Reference number	Date
----------------------------	------

Product data sheet

**Application**  
Pendant luminaire - indoor luminaire for free-radiating and uniform light with hand-blown opal glass and metal housing.

**Product description**  
Metal housing and canopy  
White enamel finish  
Hand-blown opal glass  
Light-diffusing cylinder inside  
Mounting plate with 2 fixing holes  $\varnothing 4,5\text{ mm}$  - 106 mm spacing  
White flex suspension 2 x 0,5"<sup>2</sup> with 1 steel messenger wire  
Overall length of luminaire approx. 3000 mm  
Connecting terminal 2,5"<sup>2</sup>  
Earth conductor connection  
2-pole connecting terminal for digital control  
LED power supply unit inside canopy  
220-240 V ~ 0/50-60 Hz  
DALI controllable  
A basic isolation exists between power cable and control line  
Safety class I  
CE - Conformity mark  
Weight: 2.5 kg

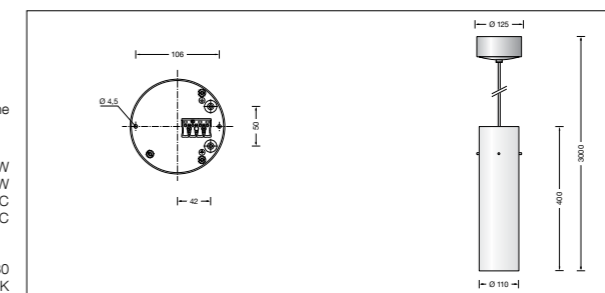
**Inrush current**  
Inrush current: 5 A / 50 µs  
Maximum number of luminaires of this type per miniature circuit breaker:  
B10A: 30 luminaires  
B16A: 50 luminaires  
C10A: 52 luminaires  
C16A: 80 luminaires

**Light technique**  
Luminaire data for the light planning program DIALux for outdoor lighting, street lighting and indoor lighting as well as luminaire data in EULUMDAT and IES-format you will find on the BEGA web page www.bega.com.

**Lamp**  
Module connected wattage 15.6 W  
Luminaire connected wattage 18.4 W  
Rated temperature  $t_a = 25\text{ °C}$   
Ambient temperature  $t_{a, \text{max}} = 35\text{ °C}$

**50 409 K3**  
Module designation 4x LED-0610/930  
Colour temperature 3000 K  
Colour rendering index  $R_a > 90$   
Module luminous flux 2160 lm  
Luminaire luminous flux 1419 lm  
Luminaire luminous efficiency 77,1 lm/W

**50 409 K4**  
Module designation 4x LED-0610/940  
Colour temperature 4000 K  
Colour rendering index  $R_a > 90$   
Module luminous flux 2220 lm  
Luminaire luminous flux 1458 lm  
Luminaire luminous efficiency 79,2 lm/W



**Lifetime of the LED**  
Ambient temperature  $t_a = 15\text{ °C}$   
- at 50,000h: L90B10  
- at 300,000h: L70B50

Ambient temperature  $t_a = 25\text{ °C}$   
- at 50,000h: L80B10  
- at 163,000h: L70B50

max. ambient temperature  $t_a = 35\text{ °C}$   
- at 50,000h: L80B50  
- at 82,000h: L70B50

**Article No. 50 409**  
LED colour temperature optionally 3000K or 4000K  
3000 K - Article number + **K3**  
4000 K - Article number + **K4**

## 2.2 Luminaria puntual sobre railes

## 2.3 Luminaria puntual empotrada

### Front Light

Design (Guzzini)

(Guzzini)

Última actualización de la información: Marzo 2019



de suspensión - Warm White - Óptica Flood - DALI

**Código producto**  
QH68

#### Descripción

Luminaria en suspensión con adaptador multifase para railes electrificados, realizada en aluminio fundido a presión y material termoplástico. Sistema de suspensión realizado con cables de acero L = 2000 para facilitar la fijación. Movimientos de rotación e inclinación con posibilidad de bloqueo mecánico para garantizar el enfoque de la emisión luminosa (incluso durante las operaciones de mantenimiento). Luminaria para lámpara de LED con tecnología C.o.B. de alto rendimiento cromático en color warm white (3000K) CRI 90. Óptica flood. Alimentador DALI incorporado dentro de la caja semiescamoteable en raíl. Incluye anillo porta accesorios que puede contener un accesorio plano. Posibilidad de aplicar un componente externo con aletas orientables a 360°.

#### Instalación

En raíl electrificado

#### Dimensiones (mm)

Ø92x200

#### Colores

Bianco (01) | Negro (04)

#### Peso (Kg)

1.05

#### Montaje

suspendido del raíl trifásico/en el techo

#### Equipo

Luminaria con componentes DALI dentro de la caja semiescamoteable.

Se conforma con EN60598-1 y regulaciones pertinentes



#### Configuraciones productos: QH68

#### Características del producto

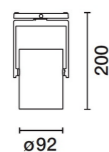
Flujo total emitido [Lm]: 1437  
Potencial total [W]: 17  
Eficiencia luminosa [Lm/W]: 84.5  
Life Time: > 50,000h - L80 - B10 (Ta 25°C)

Flujo total hacia el hemisferio superior [Lm]: 0  
Flujo en situaciones de emergencia [Lm]: /  
Tensión [V]: -  
Número de elementos ópticos: 1

#### Características del tipo óptico tipo 1

Rendimiento [%]: 80  
Código lampe: LED  
Código ZVEI: LED  
Potencia nominal [W]: 14  
Flujo nominal [Lm]: 1800  
Intensidad máxima [cd]: /  
Ángulo de apertura [°]: 32°

Número de lámparas por óptico: 1  
Anclaje: /  
Pérdidas del transformador [W]: 3  
Temperatura del color [K]: 3000  
IRC: 90  
Longitud de onda [Nm]: /  
MacAdam Step: 2



### GLASHÜTTE LIMBURG

Product data sheet Ceiling and wall luminaire 34 022.1

Project · Reference number

Date

#### Application

LED Large-area luminaire with high light power and high uniform light distribution.

#### Product description

Luminaire housing made of aluminium  
Finish white enamel  
Crystal glass, inside white  
Silicone gasket  
2 cable entries for through-wiring for mains cable up to ø 11 mm max. 5 x 1.5<sup>2</sup>  
Connecting terminal 2.5<sup>2</sup>  
Earth conductor connection  
2-pole connecting terminal for digital control  
LED power supply unit  
220-240 V ~ 0/50-60 Hz  
DALI controllable  
A basic isolation exists between power cable and control line  
Safety class I  
CE - Conformity mark  
Weight: 11.1 kg

#### Lamp

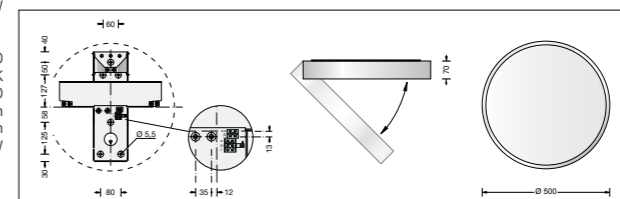
Module connected wattage 110 W  
Luminaire connected wattage 126 W  
Rated temperature  $t_b = 25 \text{ °C}$   
Ambient temperature  $t_{b, max} = 25 \text{ °C}$

#### 34 022.1

Module designation 6x LED-0464/830  
Colour temperature 3000 K  
Colour rendering index  $R_a > 80$   
Module luminous flux 10140 lm  
Luminaire luminous flux 4323 lm  
Luminaire luminous efficiency 34,3 lm/W

#### 34 022.1 K4

Module designation 6x LED-0464/840  
Colour temperature 4000 K  
Colour rendering index  $R_a > 80$   
Module luminous flux 10740 lm  
Luminaire luminous flux 4578 lm  
Luminaire luminous efficiency 36,3 lm/W



#### Lifetime of the LED

Ambient temperature  $t_b = 15 \text{ °C}$   
- at 50,000h: L70B10  
- at 63,000h: L70B50

Ambient temperature  $t_b = 25 \text{ °C}$   
- at 50,000h: L70B10  
- at 57,000h: L70B50

max. ambient temperature  $t_b = 25 \text{ °C}$   
- at 50,000h: L70B10  
- at 57,000h: L70B50

#### Article No. 34 022.1

Colour temperature 3000 K.  
Also available with 4000 K on request.  
3000 K - article number  
4000 K - article number + K4

#### Finish options

- Enamel, white
- Stainless steel
- Chrome

Code number .1  
Code number .2  
Code number .3



2.4 Luminaria lineal suspendida

2.5 Luminaria lineal de superficie

**BEGA** **50 600.2**

Pendant luminaire for indoor use

Project - Reference number \_\_\_\_\_ Date \_\_\_\_\_

Product data sheet

**Application**

LED pendant luminaire - indoor luminaire for brilliant light with crystal glass, partially satin mat in the interior.  
Metal luminaire housing and canopy with steel wire suspension.

**Product description**

Metal luminaire housing and canopy, stainless steel finish  
Partially matt crystal glass  
Transparent flex suspension 2 x 0,75 □  
Steel wire suspension  
Overall length of luminaire approx. 2000 mm  
Connection terminal 2.5 □  
Earth conductor connection  
Connecting terminal for digital control  
LED power supply unit  
220-240 V ~ 0/50-60 Hz  
DC 176-280 V  
DALI controllable  
A basic isolation exists between power cable and control line  
Safety class I  
CE - Conformity mark  
Weight: 6.7 kg

**Inrush current**

Inrush current: 5 A / 50 μs  
Maximum number of luminaires of this type per miniature circuit breaker:  
B 10A: 31 luminaires  
B 16A: 50 luminaires  
C 10A: 52 luminaires  
C 16A: 85 luminaires

**Light technique**

Luminaire data for the light planning program DIALux for outdoor lighting, street lighting and indoor lighting as well as luminaire data in EULUMDAT- and IES-format you will find on the BEGA web page www.bega.com.

**Lamp**

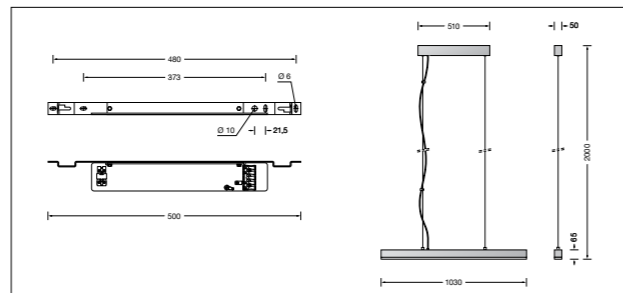
Module connected wattage 19.6 W  
Luminaire connected wattage 22.8 W  
Rated temperature  $t_a = 25 \text{ }^\circ\text{C}$   
Ambient temperature  $t_{a, \text{max}} = 50 \text{ }^\circ\text{C}$

**50 600.2 K3**

Module designation 2x LED-0626/930+ 2x LED-0627/930  
Colour temperature 3000 K  
Colour rendering index CRI > 90  
Module luminous flux 2690 lm  
Luminaire luminous flux 1630 lm  
Luminaire luminous efficiency 71,5 lm/W

**50 600.2 K4**

Module designation 2x LED-0626/940+ 2x LED-0627/940  
Colour temperature 4000 K  
Colour rendering index CRI > 90  
Module luminous flux 2780 lm  
Luminaire luminous flux 1684 lm  
Luminaire luminous efficiency 73,9 lm/W



**Service life of the LED**

Ambient temperature  $t_a = 25 \text{ }^\circ\text{C}$   
- at > 500,000h: L70B50

max. ambient temperature  $t_a = 50 \text{ }^\circ\text{C}$   
- at 194,000h: L70B50

**Article No. 50 600.2**

LED colour temperature optionally 3000 K or 4000 K  
3000 K - Article number + **K3**  
4000 K - Article number + **K4**

**Finish options**

- Enamel, white Code number **.1**
- Stainless steel Code number **.2**
- Enamel, glossy black Code number **.5**

**BEGA** **50216.1**

Ceiling and wall luminaire for indoor use

Project - Reference number \_\_\_\_\_ Date \_\_\_\_\_

Product data sheet

**Application**

LED ceiling and wall luminaire - indoor luminaire made of impact resistant synthetic diffuser and aluminium housing.  
Luminaire with free-radiating and uniform light distribution.  
By arraying single luminaires in line light bands of different length can be arranged for linear illumination in interior.

**Product description**

Luminaire made of Aluminium, finish white enamel  
Light-diffusing synthetic luminaire cover  
2 elongated fixing holes  
Width 5.5 mm · 900 mm spacing  
Connecting terminal 2.5 □  
Earth conductor connection  
2-pole connecting terminal for digital control  
LED power supply unit  
220-240 V ~ 0/50-60 Hz  
DALI controllable  
A basic isolation exists between power cable and control line  
Safety class I  
CE - Conformity mark  
Weight: 2.7 kg

**Inrush current**

Inrush current: 53 A / 200 μs  
Maximum number of luminaires of this type per miniature circuit breaker:  
B 10A: 8 luminaires  
B 16A: 13 luminaires

**Light technique**

Luminaire data for the light planning program DIALux for outdoor lighting, street lighting and indoor lighting as well as luminaire data in EULUMDAT- and IES-format you will find on the BEGA web page www.bega.com.

**Lamp**

Module connected wattage 35.2 W  
Luminaire connected wattage 41 W  
Rated temperature  $t_a = 25 \text{ }^\circ\text{C}$   
Ambient temperature  $t_{a, \text{max}} = 45 \text{ }^\circ\text{C}$

**50216.1 K3**

Module designation 4x LED-0694/930  
Colour temperature 3000 K  
Colour rendering index CRI > 90  
Module luminous flux 5480 lm  
Luminaire luminous flux 4709 lm  
Luminaire luminous efficiency 114,9 lm/W

**50216.1 K4**

Module designation 4x LED-0694/940  
Colour temperature 4000 K  
Colour rendering index CRI > 90  
Module luminous flux 5660 lm  
Luminaire luminous flux 4864 lm  
Luminaire luminous efficiency 118,6 lm/W

**Lifetime of the LED**

Ambient temperature  $t_a = 15 \text{ }^\circ\text{C}$   
- at 50,000h: L90B10  
- at > 500,000h: L70B50

Ambient temperature  $t_a = 25 \text{ }^\circ\text{C}$   
- at 50,000h: L90B10  
- at 331,000h: L70B50

max. ambient temperature  $t_a = 45 \text{ }^\circ\text{C}$   
- at 50,000h: L80B50  
- at 101,000h: L70B50

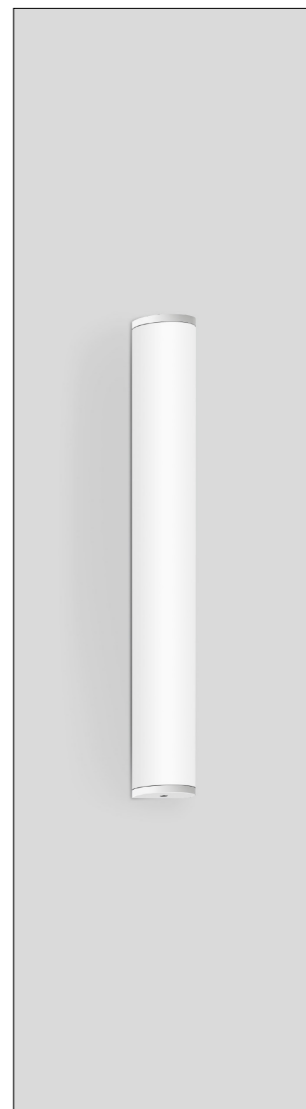
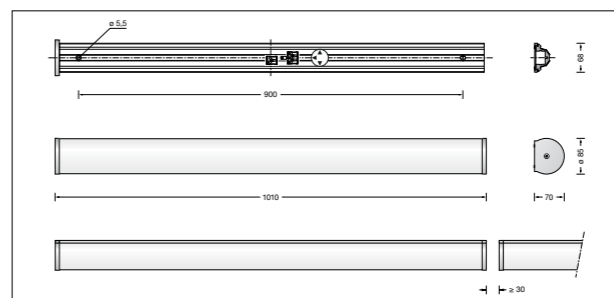
max. ambient temperature  $t_a = 45 \text{ }^\circ\text{C}$   
- at 50,000h: L80B50  
- at 101,000h: L70B50

**Article No. 50 216.1**

LED colour temperature optionally 3000 K or 4000 K  
3000 K - Article number + **K3**  
4000 K - Article number + **K4**

**Finish options**

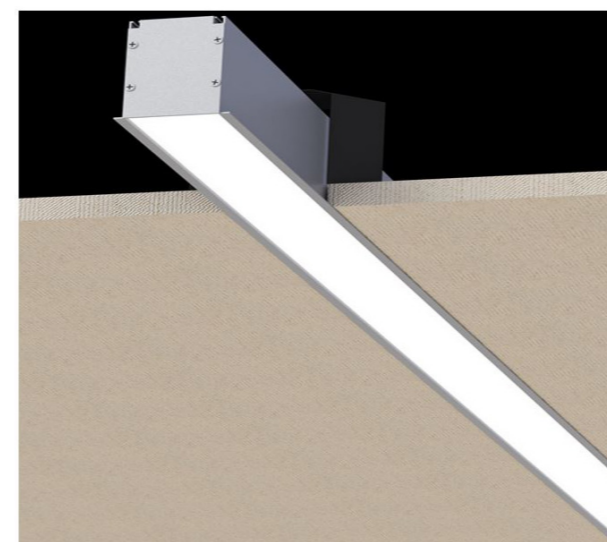
- Enamel, white Code number **.1**
- Aluminium, matt Code number **.2**



## 2.6 Luminaria lineal empotrada

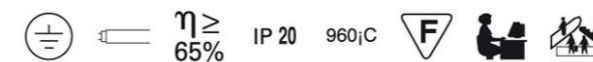
<b>BEGA</b>	<b>23571.2</b>
Ceiling luminaire for indoor use	
Project - Reference number	Date
<b>Product data sheet</b>	
<p><b>Application</b> Surface mounted LED downlight - indoor luminaire with hand-blown crystal glass and metal housing. A focusing / dispersing lens bundles the powerful LED light in the centre of the reflector for a direct proportion of downlight. At the same time, a proportion of the dispersed light is used to illuminate the luminaire glass and to generate the vertical illuminance. Luminaires for rooms, stairways and corridors.</p> <p><b>Product description</b> Luminaire made of aluminium, finish stainless steel Crystal glass with screw neck Additional focusing / dispersing lens made of partially frosted crystal glass Reflector made of pure, high-gloss anodized aluminium Silicone gasket 2 mounting holes <math>\varnothing</math> 4.5 mm Distance apart 112 mm 2 cable entries for through-wiring of mains supply cable <math>\varnothing</math> 7-10,5 mm, max. 5G 1.5<sup>2</sup> Connecting terminal 2.5<sup>2</sup> Earth conductor connection Connecting terminal DA DA for digital control LED power supply unit 220-240 V <math>\sim</math> 0/50-60 Hz DALI controllable A basic isolation exists between power cable and control line Safety class I CE - Conformity mark Weight: 1.1 kg</p> <p><b>Inrush current</b> Inrush current: 12 A / 24.2 <math>\mu</math>s Maximum number of luminaires of this type per miniature circuit breaker: B10A: 50 luminaires B16A: 50 luminaires C10A: 50 luminaires C16A: 50 luminaires</p> <p><b>Lamp</b> Module connected wattage 9.6 W Luminaire connected wattage 11.8 W Rated temperature <math>t_a = 25</math> °C Ambient temperature <math>t_{a, max} = 45</math> °C</p> <p><b>23571.2 K3</b> Module designation LED-0328/930 Colour temperature 3000 K Colour rendering index CRI &gt; 90 Module luminous flux 1555 lm Luminaire luminous flux 1048 lm Luminaire luminous efficiency 88,8 lm/W</p> <p><b>23571.2 K4</b> Module designation LED-0328/940 Colour temperature 4000 K Colour rendering index CRI &gt; 90 Module luminous flux 1605 lm Luminaire luminous flux 1081 lm Luminaire luminous efficiency 91,6 lm/W</p>	  <p><b>Lifetime of the LED</b> Ambient temperature <math>t_a = 15</math> °C - at 50,000h: L90B10 - at &gt; 500,000h: L70B50</p> <p>Ambient temperature <math>t_a = 25</math> °C - at 50,000h: L90B10 - at &gt; 500,000h: L70B50</p> <p>max. ambient temperature <math>t_a = 45</math> °C - at 50,000h: L80B10 - at 174,000h: L70B50</p> <p><b>Lighting technology</b> Half beam angle 42° Luminaire data for the light planning program DIALux for outdoor lighting, street lighting and interior lighting as well as luminaire data in EULUMDAT and IES format are available on our website www.bega.com.</p> <p><b>Article No. 23571.2</b> LED colour temperature optionally 3000K or 4000K 3000 K - Article number + <b>K3</b> 4000 K - Article number + <b>K4</b></p> <p>Finish options • Enamel, white Code number <b>.1</b> • Stainless steel Code number <b>.2</b> • Polished aluminium Code number <b>.3</b></p>
<b>BEGA</b>	<b>66974</b>
Ceiling mounted downlight	 IP 65

## 2.7 Downlight empotrado en falso techo



### CLASIFICACIÓN

Referencia: UNE-EN 60598. CLASE I IP-20



### Cuerpo de la luminaria

Aluminio de extrusión de 1,3mm de espesor, termoesmaltado en blanco o RAL 9006 con resina de epoxi-poliéster polimerizado a una temperatura de 200°. Adaptable a todos los sistemas de techo.  
Accesorios: Bastidor de anclaje a techo. Cabecera final de línea. Pieza de unión.

### Equipo eléctrico

Electrificada en alto factor o con balasto electrónico.

Opciones: regulación DALI, DSI o 1/10 y kit de emergencia. Conexión eléctrica sin necesidad de herramientas.

### Referencias

- ✓ 182. Luminaria para empotrar individualmente o en tira continua (ancho=144mm).
- ✓ 182-AS. Luminaria para empotrar individualmente o en tira continua (ancho=144mm). Óptica asimétrica.

### Fuente de luz

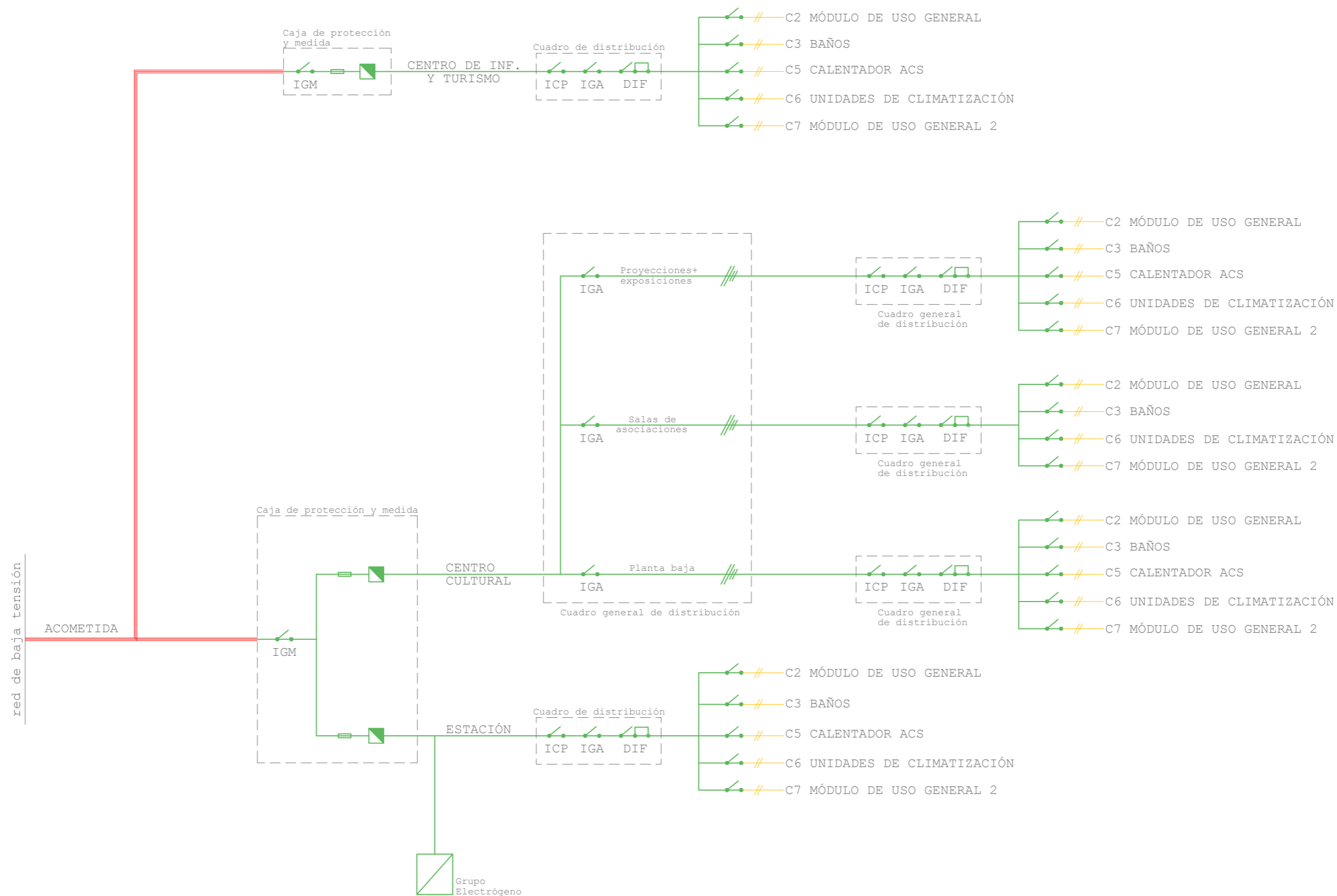
Fluorescencia lineal T8

MODELO	18W	36W	58W
Modelo 182	1,2TL	1,2TL	1,2TL
Modelo 182-AS	1,2TL	1,2TL	1,2TL

### Óptica

Difusor de metacrílico opal de alta transmitancia de 4mm de espesor.  
Difusor de cristal templado matizado de 4mm de espesor. Óptica asimétrica.





**CTE DB-SI**

## SEGURIDAD EN CASO DE INCENDIO

**1. Propagación interior**

## 1.1 Compartimentación en sectores de incendio

El conjunto del proyecto tiene una superficie total superior a 2500m<sup>2</sup>, por lo que sería necesaria la división en varios sectores de incendio. Dado que el edificio se puede separar funcionalmente en paquetes de uso independiente, unidos por patios y espacios exteriores de acceso, se propone su división en seis sectores de incendio independientes. Así, los sectores quedan configurados tal y como se muestra en el anexo gráfico y con las superficies que se detallan a continuación.

Planta sótano

- Sector 1 (1027m<sup>2</sup>): formado por las salas para asociaciones, la sala de proyecciones y el espacio de exposiciones, junto a la zona reservada a personal que sirve a estos espacios.
- Sector 2 (157m<sup>2</sup>): el conjunto del aula polivalente y el vestíbulo y núcleo de comunicación que sirven a la misma.

Planta baja

- Sector 3 (632m<sup>2</sup>): incluye la totalidad del programa de centro cultural en planta baja.
- Sector 4 (210m<sup>2</sup>): formado por el acceso a la cota de andén para personas con diversidad funcional, el cuarto de cuentas de Renfe y las salas de instalaciones.

Cubierta

- Sector 5 (15m<sup>2</sup>): incluye el pabellón de refugio de la estación.
- Sector 6 (195m<sup>2</sup>): Formado por el centro de información y turismo

El resto de espacios son exteriores y por su situación y condiciones se consideran:

- Patios enterrados de planta sótano: con una superficie de 95m<sup>2</sup> cada uno, se consideran un sector de riesgo mínimo por encontrarse en contacto con el exterior y tener una buena comunicación con un espacio exterior seguro.
- Cubierta y plaza de acceso al centro cultural: se consideran sectores de riesgo mínimo por encontrarse en contacto directo con un espacio exterior seguro.

La resistencia al fuego de las paredes, techos y puertas que delimitan sectores de incendio, por ser un edificio de pública concurrencia debe cumplir con un R90 al ser la altura de evacuación descendiente y menor a 15m. Excepto con un R120 en el sótano donde la altura de evacuación de 4 metros en sentido ascendente obliga a adoptar este parámetro tan restrictivo. Así, los sectores de incendio 1 y 2 deberán tener una resistencia **EI-120**, y el resto de separaciones únicamente una **EI-90**.

## 1.2 Locales y zonas de riesgo especial

Se consideran locales de **riesgo especial bajo** los siguientes:

- Cuarto técnico de Renfe en planta baja (16m<sup>2</sup>)
- Cuarto de eléctrico de Renfe en planta baja (14m<sup>2</sup>)
- Cuarto de instalaciones del grupo electrógeno y unidad exterior de climatización (16m<sup>2</sup>)

Estos locales cumplirán las siguientes condiciones:

Característica	Riesgo bajo
Resistencia al fuego de la estructura portante	R 90
Resistencia al fuego de las paredes y techos que separan la zona del resto del edificio	EI 90
Puertas de comunicación con el resto del edificio	EI <sub>z</sub> 45-C5
Máximo recorrido hasta alguna salida del local	≤ 25 m

Para satisfacer estas condiciones, se asume que los muros de hormigón de 40cm tienen una resistencia mayor a R240 tal y como aparece determinado en la tabla C.2 del DB-SI.

El falso techo presente en todas las salas de riesgo especial será de PYL suspendido y estará formado por 3 placas de DF. Por lo que refiere al resto de elementos constructivos, los tabiques de PYL son C-s3+d0 y el pavimento de piedra natural granito será A<sub>FL</sub>.

## 1.3 Paso de instalaciones a través de elementos de compartimentación de incendios

"La resistencia al fuego requerida a los elementos de compartimentación de incendios se debe mantener en los puntos en los que dichos elementos son atravesados por elementos de las instalaciones, tales como cables, tuberías, conducciones, conductos de ventilación, etc., excluidas las penetraciones cuya sección de paso no exceda de 50 cm<sup>2</sup>. Para ello puede optarse por una de las siguientes alternativas:"

Para cumplir este requisito se instalan elementos pasantes que aporten una resistencia al menos igual a la del elemento atravesado, por ejemplo, conductos de ventilación EI t (i□o) siendo t el tiempo de resistencia al fuego requerida al elemento de compartimentación atravesado.

**2. Propagación exterior**

## 2.1 Medianerías y fachadas

Existe riesgo de propagación vertical puesto que la planta sótano forma parte de un sector de incendio diferente a la planta baja, por este motivo, la fachada que separa dichos sectores tiene en el frente de forjado una franja de 1m de altura de EI 90 que separa los paños acristalados de ambas plantas.

## 2.2 Cubierta

No existe riesgo de propagación, por ser una cubierta aislada de los edificios del entorno.

**3. Evacuación de los ocupantes**

## 3.1 Cálculo de la ocupación

Para calcular la ocupación deben tomarse los valores de densidad de ocupación que se indican en la tabla 2.1 en función de la superficie útil de cada zona, salvo cuando sea previsible una ocupación mayor o bien cuando sea exigible una ocupación menor en aplicación de alguna disposición legal de obligado cumplimiento, como puede ser en el caso de establecimientos hoteleros, docentes, hospitales, etc. En aquellos recintos o zonas no incluidos en la tabla se deben aplicar los valores correspondientes a los que sean más asimilables. A efectos de determinar la ocupación, se debe tener en cuenta el carácter simultáneo o alternativo de las diferentes zonas de un edificio, considerando el régimen de actividad y de uso previsto para el mismo.

- El uso de las salas de asociaciones y la sala polivalente en planta sótano, puede parecerse al uso docente de "Locales diferentes de aulas, como laboratorios, talleres, gimnasios, salas de dibujo, etc." y por tanto su empleo será de 5m<sup>2</sup> / persona.
- El uso del espacio de exposiciones y vestíbulo de la planta sótano está previsto como "Vestíbulos generales, zonas de uso público en plantas de sótano, baja y entreplanta" y su ocupación será de 2m<sup>2</sup> / persona. Así como la zona exclusiva para el personal está prevista como "Vestíbulos, vestuarios, camerinos y otras dependencias similares y anejas a salas de espectáculos y de reunión" y por tanto, se asume también una ocupación de 2m<sup>2</sup> / persona



- La sala de proyecciones tiene como uso previsto "Zonas destinadas a espectadoras sentados" y está prevista la ocupación de 176 personas.
- Para la biblioteca en planta baja está prevista una ocupación de 2m<sup>2</sup> / persona, ya que se escoge el uso de "Salas de espera, salas de lectura en bibliotecas, zonas de uso público en museos, galerías de arte, ferias y exposiciones, etc."
- La cafetería tiene como uso previsto "Zonas de público sentado en bares, cafeterías, restaurantes, etc." y está prevista la ocupación de 1'5m<sup>2</sup> / persona.
- La zona de instalaciones y zona de paso para el acceso a la estación de planta baja y el refugio en cubierta, se considera con una ocupación de 2m<sup>2</sup> / persona, ya que se asume como uso el de "vestíbulos generales, zonas de uso público en plantas de sótano, baja y entreplanta". Se asume una ocupación de 2 personas en el cuarto de cuentas de Renfe.
- En la zona del edificio de información y turismo, está prevista una ocupación de 5m<sup>2</sup> / persona, asimilándose como "Áreas de venta en las que no sea previsible gran afluencia de público".

Pasamos a calcular la ocupación de cada sector:

	Uso previsto	m2/persona	m2	Ocupación
1	Salas para asociaciones	5	105x2	42
	Sala de proyecciones	-	-	176
	Espacio de exposiciones	2	360	180
	Total			398
2	Aula polivalente	5	130	26
3	Biblioteca y vestíbulo de acceso	2	440	220
	Cafetería	1'5	105	70 + 2
	Total			292
4	Zona de instalaciones y acceso a estación	2	190	95 + 2
5	Refugio	2	15	8
6	Centro de información y turismo	5	195	39

### 3.2 Número de salidas y longitud de los recorridos de evacuación

Según lo establecido en la tabla 3.1 "Si la altura de evacuación descendente de la planta obliga a que exista más de una salida de planta o si más de 50 personas precisan salvar en sentido ascendente una altura de evacuación mayor que 2 m, al menos dos salidas de planta conducen a dos escaleras diferentes."

Por tanto, para cumplir con la normativa actual se disponen en planta sótano dos escaleras, siendo la longitud de los recorridos de evacuación hasta llegar a las mismas menor a 50m. Los recorridos de evacuación tanto de planta baja como de planta sótano están grafiados y acotados en las plantas adjuntas.

Se consideran salidas de planta a las siguientes. En planta sótano las puertas de acceso a las dos escaleras de evacuación protegidas y las puertas de acceso al patio enterrado que contiene la escalera exterior que sirve como recorrido de evacuación alternativo. En planta baja la puerta de salida a la pasarela del patio de acceso al centro cultural, la puerta exterior de acceso a la cafetería y la puerta de salida al corredor de las instalaciones.

### 3.3 Dimensionado de los medios de evacuación

El dimensionado de los elementos de evacuación debe realizarse conforme a lo que se indica en la tabla 4.1 del DB-SI:

Tipo de elemento	Dimensionado
Puertas y pasos	$A \geq P/200 \geq 0.80$ m La anchura de toda hoja de puerta no debe ser menor que 0.60m, ni exceder de 1.23m
Pasillos y rampas	$A \geq P/200 \geq 1.00$ m
Escaleras protegidas	$E \leq 3S + 160 A_s$
En zonas al aire libre:	
Pasos, pasillos y rampas	$A \geq P/600 \geq 1.00$ m
Escaleras	$A \geq P/480 \geq 1.00$ m

- Sectores 1 y 2:  $398 + 26 = 424$  personas en total

El punto 4.1 del DB-SI "Criterios para la asignación de los ocupantes" dice lo siguiente: "A efectos del cálculo de la capacidad de evacuación de las escaleras y de la distribución de los ocupantes entre ellas, cuando existan varias, no es preciso suponer inutilizada en su totalidad alguna de las escaleras protegidas, de las especialmente protegidas o de las compartimentadas como los sectores de incendio, existentes."

Por tanto se entiende que con las dimensiones de las escaleras protegidas del proyecto sería posible evacuar a más de la mitad de ocupantes de esta planta, 212 personas, por cada una de estas escaleras.

Escalera protegida de ida y vuelta ( $A = 1'50$ m):  $E \leq 3S + 160 A_s = 3 \cdot 22 + 160 \cdot 1'50 = 306$  personas

Escalera protegida recta ( $A = 2'15$ m):  $E \leq 3S + 160 A_s = 3 \cdot 21 + 160 \cdot 2'15 = 402$  personas

Además existe la posibilidad de utilizar el recorrido de evacuación alternativo por la escalera exterior no protegida en caso de que estuviera bloqueada alguna de las protegidas.

Escaleras exterior no protegida ( $A = 1'90$ m):  $A \geq P / (160-10h) \rightarrow P = 1'90 \cdot (160-10 \cdot 4) = 228$  personas

Del mismo modo, para el dimensionado de los pasos se utilizará el mismo criterio, siendo 212 el número de ocupantes que deberá asumir cada paso, por tanto:  $A \geq P/200 = 212/200 = 1.06$ m = 1'10m

Cada una de las hojas abatibles con eje vertical de dichas salidas son de 1'00m de ancho, por lo que se cumple la normativa sobradamente.

- Sector 3:

La ocupación de este sector es de 292 personas y cuenta con 4 salidas de planta. Por tanto, suponiendo una de las salidas bloqueadas, cada una de las salidas deberá asumir alrededor de 98 personas. Estas salidas están dotadas por dos puertas abatibles con eje vertical, cada hoja tiene 90cm de ancho, por lo que se cumple la normativa.

- Sector 4:

La ocupación de este sector es de 97 personas. Este sector sólo cuenta con una salida de planta, por lo que será esta la que asumirá el total de la evacuación de los ocupantes. Por tratarse de un recorrido lineal de 5m de ancho con salida directa a un espacio exterior seguro, no hay ningún problema y se cumple la normativa.

- Sector 5:

La ocupación del refugio es de tan solo 8 personas y por tanto la puerta abatible con eje vertical de 90cm de ancho será suficiente para la evacuación de los ocupantes.

- Sector 6:

El centro de información y turismo tiene una ocupación prevista de 39 personas y cuenta sólo con una salida, por tanto será ésta la que asumirá la evacuación de todos los ocupantes. Siendo la puerta abatible con eje vertical de 90cm de ancho suficiente para cumplir con la norma.

Todas las zonas de circulación tanto del centro cultural, como de la estación y del centro de información y turismo, tienen un ancho mínimo de 2m, cumpliendo sobradamente lo estipulado en la tabla 4.1.

### 3.5 Protección de las escaleras

Según la tabla de aplicación 5.1 las escaleras previstas para evacuación ascendente de alturas entre  $2,80 < h \leq 6,00\text{m}$  deberán ser protegidas. Siendo h en el caso de este proyecto igual a 4m es necesario que las escaleras interiores sean protegidas, los cerramientos de éstas tienen el mayor grado de protección, por lo que cumplen sin problemas.

### 3.6 Puertas situadas en recorridos de evacuación

Abrirán en el sentido de la evacuación aquellas puertas por las que evacúen más de 100 ocupantes, es decir, las de salida de planta y las de emergencia en los dos núcleos de escaleras. Todas las puertas serán abatibles o pivotantes, dependiendo del caso, con eje vertical de apertura manual.

### 3.7 Señalización de los medios de evacuación

Se utilizarán las señales de evacuación definidas en la norma UNE 23034: 1988, cumpliendo todas los requisitos. Además también será de aplicación el punto 2 de este apartado, que establece que las señales serán visibles inclusive en caso de fallo del suministro de Alumbres normal.

### 3.8 Control del humo de incendio

No es de aplicación por las características del edificio.

### 3.9 Evacuación de personas con discapacidad en caso de incendio

No es de aplicación por las características del edificio.

## 4. Instalaciones de protección contra incendios

### 4.1 Dotación de instalaciones de protección contra incendios

Según la tabla 1.1 sobre las dotaciones necesarias, se aplican:

- Extintores portátiles cada 15 metros de recorrido en cada una de las plantas desde todo origen de evacuación.
- Bocas de incendio equipadas en cada una de las plantas del centro cultural por exceder la superficie construida de  $500\text{m}^2$ .

### 4.2 Señalización de las instalaciones manuales de protección contra incendios

Los medios de protección contra incendios de utilización manual (extintores y bocas de incendio) se señalarán mediante las señales definidas en la norma UNE 23033-1. Además las señales serán visibles incluso en caso de fallo en el suministro al alumbrado normal. Cuando sean fotoluminiscentes, deben cumplir lo establecido en las normas UNE 23035-1:2003, UNE 23035-2:2003 y UNE 23035-4:2003 y su mantenimiento se realizará conforme a lo establecido en la norma UNE 23035-3:2003.

## 5. Resistencia al fuego de la estructura

### 5.1 Elementos estructurales principales

Según la tabla 3.1 "Resistencia al fuego suficiente de los elementos estructurales", la estructura del edificio, por ser un edificio de pública concurrencia debe cumplir con un R120 en el sótano. Mientras que las plantas baja y de cubiertas deberán cumplir con un R90 al ser la altura de evacuación descendiente y menor a 15m. Las dimensiones de los elementos estructurales del edificio son las adecuadas para cumplir las exigencias en caso de incendio. Esto se comprueba mediante el Anejo C del CTE DB-SI, y queda justificado en el apartado 2.4.2 de la Memoria estructural de este proyecto.

Por otra parte, los elementos estructurales de las escaleras protegidas o que están contenidas en el recinto de ésta, serán como mínimo R 30.



## CTE DB-SUA

### SEGURIDAD DE UTILIZACIÓN Y ACCESIBILIDAD

Este Documento Básico (DB) tiene como objeto establecer reglas y procedimientos que permitan cumplir las exigencias básicas de seguridad de utilización y accesibilidad.

El objetivo del requisito básico «Seguridad de utilización y accesibilidad» consiste en reducir a límites aceptables el riesgo de que los usuarios sufran daños inmediatos en el uso previsto de los edificios, como consecuencia de las características del proyecto, construcción, uso y mantenimiento, así como en facilitar el acceso y la utilización no discriminatoria, independiente y segura de los mismos a las personas con discapacidad.

#### 1. Seguridad frente al riesgo de caídas

##### 1.1 Resbaladicidad de los suelos

En las zonas interiores de circulación y de estancia, como la pendiente es menor del 6%, la clase de deslizamiento que se exige es 1. En cuanto a las zonas interiores húmedas, como los baños o cuartos de instalaciones, la clase de deslizamiento exigible será la 2, por tener una pendiente menor que el 6%.

En las zonas interiores secas se instala un pavimento técnico de placas de madera natural en planta baja y un solado de hormigón pulido en planta sótano, cumpliendo así la clase 1 de resbaladicidad que se exige. Para las zonas húmedas (aseos) se utilizará un gres porcelánico antideslizante que tendrá una resistencia al deslizamiento mayor de 35 (SVR=2 / Clase=2) cumpliendo por tanto las exigencias. En cuanto a las zonas exteriores, el grado de deslizamiento exigible es 3, y por lo tanto se deberá aplicar un tratamiento especial a las losas de granito para cumplirlo.

##### 1.2 Discontinuidades en el pavimento

Con el fin de limitar el riesgo de caídas como consecuencia de traspies o de tropiezos, no existen juntas en el suelo que presenten un resalto mayor de 4 mm. No hay ningún punto que sobresalga del pavimento más de 12 mm y no existen huecos en el suelo por los que pueda introducirse una esfera de 1,5 cm de diámetro.

##### 1.3 Desniveles

Las barreras de protección del conjunto deben tener una altura de 1 m, ya que la cota a salvar en todos los casos es inferior a 6m. Se proyectan de forma que no sean fácilmente escalables ya que no existen puntos de apoyo entre los 30-50cm sobre el nivel del suelo, ni salientes en la zona de 50-80cm.

Para evitar tener que instalar barandillas en la grada-escalera de acceso directo al andén, se proyecta el espacio asegurando que no haya ningún desnivel mayor que 55cm, o que la disposición de los elementos de la intervención haga muy improbable la caída.

Las barandillas de las escaleras y las que impiden la caída a los patios se materializan mediante un vidrio resistente al impacto, mientras que los antepechos de protección de la cubierta son muretes de hormigón armado de 1'1m de altura.

##### 1.4 Escaleras y rampas

###### 1.4.1 Escaleras de uso general

Todas las escaleras tienen una huella de 29 cm y la contrahuella, como se trata de una zona de uso público y exterior, tienen entre 16-17'5 cm, cumpliendo así la normativa. Además las escaleras interiores disponen de contrahuellas verticales, ya que son medios de evacuación ascendente del sótano. Todas tienen pasamanos a ambos lados de la escalera a una altura de 1 m.

La altura a salvar entre una planta y otra es constante y de 4'00m, pero cada una de las escaleras ha sido diseñada de forma distinta dependiendo del uso. Así, las escaleras se proyectan de forma que la altura

salvada por cada tramo sea siempre inferior a 2,25m y que las mesetas tenga siempre la anchura de la escalera y una longitud medida en su eje de 1m como mínimo si conservan la dirección y de la anchura de la escalera cuando exista un cambio de dirección.

La anchura útil determinada por la tabla 4.1 indica que la anchura mínima en edificios de pública concurrencia para una evacuación mayor a 100 personas es de 1,10m. La escalera exterior de ida y vuelta tiene una anchura de 1,90 m, la escalera interior recta tiene una anchura de 2,00m y la escalera interior de ida y vuelta tiene una anchura de 1,50m y por tanto se cumple el requisito de la norma. Por otro lado la anchura útil determinada por Renfe para las escaleras es de 1.60m, es decir, mayor a cualquier limitación de esta normativa, por lo tanto la escalera exterior recta de acceso al andén se ha dimensionado en base a esta limitación, con una anchura de 2 m.

###### 1.4.2 Rampas

La rampa que conecta el refugio con el centro de información y turismo tiene una pendiente del 4% y por tanto de acuerdo con la norma no se considera rampa y no son necesarias ni mesetas intermedias ni barandillas.

#### 2. Accesibilidad

##### 2.1 Accesibilidad entre plantas del edificio

Se colocan dos ascensores accesibles, uno en cada núcleo de comunicación vertical. Por una parte el ascensor al que se accede desde la zona de instalaciones y de acceso a la estación comunicará las tres plantas del conjunto, dando acceso tanto al andén como a la planta sótano del centro cultural. Mientras que el ascensor que se encuentra en el vestíbulo principal del centro cultural sólo comunica las dos plantas del mismo.

Los dos ascensores son el mismo modelo, tiene una puerta, que será la que se utilice tanto para la entrada como para la salida, siendo las dimensiones de la cabina del ascensor de 1.10x1.40m, y cumpliendo así con la normativa.

##### 2.2 Accesibilidad en las plantas del edificio

Se dispone un itinerario accesible que comunica, en cada planta, el acceso accesible a ella (entrada principal accesible al edificio o ascensor accesible) con las zonas de uso público, con todo origen de evacuación de las zonas de uso privado, y con los elementos accesibles, tales como los servicios higiénicos accesibles y las plazas reservadas en la sala de proyecciones.

En este itinerario no existen desniveles y todas las zonas de circulación tienen una anchura mayor que 1.50m. Las puertas de entrada son dobles con una anchura de 0.90m cada una, y los servicios higiénicos cuentan con una sola puerta también de 0.90m de ancho.

##### 2.3 Dotación de elementos accesibles

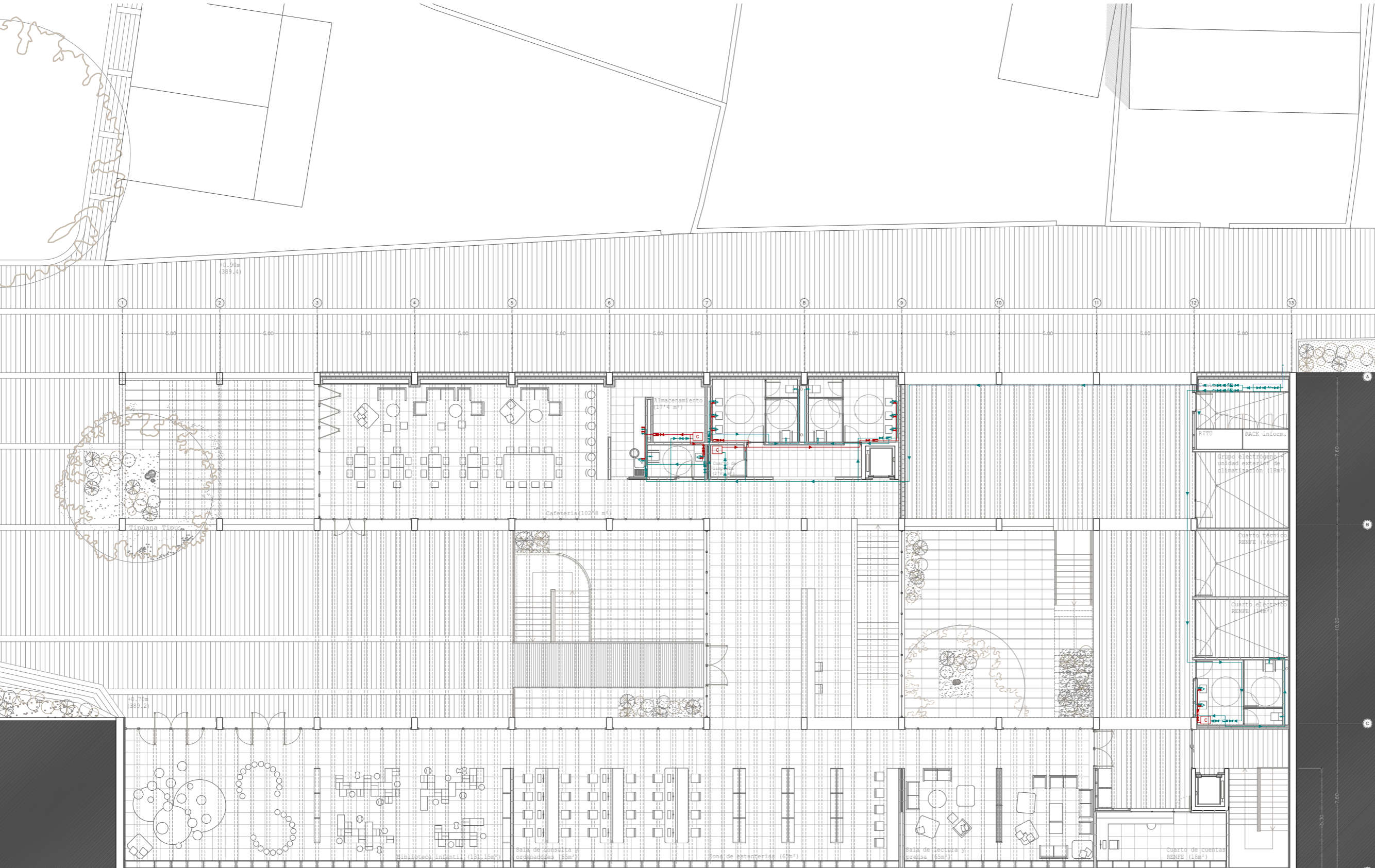
Se dispone de un baño accesible para cada sexo en cada uno de los núcleos de aseos públicos, así como también un baño accesible en el centro de información y turismo. Estos baños están comunicados con el itinerario accesible, con un espacio en su interior para el giro de 1.50m de diámetro. Los inodoros adaptados cuentan con barras de apoyo diferenciadas cromáticamente del entorno.







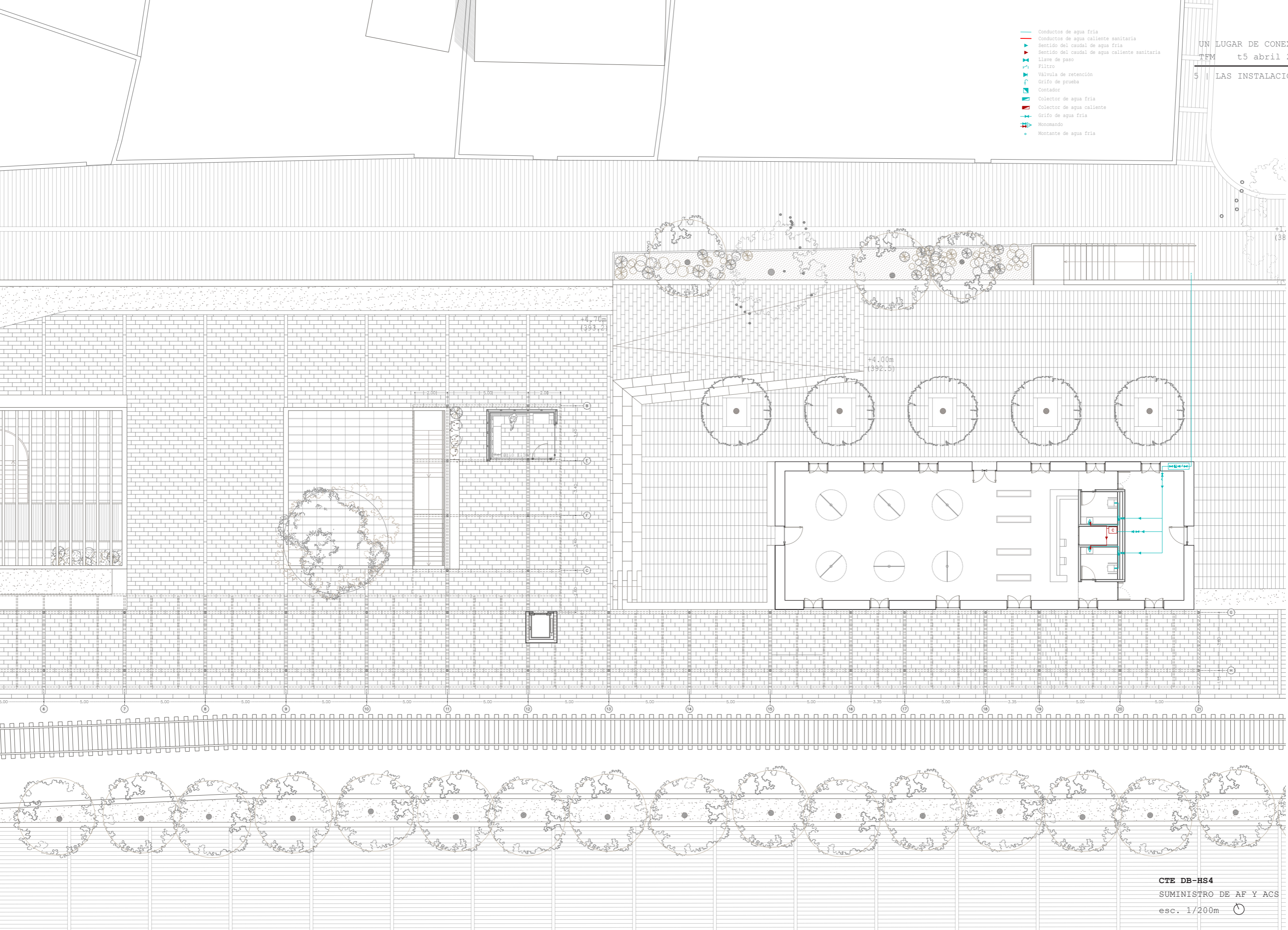
- Conductos de agua fría
- Conductos de agua caliente sanitaria
- Sentido del caudal de agua fría
- Sentido del caudal de agua caliente sanitaria
- Ilave de paso
- Filtro
- Válvula de retención
- Grifo de prueba
- Contador
- Colector de agua fría
- Colector de agua caliente
- Grifo de agua fría
- Monomando
- Montante de agua fría

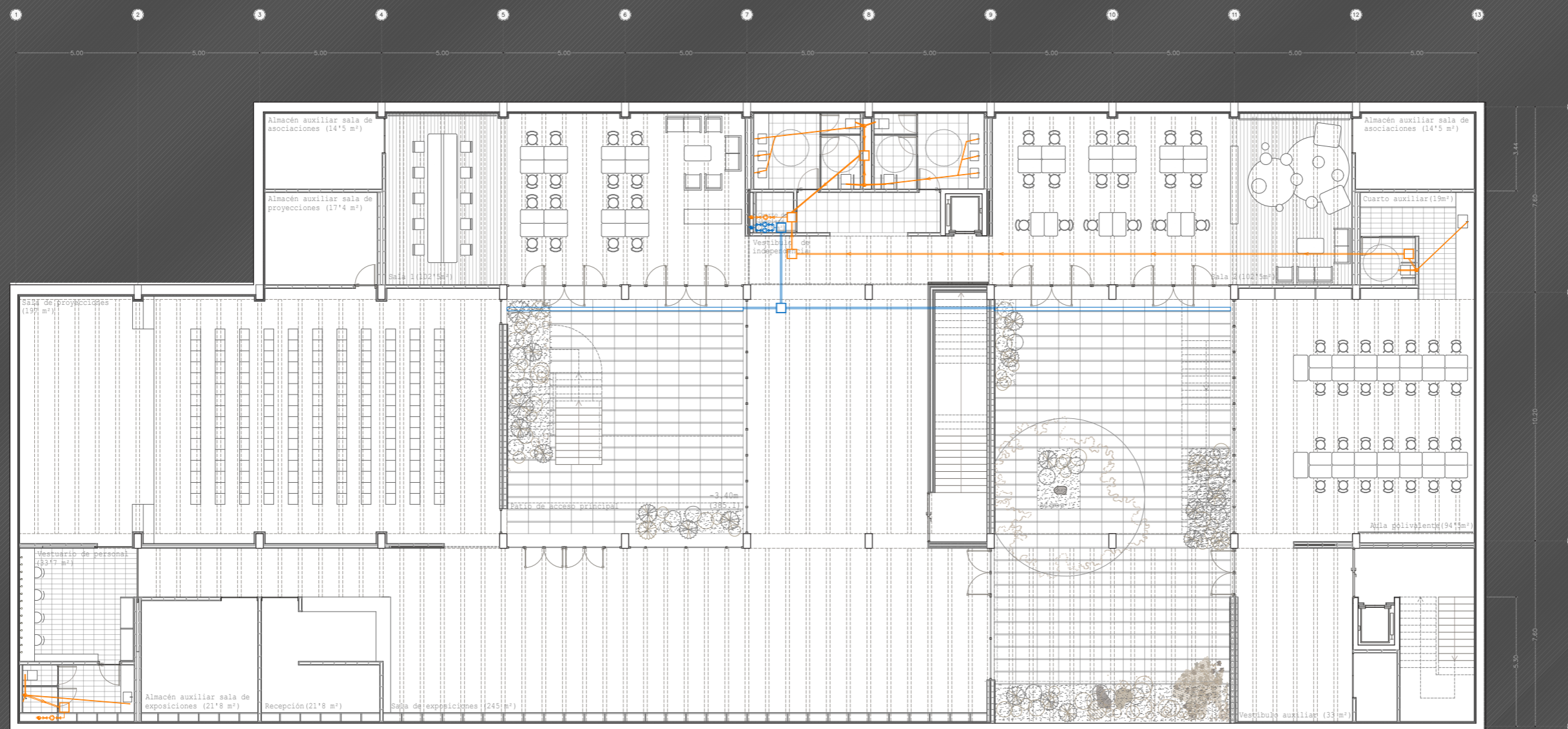


- Conductos de agua fría
- Conductos de agua caliente sanitaria
- Sentido del caudal de agua fría
- Sentido del caudal de agua caliente sanitaria
- Llave de paso
- Filtro
- Válvula de retención
- Grifo de prueba
- Contador
- Colector de agua fría
- Colector de agua caliente
- Grifo de agua fría
- Monomando
- Montante de agua fría

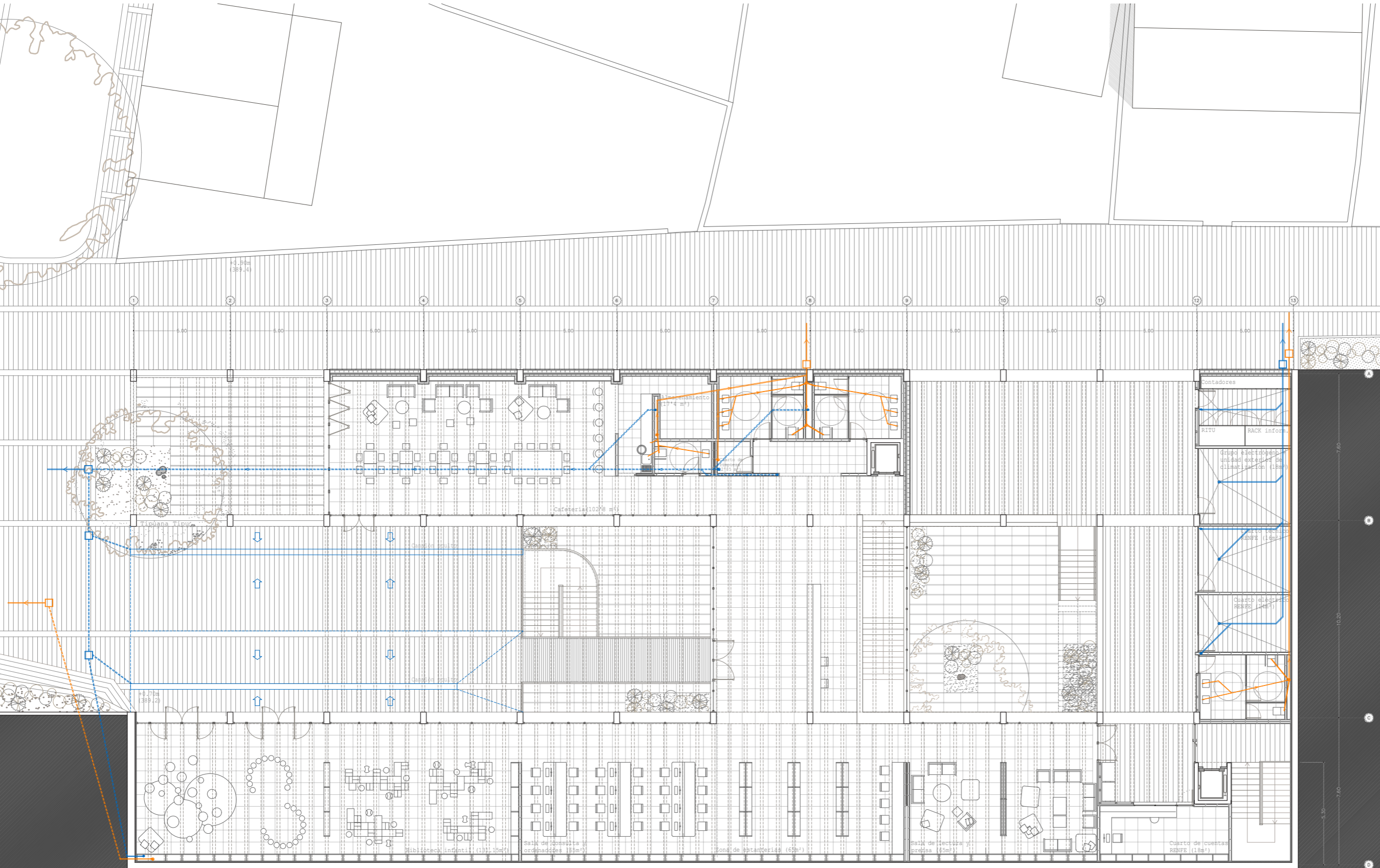


- Conductos de agua fría
- Conductos de agua caliente sanitaria
- ▶ Sentido del caudal de agua fría
- ▶ Sentido del caudal de agua caliente sanitaria
- ⌘ Llave de paso
- ⌘ Filtro
- ⌘ Válvula de retención
- ⌘ Grifo de prueba
- ⌘ Contador
- ⌘ Colector de agua fría
- ⌘ Colector de agua caliente
- ⌘ Grifo de agua fría
- ⌘ Monomando
- ⌘ Montante de agua fría









Evacuación de aguas residuales

- Arqueta
- Bajante aguas residuales
- Tubería de evacuación
- Ramal colector
- Estación de bombeo residuales

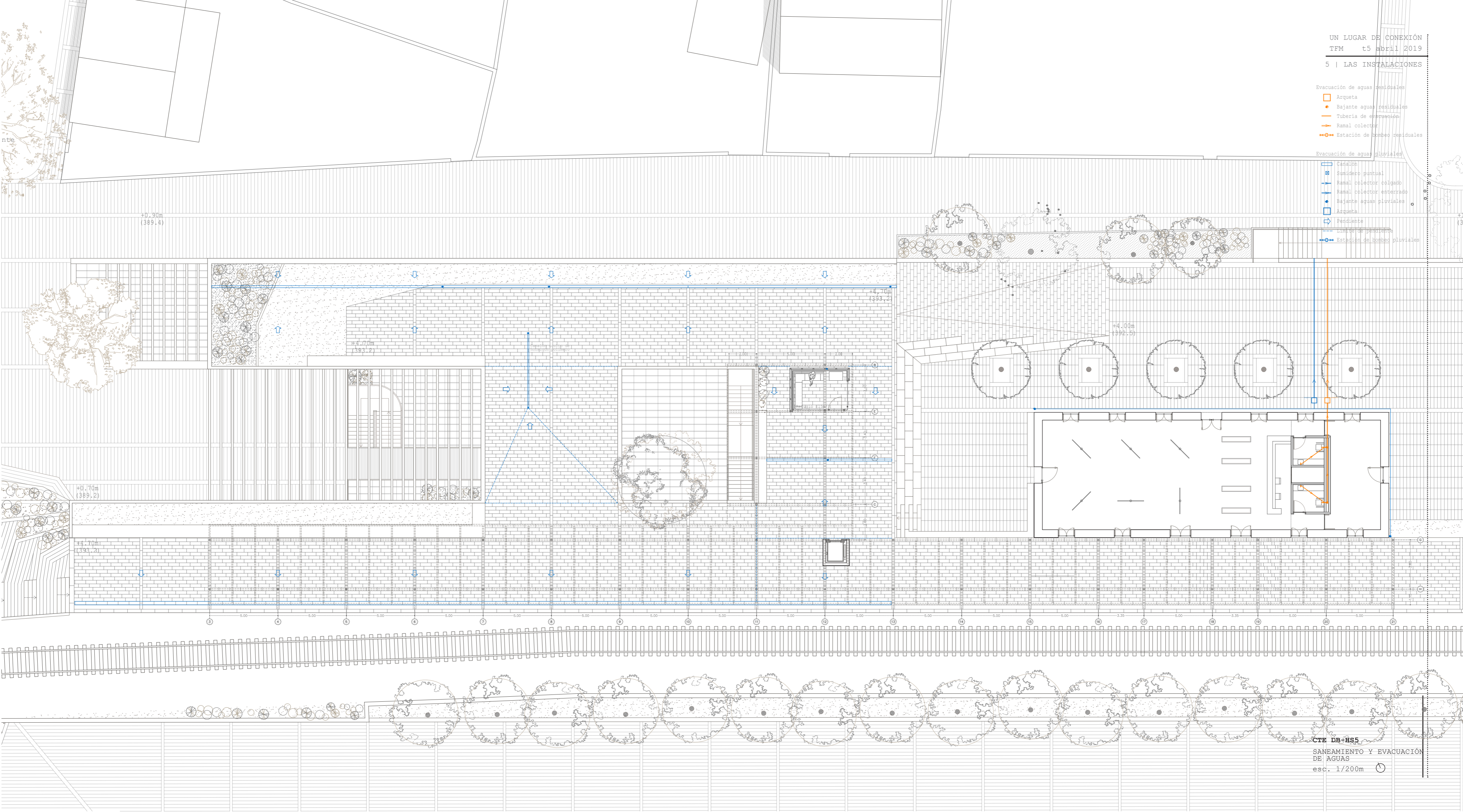
Evacuación de aguas pluviales

- Canchón
- ⊠ Sumidero puntual
- Ramal colector colgado
- Ramal colector enterrado
- Bajante aguas pluviales
- Arqueta
- Pendiente
- Límite de pendiente
- Estación de bombeo pluviales

**CTE DB-HS5**  
**SANEAMIENTO Y EVACUACIÓN DE AGUAS**  
esc. 1/200m

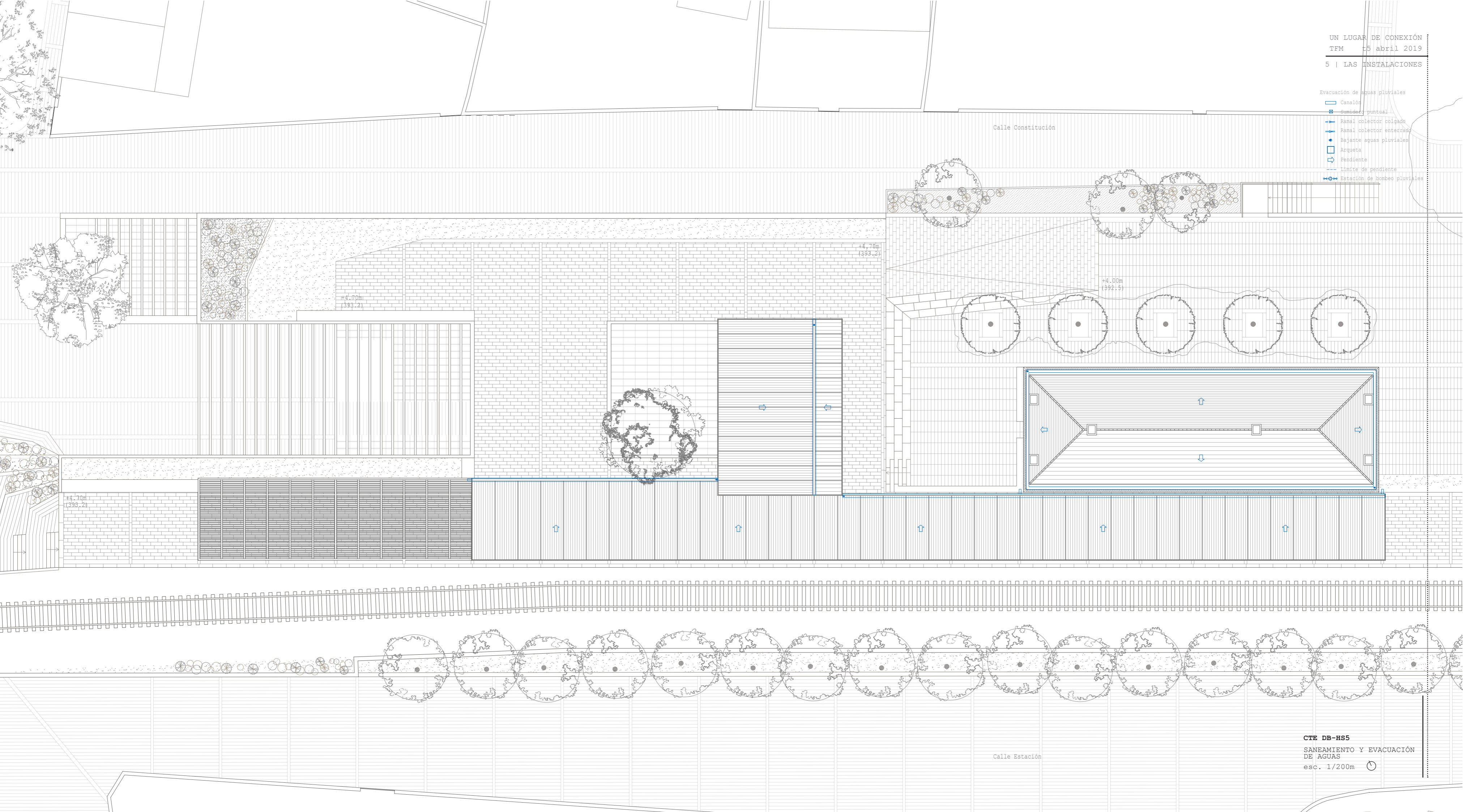
- Evacuación de aguas residuales
- Arqueta
  - Bajante aguas residuales
  - Tubería de evacuación
  - Ramal colector
  - Estación de bombeo residuales

- Evacuación de aguas pluviales
- Canalón
  - Sumidero puntual
  - Ramal colector colgado
  - Ramal colector enterrado
  - Bajante aguas pluviales
  - Arqueta
  - Pendiente
  - límite de pendiente
  - Estación de bombeo pluviales



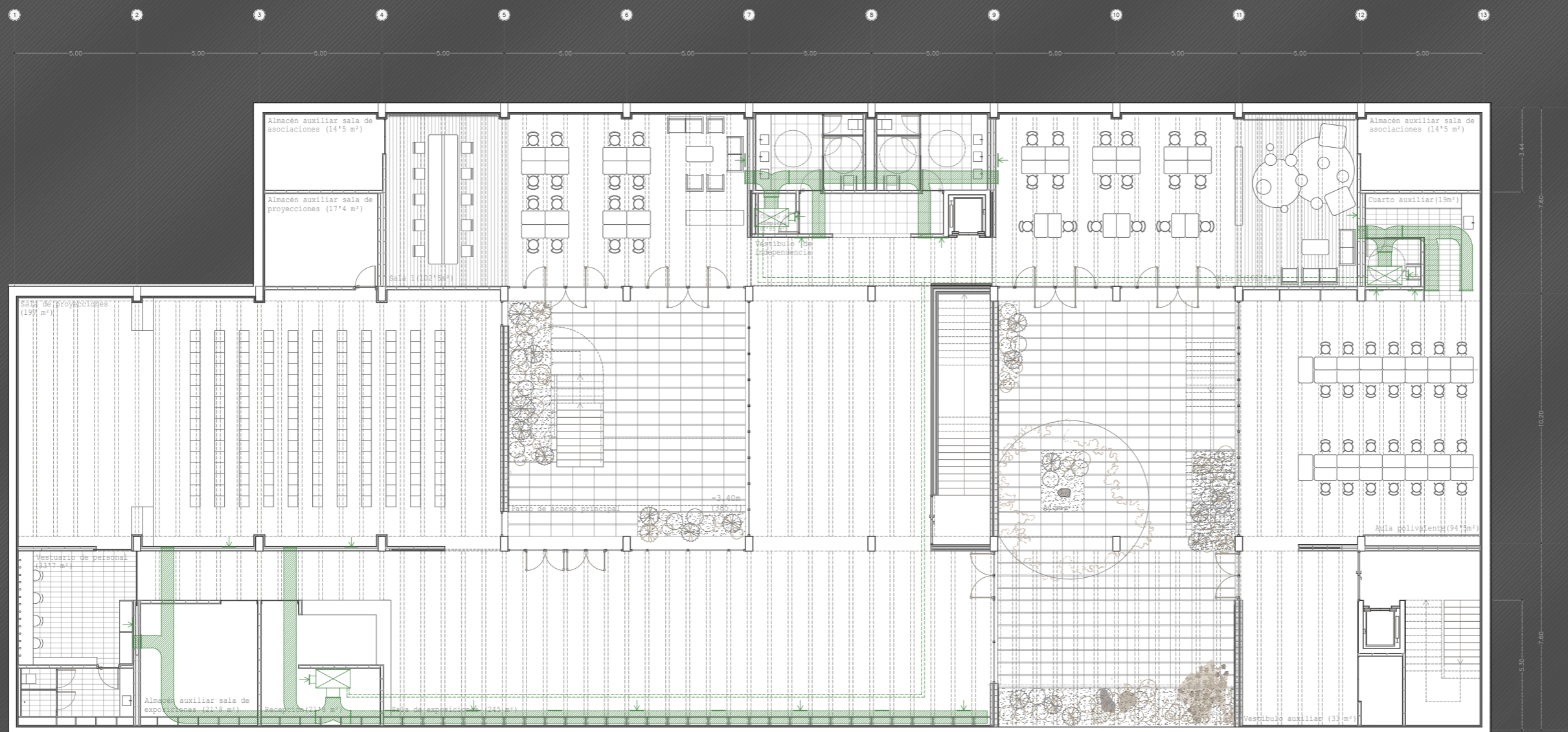


- Evacuación de aguas pluviales
- Canalón
  - Sumidero puntual
  - Ramal colector colgado
  - Ramal colector enterrado
  - Bajante aguas pluviales
  - Arqueta
  - Pendiente
  - Límite de pendiente
  - Estación de bombeo pluviales



Calle Constitución

Calle Estación

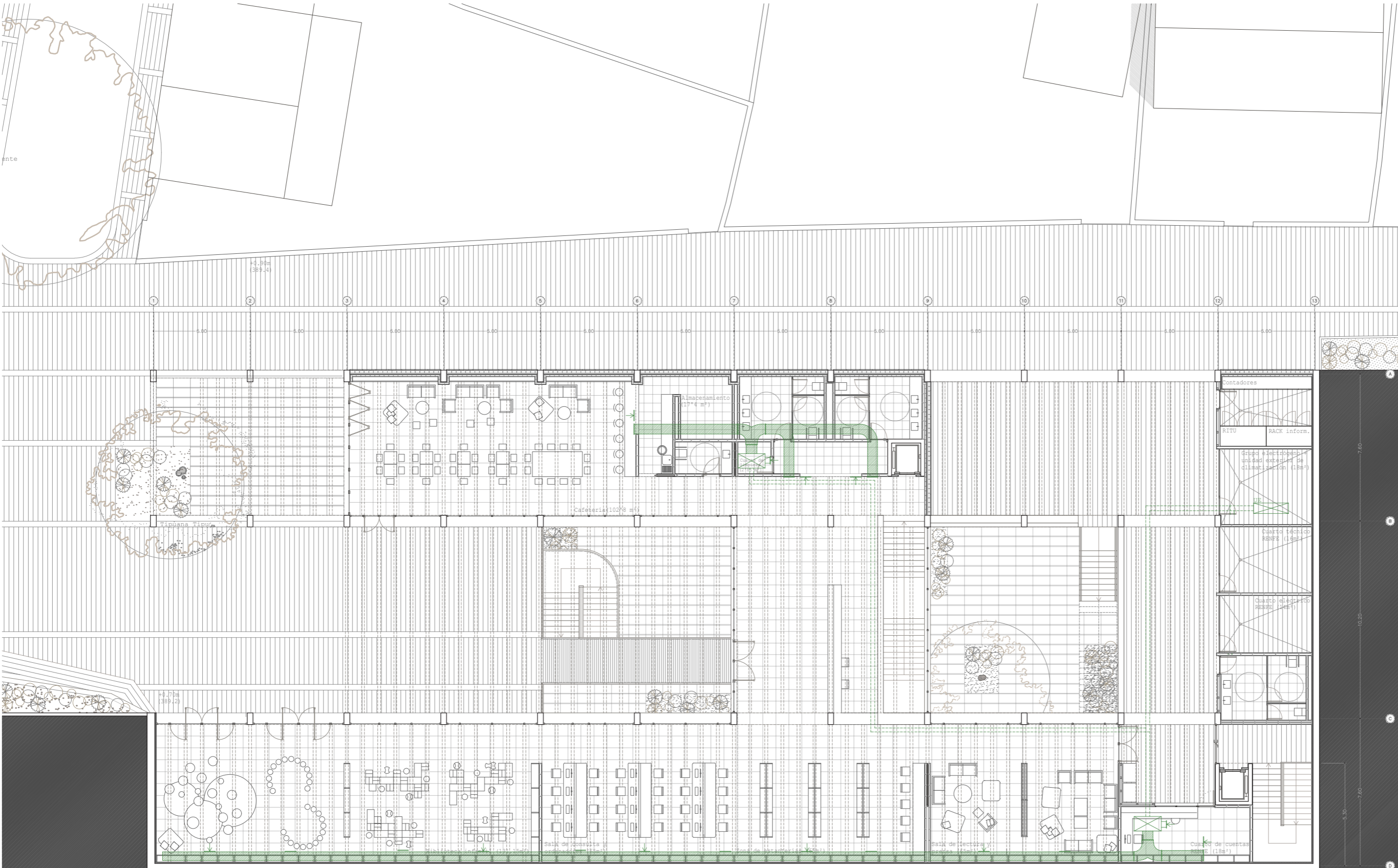








- Unidad exterior de climatización
- Unidad interior de climatización
- Rejilla de impulsión
- Rejilla de retorno
- Conducto de impulsión
- Tubo liquido refrigerante

CTE DB-HE  
CLIMATIZACIÓN


esc. 1/200m









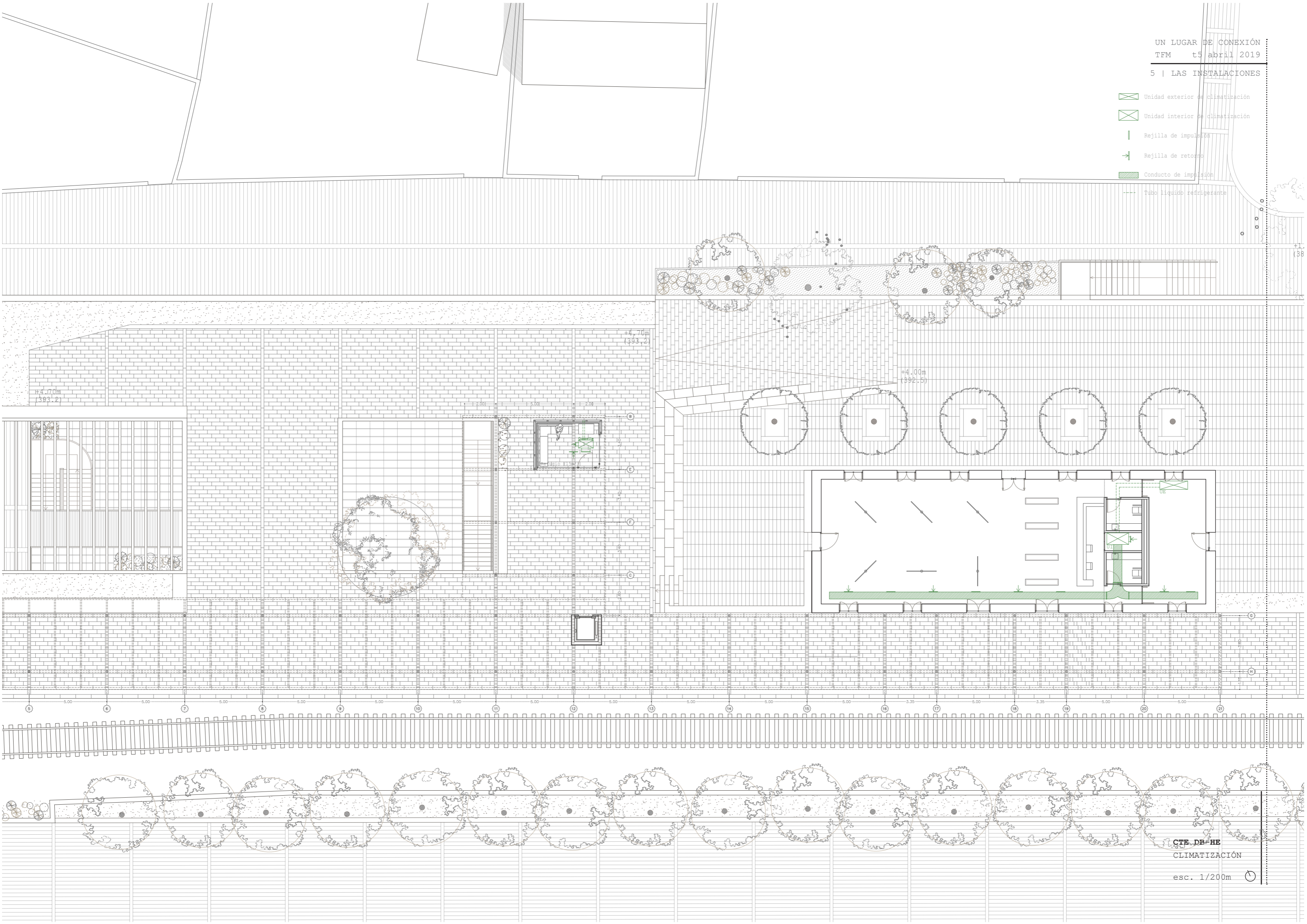


-  Unidad exterior de climatización
-  Unidad interior de climatización
-  Rejilla de impulsión
-  Rejilla de retorno
-  Conducto de impulsión
-  Tubo líquido refrigerante

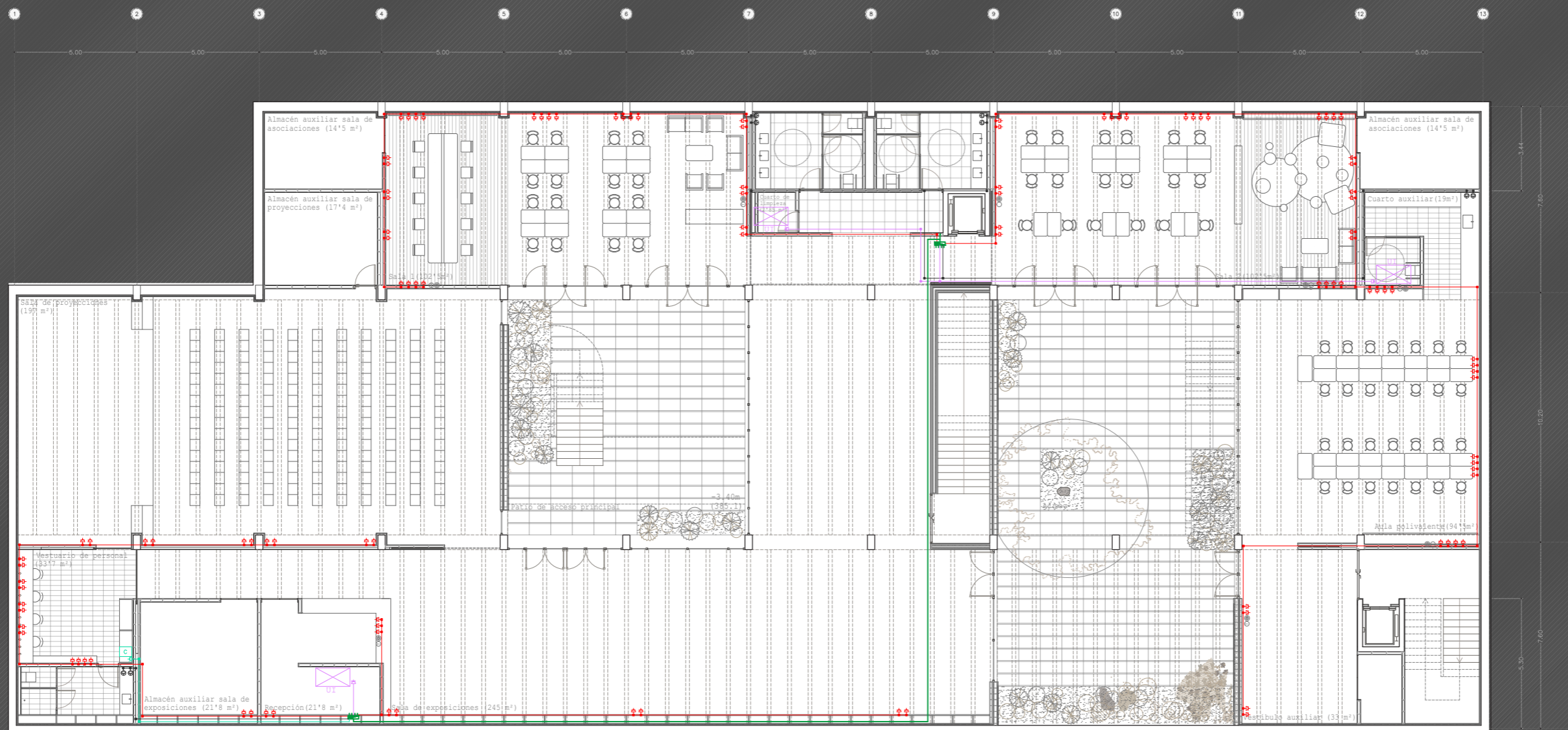
CTE DB-HE  
CLIMATIZACIÓN

esc. 1/200m 

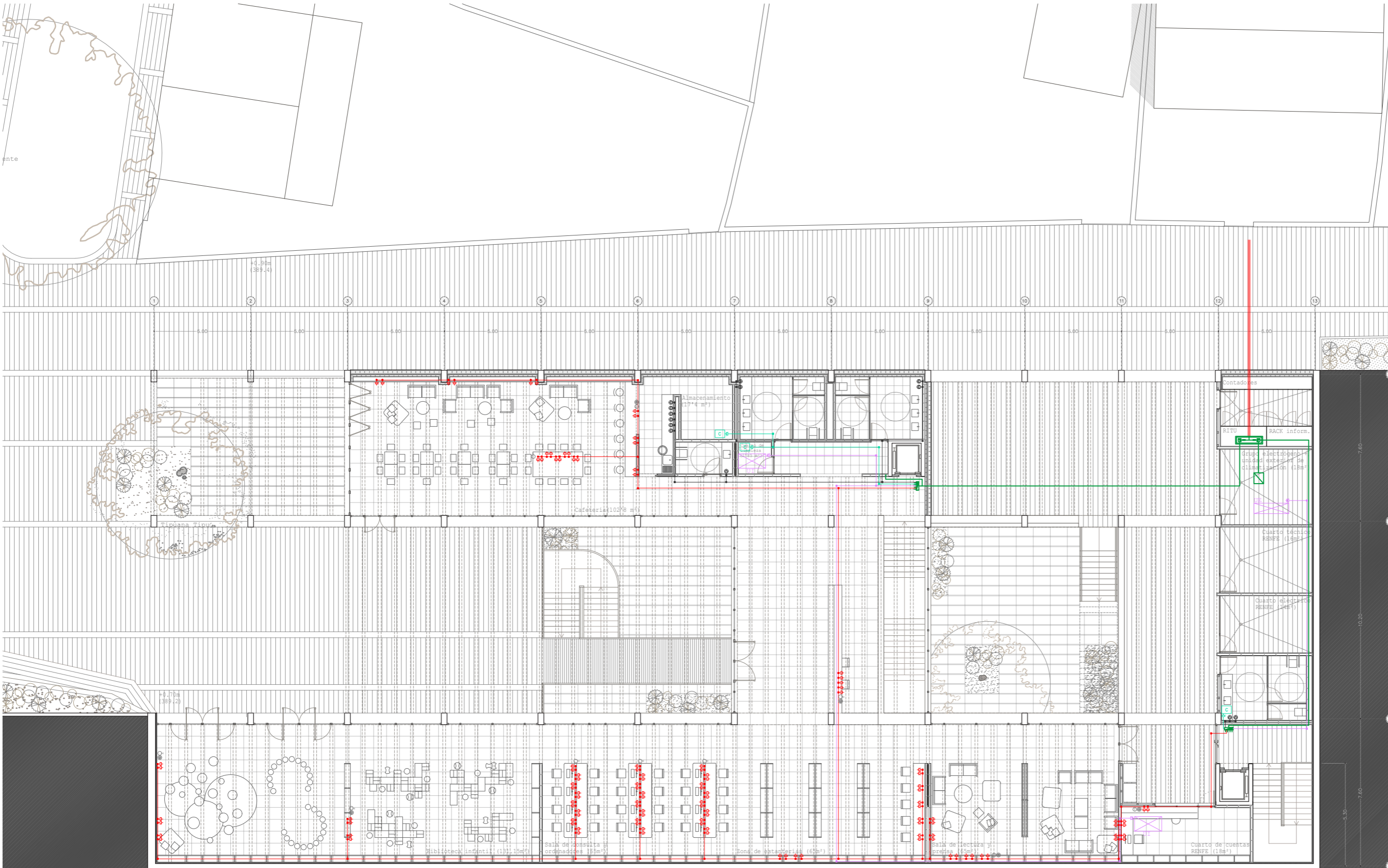
-  Unidad exterior de climatización
-  Unidad interior de climatización
-  Rejilla de impulsión
-  Rejilla de retorno
-  Conducto de impulsión
-  Tubo líquido refrigerante







- Acometida de baja tensión
- Derivación
- Caja general de protección
- Contador
- Fusible de seguridad
- Cuadro de distribución
- Base enchufe 25A
- Base enchufe 16A
- Base enchufe 16A Termo eléctrico
- Base enchufe estanco 16A
- Conexión telefónica
- Conexión TV

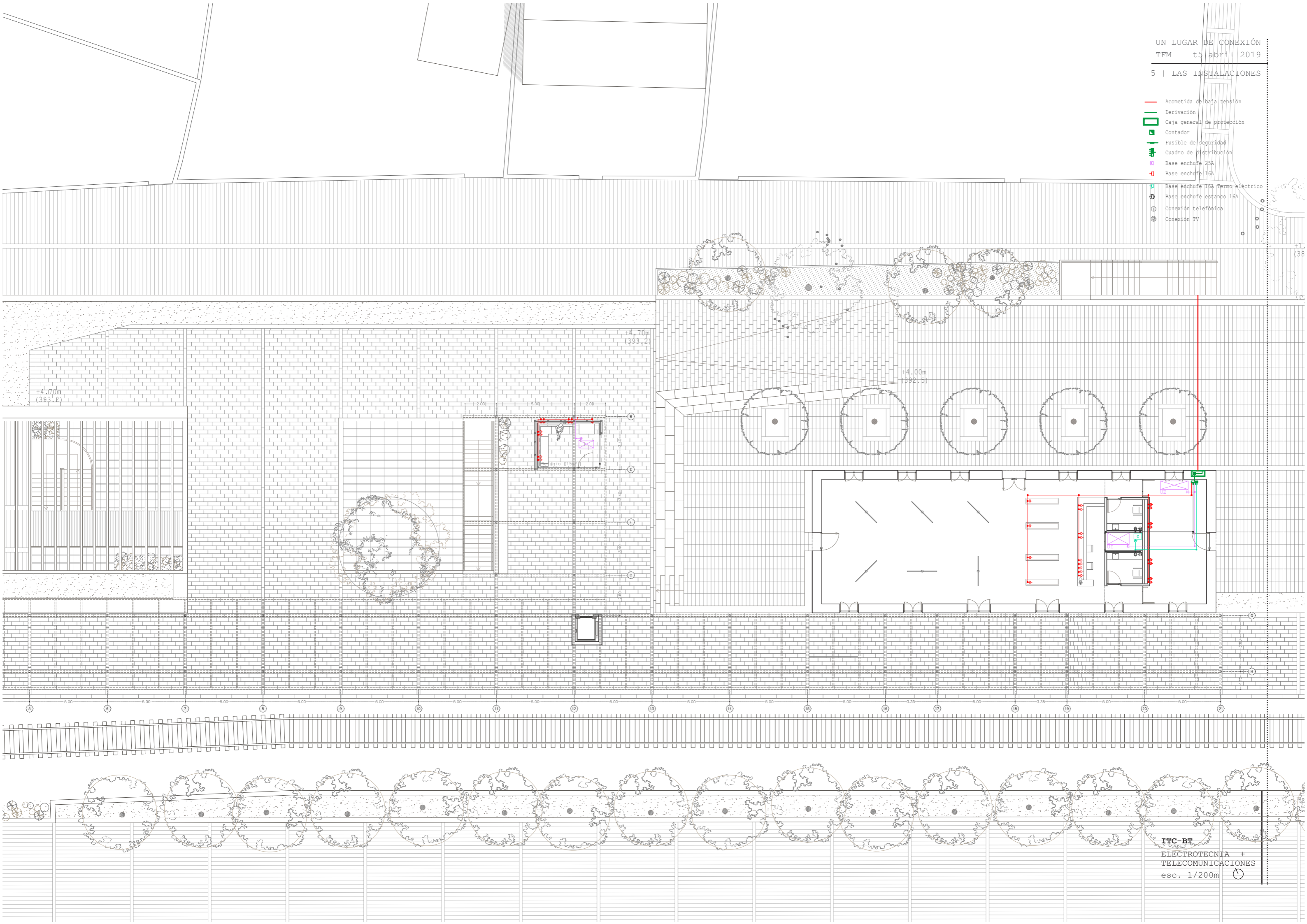


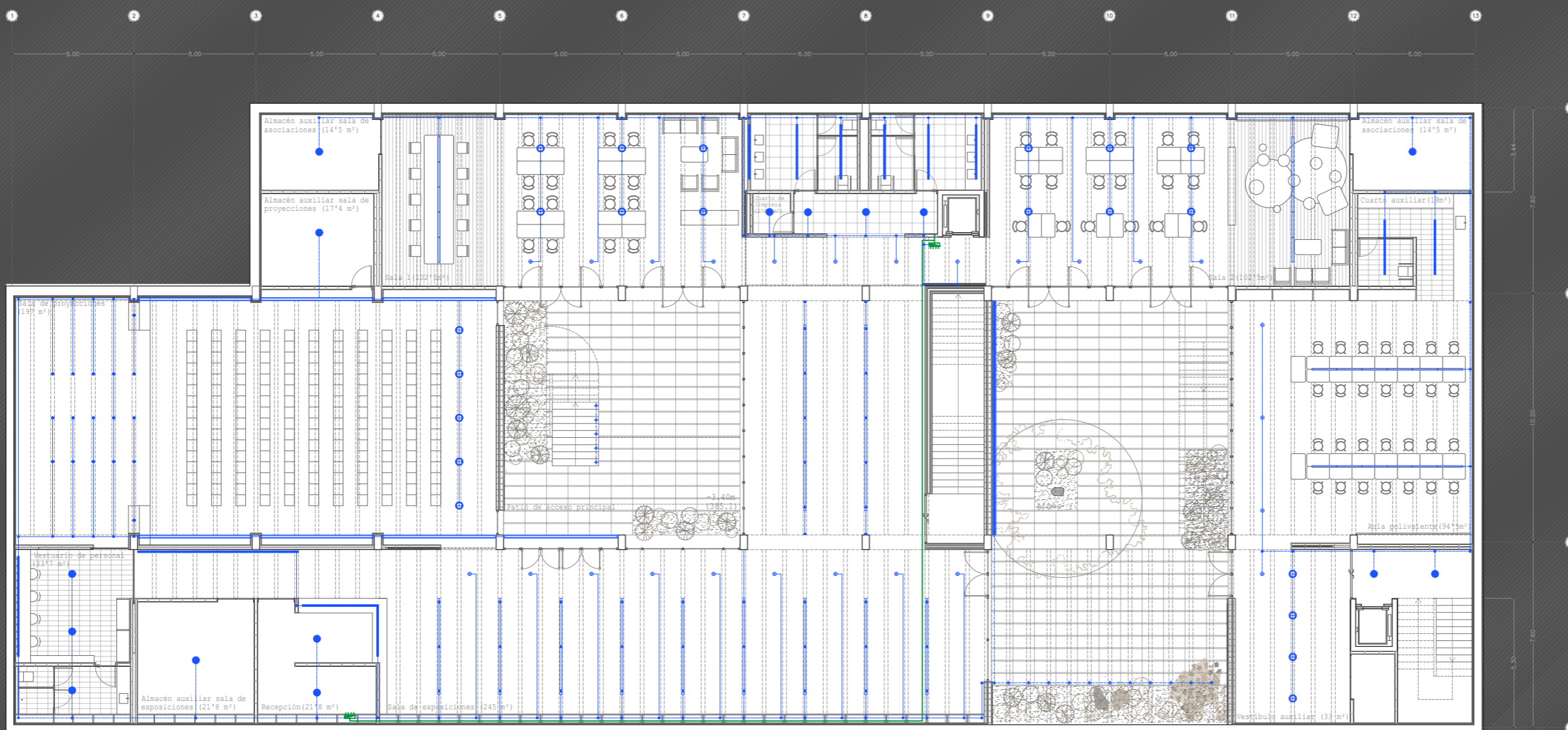
- Acometida de baja tensión
- Derivación
- Caja general de protección
- Contador
- Fusible de seguridad
- Cuadro de distribución
- Base enchufe 25A
- Base enchufe 16A
- Base enchufe 16A Termo eléctrico
- Base enchufe estanco 16A
- Conexión telefónica
- Conexión TV

**ITC-BT**  
ELECTROTECNIA +  
TELECOMUNICACIONES  
esc. 1/200m



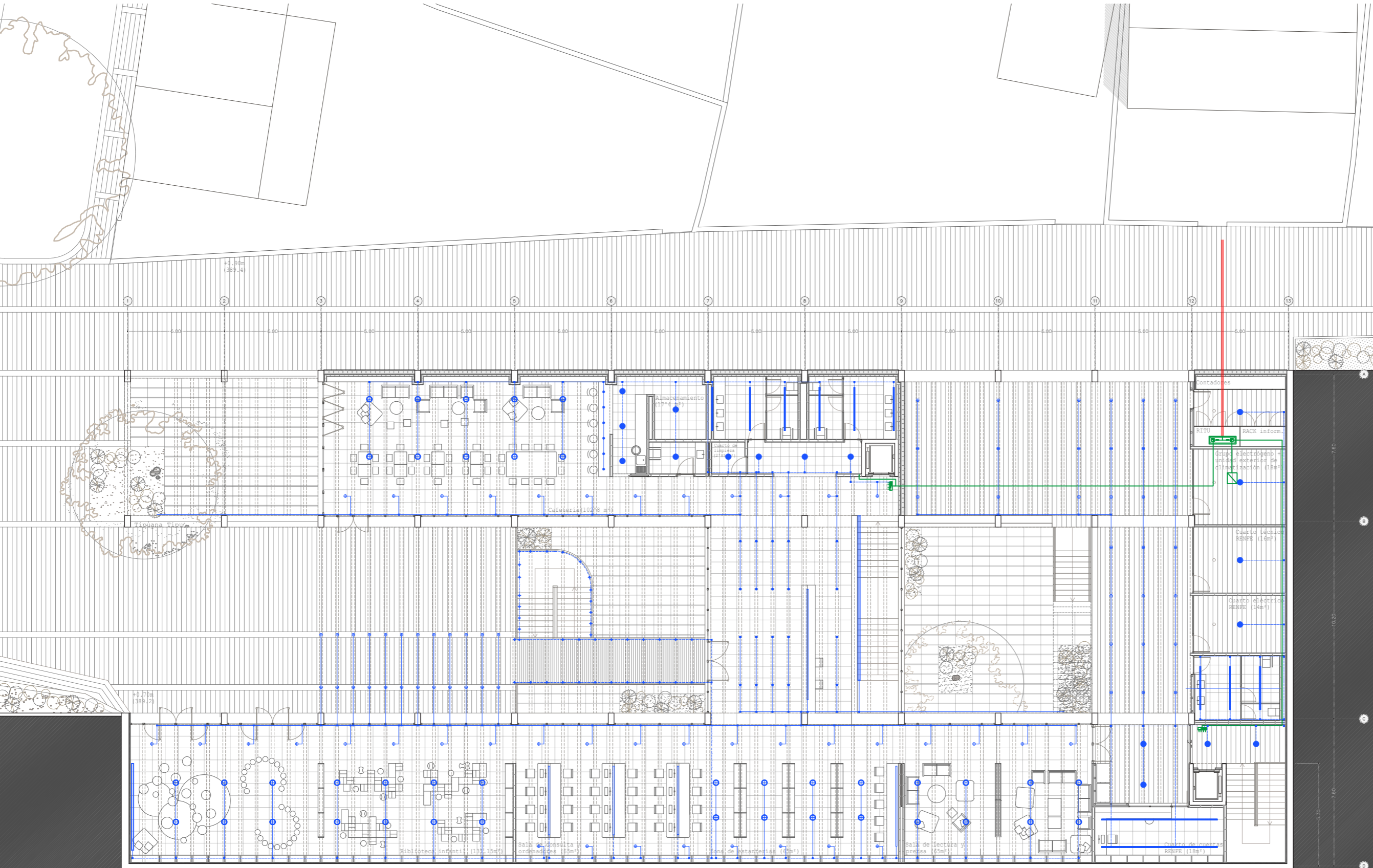
- Acometida de baja tensión
- Derivación
- Caja general de protección
- Contador
- Fusible de seguridad
- Cuadro de distribución
- Base enchufe 25A
- Base enchufe 16A
- Base enchufe 16A Termo eléctrico
- Base enchufe estanco 16A
- Conexión telefónica
- Conexión TV






















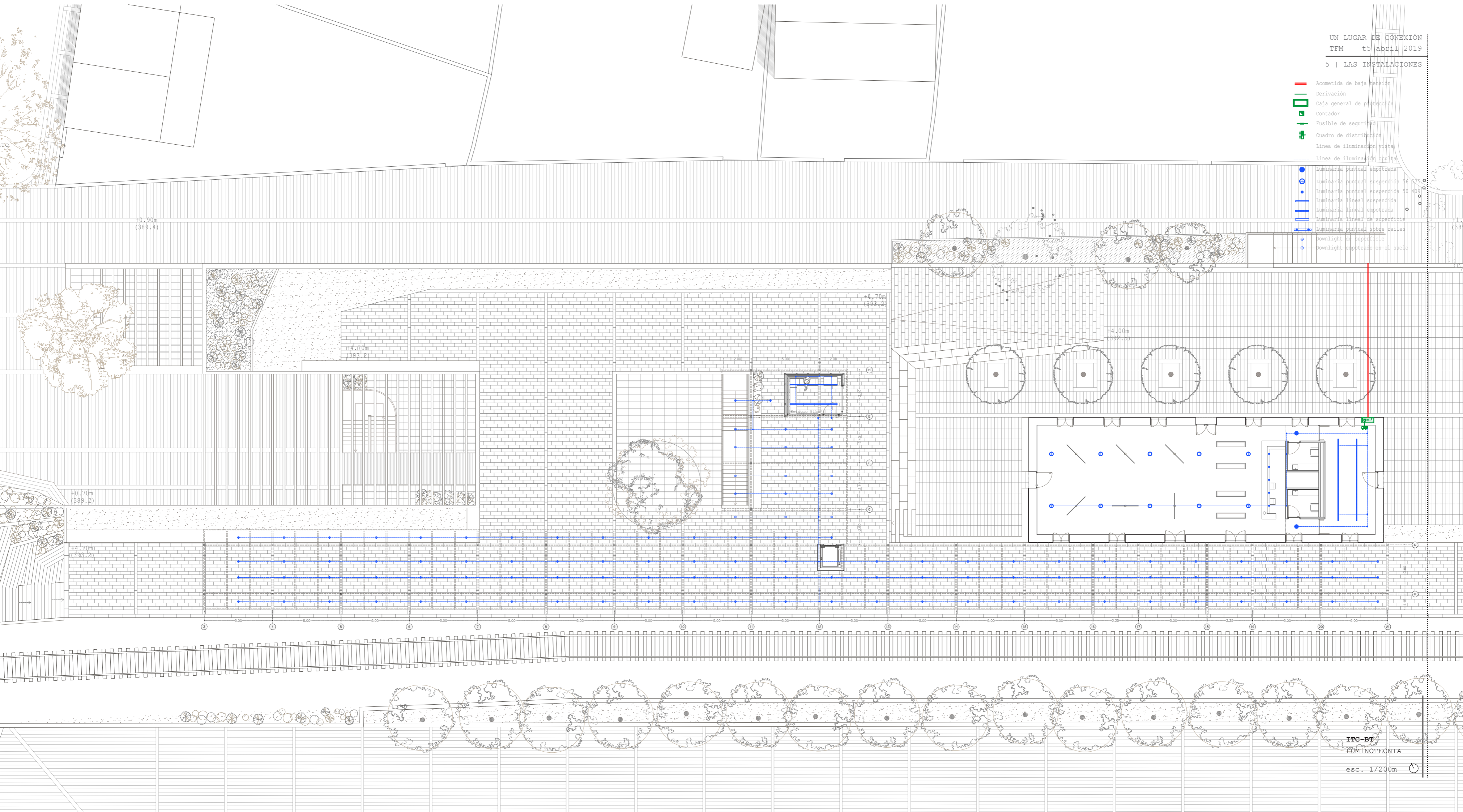
- Acometida de baja tensión
- Derivación
- Caja general de protección
- Contador
- Fusible de seguridad
- Cuadro de distribución
- Línea de iluminación vista
- Línea de iluminación oculta
- Luminaria puntual empotrada
- ⊕ Luminaria puntual suspendida 56 575.1
- Luminaria puntual suspendida 50 409
- Luminaria lineal suspendida
- Luminaria lineal empotrada
- Luminaria lineal de superficie
- Luminaria puntual sobre railes
- Downlight de superficie
- ⊕ Downlight empotrado en el suelo



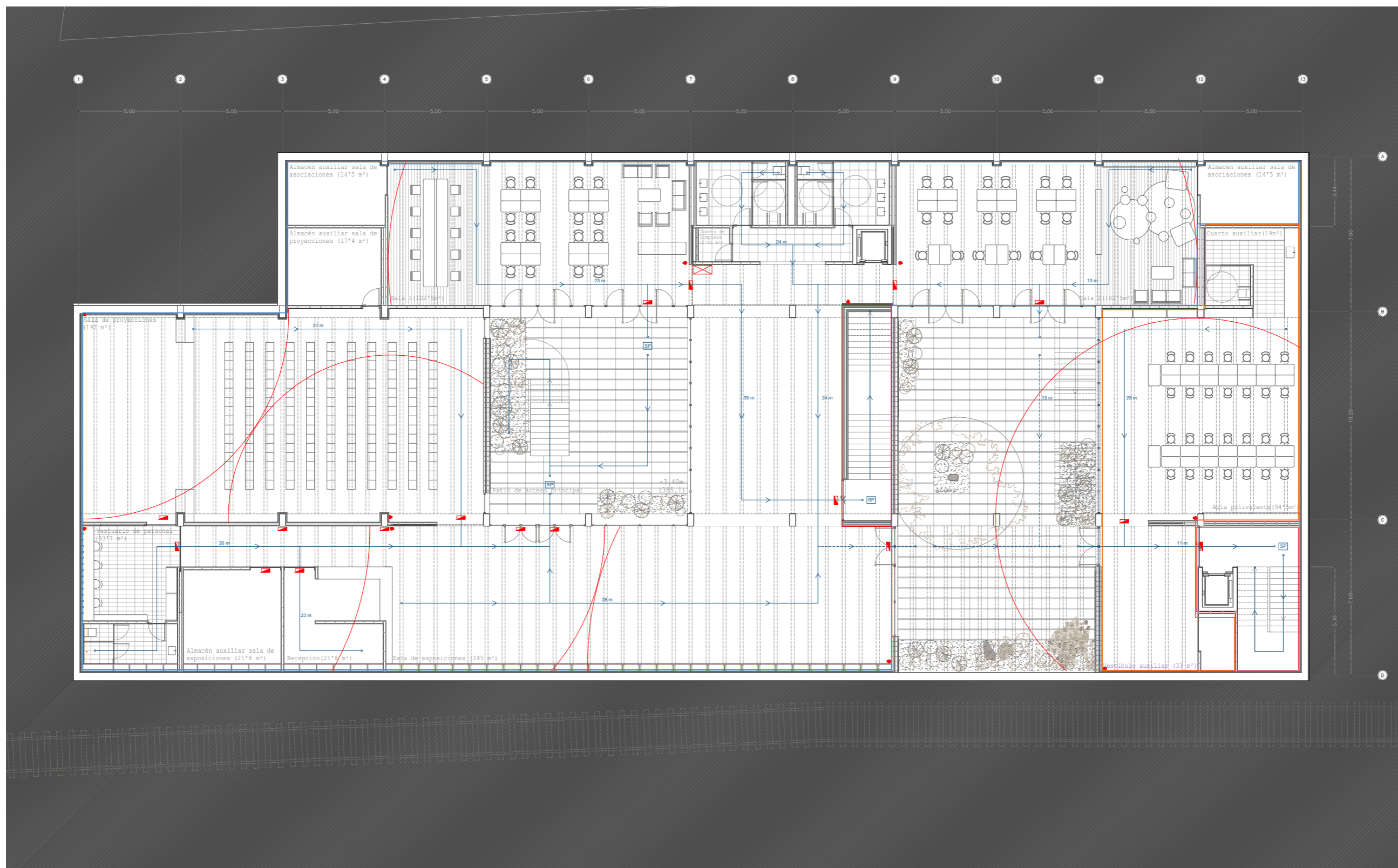


- Acometida de baja tensión
- Derivación
- Caja general de protección
- Contador
- + Fusible de seguridad
- Cuadro de distribución
- Línea de iluminación vista
- Línea de iluminación oculta
- Luminaria puntual empotrada
- ⊕ Luminaria puntual suspendida 56 575.1
- Luminaria puntual suspendida 50 409
- Luminaria lineal suspendida
- Luminaria lineal empotrada
- Luminaria lineal de superficie
- Luminaria puntual sobre railes
- ⊕ Downlight de superficie
- ⊕ Downlight empotrado en el suelo

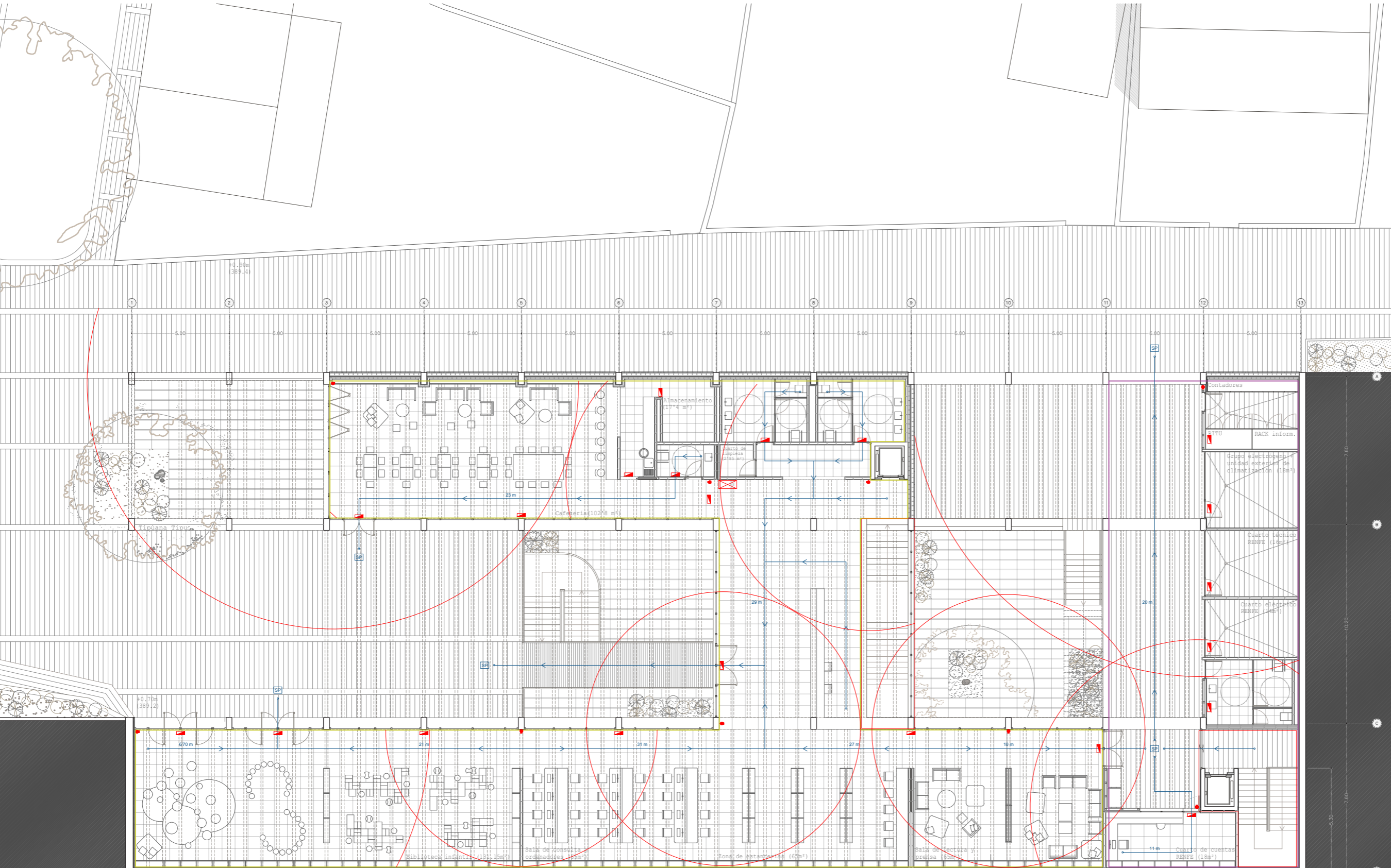
-  Acometida de baja tensión
-  Derivación
-  Caja general de protección
-  Contador
-  Fusible de seguridad
-  Cuadro de distribución
-  Línea de iluminación vista
-  Línea de iluminación oculta
-  Luminaria puntual empotrada
-  Luminaria puntual suspendida 56 575 0
-  Luminaria puntual suspendida 50 409
-  Luminaria lineal suspendida
-  Luminaria lineal empotrada
-  Luminaria lineal de superficie
-  Luminaria puntual sobre rasantes
-  Downlight de superficie
-  Downlight empotrado en el suelo



















- SP Salida de planta
- Recorrido de evacuación
- Sector de incendios 1
- Sector de incendios 2
- Sector de incendios 3
- Sector de incendios 4
- Sector de incendios 5
- Sector de incendios 6
- Escalera protegida
- ⊠ Boca de incendios
- Extintor portátil
- ▣ Luz de emergencia



- SP Salida de planta
- Recorrido de evacuación
- Sector de incendios 1
- Sector de incendios 2
- Sector de incendios 3
- Sector de incendios 4
- Sector de incendios 5
- Sector de incendios 6
- Escalera protegida
- ⊠ Boca de incendios
- Extintor portátil
- Luz de emergencia



-  Salida de planta
-  Recorrido de evacuación
-  Sector de incendios 1
-  Sector de incendios 2
-  Sector de incendios 3
-  Sector de incendios 4
-  Sector de incendios 5
-  Sector de incendios 6
-  Escalera protegida
-  Boca de incendios
-  Extintor portátil
-  Luz de emergencia

