

---

# CONSTRUCCIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL SIN USO, EJECUTADA CON ELEMENTOS PREFABRICADOS DE HORMIGÓN Y CUBIERTA TIPO DECK EN EL MUNICIPIO DE XIRIVELLA

26 jul. 15

---

AUTOR:

**RAÚL CAÑADA BASTIDA**

TUTOR ACADÉMICO:

**HÉCTOR NAVARRO CALVO**

Departamento de Construcciones Arquitectónicas



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



ESCOLA TÈCNICA SUPERIOR  
ENGINYERIA  
D'EDIFICACIÓ

## Resumen

El presente TFG tiene como objetivo mostrar todos los pasos para el diseño, planificación, construcción, normativa, prevención y seguridad etc, de una nave industrial sin uso en el municipio de Xirivella, en este caso ejecutada mediante elementos prefabricados de hormigón y con una cubierta tipo Deck.

Así pues, se conocerá mejor este tipo de materiales, observando las ventajas y desventajas de estos, conociendo su método de fabricación, controles de calidad, transporte y colocación.

Con todo ello, permitirá mostrar los posibles problemas que se pueden encontrar a lo largo de realización de este tipo de construcción y aplicar los procesos más correctos para un desarrollo satisfactorio de un futuro proyecto.

## Abstract

This final degree project aims to show all the steps to design, planning, construction, regulation, prevention and safety etc, a warehouse without use in the municipality of Xirivella, in this case executed using precast concrete and with a covered Deck type.

So, be known better this kind of materials, noting the advantages and disadvantages of these, knowing their method of manufacture, quality control, transportation and placement.

With all this, it will allow show the possible problems that can be found along this type of construction and apply the correct processes for successful development of a future Project.

**Palabras clave:** Construcción, elementos prefabricados de hormigón, nave industrial, cubierta Deck, edificación.

**keywords:** Construction, precast concrete elements, warehouse, cubierta Deck, edification.

## Agradecimientos

Quería agradecer a algunas personas y entidades la ayuda aportada que me han permitido desarrollar el Trabajo de Fin de Grado.

En primer lugar a mi tutor, que me ha ayudado a lo largo de todo el trabajo facilitándome esta tarea.

Por último dar las gracias a la empresa PACADAR, que me permitió conocer de primera mano que son los prefabricados de hormigón.

## Acrónimos utilizados

**BOE:** Boletín Oficial del Estado

**BOR:** Boletín Oficial Regional

**CTE:** Código Técnico de la Edificación

**DF:** Dirección Facultativa

**DOR:** Distintivo Oficialmente Reconocido

**EHE:** Instrucción del Hormigón Estructural

**MAM:** Ministerio de Medio Ambiente

**PNRCD:** Plan Nacional de Residuos de Construcción

**RCD:** Residuos de Construcción y Demolición

**R.D.:** Real Decreto

**UE:** Unión Europea

# Índice

<b>Resumen .....</b>	<b>1</b>
<b>Abstract.....</b>	<b>2</b>
<b>Agradecimientos.....</b>	<b>3</b>
<b>Acrónimos utilizados.....</b>	<b>4</b>
<b>Índice .....</b>	<b>5</b>
<b>Capítulo 1. ....</b>	<b>11</b>
<b>1. Introducción.....</b>	<b>11</b>
1.1. Motivación y justificación del trabajo .....	11
1.2. Objetivos.....	12
1.3. Metodología .....	12
1.4. Problemas.....	13
<b>2. Presentación de los prefabricados de hormigón .....</b>	<b>15</b>
2.1. Definición.....	15
2.2. Antecedentes.....	20
<b>3. Hormigón prefabricado. Ventajas y desventajas. ....</b>	<b>25</b>
3.1. Ventajas.....	25
3.1.1. Tipo económico. ....	25
3.1.2. Tipo técnico. ....	26
3.1.3. Diseño.....	27
3.2. Desventajas.....	27

<b>4.</b>	<b>Cubierta Deck. Ventajas y Desventajas</b> .....	<b>29</b>
4.1.	Ventajas.....	29
4.2.	Desventajas.....	30
<b>5.</b>	<b>Hormigón Pretensado</b> .....	<b>31</b>
5.1.	Introducción.....	31
5.2.	Antecedentes.....	31
5.3.	Tipos.....	32
5.4.	Aplicación y cálculo.....	34
5.5.	Beneficios e inconvenientes .....	36
5.5.1.	Beneficios.....	36
5.5.2.	Inconvenientes .....	37
<b>6.</b>	<b>Diferentes elementos Prefabricados</b> .....	<b>38</b>
6.1.	Elementos Estructurales.....	38
6.1.1.	Cimentación.....	38
6.1.2.	Estructura .....	43
6.2.	Elementos de Cerramiento.....	52
6.3.	Elementos de Cubierta. ....	59
6.4.	Otros .....	68
<b>7.</b>	<b>Proceso de Fabricación</b> .....	<b>69</b>
7.1.	Elementos de Hormigón Armado .....	75
7.2.	Losas alveolares y viguetas.....	79
7.3.	Elementos de grandes dimensiones.....	84

<b>8. Comparación Estructura metálica y Estructura de hormigón prefabricado</b> .....	<b>86</b>
<b>9. Memoria Descriptiva</b> .....	<b>89</b>
9.1. Consideraciones Previas .....	89
9.1.1. Ordenanzas.....	90
9.1.2. Condiciones estéticas.....	91
9.1.3. Otras Condiciones.....	91
9.2. Situación del Solar .....	92
<b>10. Memoria Constructiva</b> .....	<b>97</b>
10.1. Descripción del solar.....	97
10.2. Cimentación.....	98
10.3. Red de Saneamiento.....	102
10.4. Estructura .....	104
10.4.1. Soportes.....	104
10.4.2. Estructura horizontal .....	108
10.4.3. Estructura de cubierta .....	110
10.5. Cubierta .....	114
10.6. Sistemas de cerramiento .....	115
10.7. Sistema de particiones interiores.....	123
10.8. Sistema de acabados .....	125
10.8.1. Acabados verticales .....	125
10.8.2. Acabados horizontales.....	125

10.8.3.	Acabados exteriores .....	126
10.9.	Instalaciones .....	128
10.9.1.	Instalación Eléctrica .....	128
10.9.2.	Instalación de fontanería .....	129
10.10.	Equipamiento .....	130
<b>11.</b>	<b>Proceso de Ejecución .....</b>	<b>133</b>
11.1.	Actuaciones Previas y Acondicionamiento del terreno	133
11.2.	Cimentación .....	134
11.3.	Estructura de soportes .....	136
11.4.	Forjados .....	138
11.5.	Vigas de cubierta .....	140
11.6.	Correas.....	141
11.7.	Paneles de Cerramiento .....	142
11.8.	Montaje Cubierta <i>deck</i> .....	145
11.9.	Solera .....	148
11.10.	Muro cortina.....	152
<b>12.</b>	<b>Seguridad y Salud en el Proceso de Ejecución .....</b>	<b>154</b>
12.1.	Análisis de riesgos.....	154
12.2.	Medios utilizados.....	161
12.3.	Descripción protecciones colectivas.....	161
<b>13.</b>	<b>Control de Calidad .....</b>	<b>165</b>
13.1.	Aspectos Generales .....	165

13.1.1.	Conformidades .....	166
13.2.	Control del hormigón.....	167
13.3.	Control de los Prefabricados .....	171
13.3.1.	Control del hormigón Prefabricado .....	174
13.3.2.	Control del acero y armaduras. ....	176
13.4.	Control durante la ejecución .....	181
<b>14.</b>	<b>Transporte. ....</b>	<b>185</b>
<b>15.</b>	<b>Estudio de Gestión de Residuos .....</b>	<b>190</b>
15.1.	Agentes Intervinientes.....	190
15.1.1.	Identificación .....	190
15.1.2.	Obligaciones .....	191
15.2.	Normativa y legislación aplicable .....	192
15.3.	Estimación de la cantidad de Gestión de residuos de Construcción y demolición. ....	193
15.3.1.	Identificación de residuos.....	193
15.3.2.	Estimación de residuos .....	196
15.3.3.	Medidas para la prevención de residuos en obra. ....	197
15.3.4.	Operaciones de reutilización, valoración o eliminación a la que se destinarán los residuos que se generen en obra. ....	198
15.3.5.	Medidas para la separación de los residuos en obra ...	199
15.3.6.	Prescripciones técnicas del proyecto para la gestión de residuos	200

15.3.7. Valoración económica de la gestión de residuos de construcción .....	202
<b>Capítulo 2. ....</b>	<b>203</b>
<b>Conclusiones.....</b>	<b>203</b>
<b>Capítulo 3. ....</b>	<b>205</b>
<b>Bibliografía .....</b>	<b>205</b>
<b>Páginas web consultadas .....</b>	<b>210</b>
<b>Capítulo 4. ....</b>	<b>213</b>
<b>Índice de Figuras .....</b>	<b>213</b>
<b>Índice de Tablas .....</b>	<b>218</b>
<b>Anexos .....</b>	<b>220</b>

# Capítulo 1.

## 1. Introducción

### 1.1. Motivación y justificación del trabajo

La idea de la realización de este trabajo viene dada por la motivación de poder crear el diseño y la construcción de un edificio desde cero, que sea una creación propia, con un objetivo principal como es que un edificio sea capaz de albergar en un futuro una determinada función.

Por consiguiente conocer todos los aspectos que puedan influir en el desarrollo de este tipo de proyecto y ser capaz de solventar todos los problemas que puedan surgir y poder aplicar todos los conocimientos adquiridos a lo largo de los años en el Grado de Arquitectura Técnica.

Por otro lado, poder conocer en profundidad las construcción modular con prefabricados de hormigón, la cual será la utilizada en la edificación de este proyecto.

Y finalmente, intentar asemejar este proyecto a lo que sería un proyecto real, permitiéndome saber de la manera más cercana posible, a lo que sería la vida laboral en este sector.

## 1.2. Objetivos

El presente trabajo tiene como finalidad mostrar cómo se compone, construye y diseña una nave industrial sin uso realizada con elementos prefabricados de hormigón y cubierta tipo *deck*, ajustando a esta las exigencias de las normas que en este caso afecten.

A su vez se exponen a lo largo de este trabajo a modo general los diferentes sistemas constructivos y todos los elementos que se puedan encontrar en relación a la construcción prefabricada de hormigón, intentando orientar cuál de todos ellos es el que se acerca más a las características que se exigen y que mejor propiedades dará.

Además de saber de primera mano sus métodos de fabricación, materiales que se utilizan, al igual que los estrictos controles de calidad que son necesarios superar.

Por otro lado, también se pretende abarcar todos los sectores de los que se compone un proyecto de diseño y construcción, consiguiendo así conocer lo máximo de cada uno de ellos, garantizando que el TFG sea lo más completo posible.

Todo ello con el fin de sustentar una propuesta viable de diseño de una nave industrial para que en un futuro sea posible la construcción y venta de esta.

## 1.3. Metodología

Para poder llevar a cabo un buen trabajo es necesario seguir una metodología que permita facilitar el desarrollo de este. Por ello se divide en varias fases la metodología a seguir, con el objetivo de evitar que en

el momento de finalización del TFG hubiera la menor cantidad de incongruencias entre los diferentes capítulos del trabajo.

La metodología fue la siguiente:

1. Elección de la ubicación y de la parcela donde se situaría la nave industrial a desarrollar, ajustándose lo mejor posible a los requisitos que exigía.
2. Recabar toda la normativa edificatoria que es de aplicación a la parcela elegida, reduciendo toda esta a los artículos y parámetros urbanísticos que afectasen a dicha parcela.
3. Exhaustivo estudio de la construcción con elementos prefabricados de hormigón, lo que conllevó tener que buscar mucha información y ponerme en contacto que diversas empresas del sector, con el objetivo de poder conocer todas las características de esta construcción, como son los diferentes elementos que la conforman, procesos de ejecución y fabricación.
4. Elección los diferentes elementos que se utilizarán en la nave industrial ajustándose a las características que necesitamos.
5. Finalmente, aplicación de todos los conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera y del estudio previo a la realización el proyecto.

## 1.4. Problemas

A lo largo de la realización de este trabajo me encontré con una serie de problemas, los cuales eran necesarios solventar, ya que estos perjudicaban la metodología de trabajo a seguir y podían llegar a causar que el TFG no se desarrollase en las mejores condiciones.

El principal problema que me encontré para búsqueda de la normativa edificatoria de aplicación a este trabajo, además de ser difícil el encontrar información acerca de todo lo que conlleva la situación de la parcela. Tenía cierta dificultad para poder acceder a todos estos documentos.

Por último, otro de los grandes problemas que en un principio me afectó fue el cierto desconocimiento que tenía de la construcción con elementos prefabricados de hormigón, debido a que a lo largo de los años que he estado en la carrera, esta construcción, apenas llegamos a ver todo lo que nos puedo llegar a otorgar, además de desconocer innumerables sistemas constructivos que esta construcción conlleva.

Por ello fue necesario un gran estudio previo, recabando mucha información y documentación sobre este tipo de construcción y los elementos que se utilizan para llevarla a cabo.

## 2. Presentación de los prefabricados de hormigón

### 2.1. Definición

Los productos prefabricados de hormigón, son productos fabricados con hormigón como material principal y acero, y que se fabrican en una planta de producción fija. Todos los productos que pasan por este proceso industrializado están bajo un sistema de controles para verificar si cumple con los requisitos de calidad, resistencia etc,. Una vez terminada la fabricación de cada una de las piezas, estas quedarán almacenadas hasta que llegue el momento de transportarlas para su puesta en obra.

Con todo esto podemos considerar que se ha conseguido una construcción industrializada, un método que tiene la mayor proyección de futuro.

La prefabricación la debemos de entender como la industrialización de la construcción, que permite englobar una gran diversidad de tipologías que son susceptibles de ser realizadas con prefabricados de hormigón y se agrupan en los siguientes tipos:

- Edificación Residencial: Viviendas unifamiliares y plurifamiliares.
- Edificación Industrial: Refinerías, Plantas de Regasificación, Centrales de Producción eléctrica, Almacenaje, etc...
- Centros Dotacionales: Deportivos, educativos, hospitalarios y penitenciarios.
- Plantas de tratamiento de agua: Depuradoras y desaladoras.

El hormigón es un material de construcción tradicional, y el material principal de esta construcción, ya que presenta propiedades reológicas muy ventajosas y sobretodo cabe destacar la asociación que se produce con el acero, permitiendo realizar grandes estructuras.

Por otra parte, como está dispuesto en el libro de Edificación con Prefabricados de Hormigón de IECA (Vaquero, y otros, 1996), la prefabricación ha modificado la idea de monolitismo e inmovilidad en las estructuras de hormigón. Las posibilidades que este material tiene actualmente han sido aprovechadas por la industria de la prefabricación.

Las propiedades más importantes de las que se benefician los prefabricados de hormigón son:

- **Resistencia estructural:** Los prefabricados poseen una elevada resistencia a compresión, y además el acero embebido dentro del hormigón pretensado y armado proporciona una buena resistencia a los esfuerzos de tracción.
- **Resistencia al fuego:** Este tipo de estructuras tienen una gran resistencia al fuego sin la necesidad de ningún tipo de protección adicional lo que conlleva una fácil adaptación a la normativa vigente en cada caso.
- **Aislamiento acústico y térmico:** Los paneles de hormigón que se utilizan a modo de cerramiento, presentan unos coeficientes de  $0,60 \text{ kcal/h.m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$  y reducciones acústicas de 50 dB pudiéndose incrementar en los casos que se añadan otros materiales aislantes que conjuntamente trabajen mejor.
- **Durabilidad:** El hormigón puede garantizar a lo largo del tiempo todas las propiedades mencionadas anteriormente, ya que proporciona a las armaduras y a los elementos metálicos embebidos en este, una excelente protección gracias a su

elevada basicidad y a las condiciones que se alcanzan en la fabricación y colocación en las construcciones industriales.

- **Versatilidad de formas y acabados:** Este material es moldeable, capaz de adquirir una gran cantidad de formas lo que le permite adaptarse a cualquier objetivo.

En España, en el sector de la prefabricación de hormigón armado y pretensado podríamos decir que está algo por detrás respecto a otros países más especializados.

Las empresas que fabrican este tipo de elementos destacan por los medios técnicos y humanos que les permiten que, casi todo se pueda prefabricar, con una cierta viabilidad económica.

Entre los medios técnicos destacan las centrales de fabricación, que fabrican hormigones de altas prestaciones, con una alta durabilidad y resistencia. Todo esto permite todo tipo soluciones y una gran diversidad de elementos de los cuales podemos nombrar:

- Morteros de alta resistencia.
- Sistemas de unión por casquillo y rosca.
- Pretensados de unión cortos o largos.
- Uniones mediante soldadura o tornillería de chapas o perfiles especiales incorporados a las piezas de hormigón.
- Elementos especiales de apoyo como puede ser el neopreno o teflón.

En relación a los medios humanos, tiene una gran relevancia la intervención de operarios cualificados y que tienen una formación adecuada para cada uno de los procesos y, además, el apoyo de un gabinete de estudio que presta una completa asistencia a nivel de proyecto.

Gracias a los medios técnicos y humanos permite garantizar una gran calidad en todos los productos. Se realizan protocolos sistemáticas que controlan los aspectos fundamentales. Debido a la necesidad de obtener unos requisitos óptimos, las empresas se ven obligadas a utilizar materia prima de calidad y haciendo que sea necesario productos con certificado de calidad como puede ser el cemento con certificado AENOR.

Por otra parte, el otro aspecto a destacar de este trabajo es la utilización de la **cubierta tipo *deck***.

Todos los edificios que se destinan para un uso industrial suelen necesitar unos espacios interiores diáfanos, por ello este tipo de edificios deben utilizar cubiertas ligeras, ya sea metálica, de hormigón o prefabricada. Gracias a estas características la cubierta *deck* es muy utilizada en este sector.

Podríamos definirla como aquella que está constituida a partir de una chapa metálica, un aislamiento térmico-acústico y un acabado impermeabilizante, y que están especialmente recomendadas para aquellos casos donde se precise de una pendiente mínima del 1 al 3%.

El material aislante más común y utilizado en este tipo de cubiertas es la lana de roca desnuda de alta densidad. Además de que este aislante proporciona a la cubierta un buen aislamiento acústico y térmico, al ser un material incombustible es un buen protector contra altas temperaturas producidas por un incendio.

El acabado impermeabilizante suele ser una membrana, esta membrana debe garantizar que el total del conjunto de los elementos que conforman la cubierta debe ser estanco. Además está cubierta permite la instalación de elementos opcionales como son una serie de aislantes

acústicos que se instalan entre el aislamiento térmico y el soporte. Las láminas que se utilizan suelen ser de los siguientes tipos de materiales:

- Láminas asfálticas con diferentes terminaciones.
- Láminas sintéticas de PVC
- Láminas de Polipropileno.
- Láminas de caucho.

Cuando se opte por una lámina asfáltica como lámina de terminación, el material aislante tiene que llevar incorporado una capa de oxiasfalto, para que quede correctamente fijado mediante calor dicha capa de impermeabilización.

Podemos distinguir dos tipos de cubiertas Deck según su posible tránsito:

- **No accesibles:** Cuando el paso de personas se realiza de manera puntual.
- **Técnicas o transitables:** Pueden soportar el peso de personas y maquinaria.

Cuando se ejecuta la cubierta es uno de los momentos claves para que se garantice la total estanqueidad, ya que una mala ejecución podría provocar problemas como humedades o filtraciones en un futuro. En el mercado se encuentran dos sistemas de fijación, el sistema adherido y el sistema de fijación mecánica.

El sistema adherido es cuando la membrana impermeabilizante se adhiere al aislamiento. Para que esto sea posible el aislamiento tiene que estar rematado mediante oxiasfalto, es decir que sea de tipo de soldable. Después este aislamiento sí que se fija mecánicamente al soporte mediante tornillos autotaladrantes de doble rosca.

A diferencia del anterior, el sistema de fijación mecánica realiza la fijación de la membrana impermeable de manera mecánica al soporte a través del aislamiento térmico, y este debe de ser de tipo desnudo. La ventaja de este sistema es que ofrece la seguridad de que van a ser transmitidas todas las tensiones que se originen por el viento hacia el soporte resistente.

## 2.2. Antecedentes

Para poder hablar de la evolución histórica de los prefabricados de hormigón es necesario hablar como empezó y surgió el hormigón, la materia prima de estos, a la vez que también es imprescindible mencionar el surgir de la prefabricación en el ámbito de la construcción, y como la unión entre ambos produjeron este tipo de elementos.

Saber ciertamente cuando se utilizó algo similar a lo que hoy en día entendemos como hormigón es complicado, pero sí que sabemos sus orígenes, y estos datan de la época del antiguo Egipto donde usaban diversas pastas obtenidas con mezclas de yesos y calizas disueltas que utilizaban como una especie de pegamento para unir los grandes sillares de piedra.

Pero no fue hasta alrededor del año 500 a.C. cuando los griegos crearon lo que entendemos como el primer hormigón conocido, compuesto por caliza calcinada con agua, arena y piedras.

Pero fueron los romanos quienes avanzaron varios peldaños en la construcción utilizando un hormigón llamado *opus caementicium*, este tipo de hormigón fue la clave del éxito de la arquitectura romana, considerando a esta una de las mejores de la historia.

El *opus caementicium* es un hormigón de cemento natural. Los romanos utilizaron cenizas volcánicas, conocidas también como puzolana, que contiene sílice y alúmina, que cuando se combina químicamente con la cal dan el resultado de un cemento puzolánico, que combinado con materiales de baja densidad como la piedra pómez se obtenía este tipo de hormigón.

Tras la caída del imperio romano, el hormigón apenas se utilizó debido a la falta de medios técnicos y humanos y la mala calidad de los materiales.

Las siguientes muestras del uso del hormigón pasan al siglo XIII, en los cimientos de la Catedral de Salisbury. Durante el Renacimiento el uso del hormigón fue escaso.

No fue hasta finales del siglo XVII y principios del siglo XVIII cuando Joseph Aspdin y James Parker patentaron el Cemento Portland, una combinación de caliza arcillosa y carbón calcinados a alta temperatura.

Más tarde, en 1845 Isaac Johnson obtiene el Clinker, lo que conocemos como el prototipo del cemento.

Y poco después William Wilkinson, inventa lo que sería el material base de toda la construcción, el hormigón armado.

Pero realmente el siglo de oro para el hormigón fue el siglo XX, cuando crece de manera exponencial la industria del cemento, pudiéndose producir cementos y hormigón de gran calidad gracias a la invención de hornos y nuevos métodos de transporte para el hormigón fresco.

El hormigón armado se apodero de la construcción, siendo uno de los materiales más utilizados en muchos países, y los grandes progresos en el estudio científico del comportamiento de este y los avances

tecnológicos, permitieron la construcción de grandes construcciones como rascacielos, puentes con grandes luces, amplias cubiertas, etc...

Por otro lado la prefabricación o la también llamada construcción industrializada, también tiene precedentes en la historia, producidos por el propósito de la sociedad de optimizar la eficiencia de los procesos productivos.

El primer ejemplo significativo data del siglo XVI, cuando a Leonardo da Vinci se le encargó planificar unas nuevas ciudades en la región de Loire. El planteamiento que utilizaron era establecer una fábrica de materiales en el centro y origen de cada ciudad lo que permitió crear un abanico de edificios alrededor de la fábrica.

El ejemplo siguiente también ubicado en el siglo XVI, durante la guerra de entre franceses e ingleses, los franceses crearon pabellones prefabricados para alojar a sus soldados. Esto permitía desplazar los campamentos con mayor facilidad.

En el siglo XVIII es cuando verdaderamente surgió la posibilidad de industrializar la construcción. Comenzó a desarrollarse en Europa la construcción de puentes y cubiertas con hierro fundido producido en fábrica. Mientras en EE.UU se llevaba a cabo la construcción de edificios mediante listones de madera proveniente de fábrica y fijado mediante tornillos producidos industrialmente.<sup>1</sup> (Escrig Pérez, 2010)

---

<sup>1</sup>Escrig Pérez, C. (2010). *EVOLUCIÓN DE LOS SISTEMA DE CONSTRUCCIÓN INDUSTRIALIZADOS A BASE DE ELEMENTOS PREFABRICADOS DE HORMIGÓN*. Barcelona.

Como se ha citado antes, no fue hasta finales del XIX, siglo donde se volvió a utilizar el hormigón armado en la edificación, una materia prima perfecta para la prefabricación.

A mediados del siglo XX, Le Corbusier, inspirado en el sistema de la industria automovilística, presenta en el *Modulor* unos estudios basados en un trazado proporcional establecido por la medida humana, el cual será aplicado a la construcción industrializada.

Durante 20 años, la prefabricación estaba basado en sistemas de diseño cerrados. Lo más representativo eran los grandes paneles de hormigón que se hacían. En los países del este de Europa se fue desarrollando y utilizando cada vez más la prefabricación debido a una gran demanda de edificación residencial y pocos recursos económicos consecuencia de la Segunda Guerra Mundial.

A partir de 1970, en la unión Europea aumento la demanda de la edificación de viviendas unifamiliares de mayor calidad. La prefabricación a base de sistemas cerrados intentó evolucionar pero quedó obsoleta.

Los edificios en altura se construían con los sistemas tradicionales, en cambio los edificios públicos comenzaron a construirse mediante prefabricados.

Actualmente, debido a la crisis económica que hay y que sobretodo afecta al sector de la construcción, la edificación residencial y la construcción tradicional, ha disminuido mucho la demanda de la construcción tradicional, por lo que esto abre un gran abanico de posibilidades a las empresas que realizan los prefabricados de hormigón. Estas dejaron atrás los sistemas de diseño cerrado y han creado un sistema de catálogo. Gracias a todos los avances de la construcción, la

evolución de los sistemas de producción y optimizar la organización ha permitido a la prefabricación producir productos de alta calidad.

## 3. Hormigón prefabricado. Ventajas y desventajas.

El hormigón prefabricado ofrece una serie de ventajas, tanto técnicas como económicas, estos beneficios provienen sobre todo de los materiales que lo conforman (*acero y hormigón*), además de su propio proceso de fabricación.

Aun así también destacaremos una serie de desventajas o problemas que en este tipo de construcción puede conllevar.

### 3.1. Ventajas.

#### 3.1.1. Tipo económico.

- **Bajo coste inicial:** buena relación esfuerzo resistido/precio.
- **Reducción de los plazos de construcción:** Ya que las piezas de prefabricados de hormigón son transportadas y colocadas, esto permite eliminar muchos retrasos que se producen con la utilización del hormigón *in situ* que muchas veces está afectado por la climatología, el tiempo de ejecución, apeos, encofrados, etc.
- **Anticipación de la entrada en servicio del edificio:** Gracias a los menores plazos de ejecución en este tipo de edificación, esto permite una temprana entrada en servicio y un inicio rápido a la hora de la generación de beneficio del propio edificio ejecutado con estos materiales.
- **Disminución de riesgos:** Cabe destacar que los riesgos de deterioro y hundimiento causados por incendio son menores respecto a otros materiales.

- **Gastos de mantenimiento mínimo:** La ausencia de daños que tipo estructural permite un ahorro en el mantenimiento.
- **Disminución coste de la energía:** Esta reducción en el coste se produce por rebajar las pérdidas por aislamiento térmico.
- **Precio cerrado:** Todos los trabajos contratados en relación al suministro y montaje tienen un precio fijado por lo que elimina parte de la incertidumbre económica del proyecto.
- **Variedad de empresas:** Se puede encontrar una gran diversidad de empresas especializadas en los prefabricados de hormigón lo que permite realizar un estudio comparativo de soluciones/precios.

### 3.1.2. Tipo técnico.

- **Posibilidad de alcanzar grandes luces y soportar grandes cargas:** En edificios industriales se pueden alcanzar luces de hasta 40 metros y en aparcamiento obtener amplios pasillos.
- **Posibilidades de altas relaciones luz/canto.**
- **Optimización de las dimensiones de los elementos:** \_Está optimización se produce gracias al uso de hormigones de alta resistencia y gracias a las técnicas del pretensado.
- **Mayor seguridad estructural:** \_Frente a acciones imprevistas y a la acción del fuego.
- **Fáciles penetraciones:** \_Sobretudo las penetraciones de suelo a techo sin que afecten a la estructura.
- **Mayor confort térmico y acústico:** \_Las fachadas de prefabricados de hormigón proporcionan una mayor estanqueidad al aire, dotando al edificio con una mayor inercia y permitiendo a los sistemas de climatización ser más eficientes.

- **Mayor fiabilidad:** Gracias a los constantes controles que se realizan durante el diseño y fabricación.
- **Elevada durabilidad.**
- **Variedad de formas y acabados.**

### 3.1.3. Diseño.

Como ya se ha nombrado antes, la prefabricación permite una gran originalidad a la hora de diseñar. Gracias a todos los tipos de módulos que se pueden encontrar en el mercado podemos con este tipo de construcción realizar cualquier tipo de edificio. Por ello esta es una de las principales ventajas que ofrece la prefabricación.

Por otra parte, la prefabricación nos da la posibilidad de resolver de una manera sencilla los aspectos estructurales y de los cerramientos que al contrario de que se realizase de manera tradicional, es decir *in situ*, podría suponer una mayor complicación. (Rochina, 2014)

### 3.2. Desventajas.

- **Aspecto estructural:** Uno de los puntos débiles de estas estructuras son los problemas que suelen tener la resolución de las uniones producido por la escasa rigidez que tienen frente a los esfuerzos horizontales.
- **Manipulación y transporte:** Los prefabricados pueden estar afectados por estados de cargas transitorios que se producen durante el transporte, colocación, izado, ajustes y acopio, y que perjudica a la resistencia estructural de la pieza.
- **Aspecto económico-financiero:** La primera inversión que se realiza para poder poner en marcha el sistema de producción es bastante elevada, pero es justificada en obras grandes con plazos de ejecución reducidos.

- **Montaje:** Se utilizada mucha maquinaria y además maquinaria muy pesada, con necesidad de mucho espacio a la hora de la colocación de elementos de gran tamaño lo que puede desencadenar que en ciertos lugares no se pueda trabajar.
- **Fabricación:** Debido a que este sistema de enfrentarse a problemas que se deben resolver durante los tiempos de fabricación y montaje, esto requiere de la ingeniería de proyecto de todas las instalaciones previas al comienzo de obra. Es fundamental la coordinación de tareas para las instalaciones a fin de evitar trabajos posteriores. Un error en la resolución de estos conflictos puede llevar al fracaso de la obra.

## 4. Cubierta Deck. Ventajas y Desventajas

### 4.1. Ventajas.

- **Adaptabilidad:** Cubiertas adaptables a prácticamente cualquier geometría como estructuras curvas, planos de cubierta trapeziales, encuentros a distinto nivel, etc. Incluso para futuras adaptaciones de ventilación y climatización.
- **Instalaciones sobre cubierta:** Este tipo de cubiertas está especialmente indicado para aquellas instalaciones en las que existen elevados números de elementos en cubierta como bancadas, salidas en cubierta, aparatos de ventilación, etc.
- **Acústica:** La placa soporte puede ser perforada en su versión acústica, aportando excelentes valores de absorción acústica.
- **Reacción al fuego:** La elección para el aislamiento de materiales como la lana de roca, aporta al sistema gran seguridad y ventajosas características frente a posibles incendios.
- **Estanqueidad:** Es una cubierta continua y sin juntas lo que permite que sean estancas.
- **Gran Resistencia:** Capaz de alcanzar grandes luces sin que sea necesario la utilización de apoyos intermedios.
- **Buen Aislamiento térmico:** Gracias a la combinación de todos los materiales y el propio aislamiento.
- **Cubierta ligera:**
  - Cubiertas autoprotegidas:  $18-20 \text{ kg/m}^2$
  - Cubiertas con protecciones pesadas:  $72-75 \text{ kg/m}^2$

- **Diseño:** Son cubiertas de tipo moderno para uso industrial permitiendo la entrada de luz y se adapta a tipologías como centros deportivos, centros comerciales, etc.

#### 4.2. Desventajas.

- **Mal montaje:** En el caso de una mala ejecución y montaje, puede provocar la introducción de agua entre la lámina impermeable y el aislamiento afectando y degradando todo el conjunto.
- **Estanqueidad:** El principal problema que ofrece esta cubierta es conseguir una total estanqueidad en toda la superficie de esta.

## 5. Hormigón Pretensado

### 5.1. Introducción.

Todas las estructuras sea el punto que sea, están afectadas por diferentes cargas y acciones externas. Esto produce que esta se encuentre en un estado tensional constante, por ello al pretensar una estructura se consigue al modificar ese estado tensional aplicando una serie de acciones de pretensado superponiéndolas a las exteriores.

Por ello el pretensado aplicado a estructuras de hormigón armado produce muchos beneficios, ya que este tiene una exigua resistencia a tracción, además, en las zonas traccionadas se produce una fisuración y que con la ayuda del pretensado es posible reducir, eliminar o anular.

### 5.2. Antecedentes.

Como muestra Alfonso Cabo Escamilla en su libro *Hormigón Pretensado* la primera propuesta que tenemos sobre pretensar el hormigón data del año 1886 por P.H. Jackson, que registra la patente US 375999 sobre “Constructions of artificial Stone and concrete pavements” donde se propone utilizar tirantes pretensados provistos de anclajes de rosca o de cuña. (Cobo Escamilla, 2010)

Mas tarde, concretamente en 1888, W.Döhning, crea una nueva patente. Esta vez relativa a la construcción de placas y viguetas, que dejando embebidos alambres tesados permitían controlar la fisuración.

Después de esto, varios investigadores realizan nuevas patentes que mejoran ciertos aspectos del pretensado pero, es Freyssinet quien pensó que era necesario la utilización de hormigón y acero de alta resistencia.

Fue el quien estudió de manera continua la fluencia del hormigón permitiendo comprender mejor su naturaleza.

La patente DRP 727429, registrada a nombre de F.Dischinger en el año 1934 propone colocar los cables fuera de la masa del hormigón. Con ello, fue el primero en plantear el hormigón pretensado sin adherencia u hormigón postensado.

Unos de los primero arquitectos en España en usar hormigón pretensado fue Eduardo Torroja, utilizó está técnica en obras como El Acueducto del Tempol en 1926 o también el Mercado de Algeciras en 1933. En ambas obras utilizó soluciones atirantadas. Aplicando estas soluciones, permitía que se anularán los efectos de alargamiento de los propios cables y proporcionaba a la estructura efectos contrarios a los que originaba la sobrecarga de uso.<sup>2</sup> (Burón Maestro & Fernandez-Ordoñez Hernández, 1997)

### 5.3. Tipos

De acuerdo con la EHE-08 *Instrucción del Hormigón Estructural* podemos definir el pretensado como *“la aplicación controlada de una tensión al hormigón mediante el tesado de tendones de acero. Los tendones serán de alta de resistencia y pueden estar constituidos por alambres, cordones*

---

<sup>2</sup> Burón Maestro, M., & Fernandez-Ordoñez Hernández, D. (1997). *EVOLUCIÓN DE LA PREFABRICACIÓN PARA LA EDIFICACIÓN EN ESPAÑA. MEDIO SIGLO DE EXPERIENCIA*. Madrid: Informes de la Construcción, Vol 48.

o barras".<sup>3</sup> (GOBIERNO DE ESPAÑA, MINISTERIO DE FOMENTO, & SECRETARÍA GENERAL TÉCNICA, 2011)

La EHE 08 diferencia de tres maneras los tipos de hormigón pretensado, de los cuales son:

De acuerdo con la situación del tendón respecto de la sección transversal, el pretensado puede ser:

- **Interior:** En este caso el tendón está situado en el interior de la sección transversal del hormigón.
- **Exterior:** El tendón está situado fuera del hormigón de la sección transversal y dentro del canto de la misma.

De acuerdo con el momento del tesado respecto del hormigonado del elemento:

- **Con armaduras pretesas:** El tesado y el anclado provisional de las armaduras en elementos fijos se realiza antes del hormigonado. Se liberan las armaduras de los anclajes provisionales cuando el hormigón ha adquirido suficiente resistencia y por la adherencia producida transmite al hormigón la fuerza que previamente se ha introducido a las armaduras.
- **Con armaduras postesas:** El hormigonado se realiza antes del tesado de las armaduras que se alojan en conductos o vainas.

---

<sup>3</sup> GOBIERNO DE ESPAÑA, MINISTERIO DE FOMENTO, & SECRETARÍA GENERAL TÉCNICA. (2011). *EHE-08 Instrucción de Hormigón Estructural* (5 ed.). (Centro de Publicaciones, Secretaría General Técnica, & Ministerio de Fomento, Edits.) España: Serie Normativas.

Una vez el hormigón ha ganado suficiente resistencia se procede al tesado y anclaje de las armaduras.

Desde el punto de vista de las condiciones de adherencia del tendón, el pretensado puede ser:

- **Adherente:** Es cuando en situación definitiva existe una adherencia adecuada entre la armadura activa y el hormigón.
- **No adherente:** Este es el caso del pretensado con armadura postesa se utilizan inyecciones que no crean adherencia entre esta y el hormigón

#### 5.4. Aplicación y cálculo.

Para el cálculo de este hormigón, otro factor a tener en cuenta son las pérdidas instantáneas de fuerza de las cuales podemos encontrar tres tipos y que para el cálculo se utiliza el sumatorio de todas. Estas pérdidas se producen en el proceso de tesado y cuando se realiza el anclaje de las armaduras activas.

Esta tensión siempre tiene que estar entre unos valores para que no provoque posteriores roturas.

En el cálculo del hormigón pretensado la mayor importancia la tiene la fuerza de tesado ( $P_0$ ) que proporciona a las armaduras activas la tensión ( $\sigma_{p0}$ ) necesaria que el diseño requiera.

Por ello la fórmula utilizada es  $\Delta P_i = \Delta P_1 + \Delta P_2 + \Delta P_3$ . Siendo  $\Delta P_i$  la suma de las tres pérdidas instantáneas, que son:

- $\Delta P_1$ : Pérdidas de fuerza de la sección por rozamiento a lo largo del conducto de pretensado.

Este tipo de pérdidas de fuerza sobretodo van en función de una variación angular. Esta variación se produce por el trazado que realiza el tendón en la sección y el anclaje, y que esto es lo que condiciona la tensión que se produce en dicha sección.

Este tipo pérdidas las podemos calcular gracias a la siguiente ecuación,  $\Delta P_1 = P_0[1 - e^{-(\mu\alpha + Kx)}]$

- $\Delta P_2$ : Pérdidas de fuerza de la sección por la penetración de las cuñas en los anclajes. Ecuación =  $\Delta P_2 = \frac{a}{L} E_p A_p$

La penetración por cuñas se produce debido al diafragma de fuerzas de pretensado producido en el tendón y que disminuye la fuerza en el extremo donde se encuentra el anclaje.

- $\Delta P_3$ : Pérdidas de fuerza en la sección debido a que el hormigón sufre un acortamiento elástico.

Cada vez que se tensa un tendón esto produce un nuevo acortamiento elástico del hormigón. Ecuación:  $\Delta P_3 = \sigma_{cp} \frac{n-1}{2n} \cdot \frac{A_p E_p}{E_{ci}}$

No solo se pueden encontrar este tipo de perdidas instantáneas, otras pueden surgir por una serie de causas especiales, entre ellas destacan:

- En el caso de los prefabricados de hormigón que la deformación esté en los moldes.
- Entre las diferentes armaduras, la diferencia de temperatura entre ellas puede producir deformaciones.
- En las estructuras conformadas por hormigón prefabricado se producen deformaciones instantáneas en las diferentes juntas de las piezas.

## 5.5. Beneficios e inconvenientes

### 5.5.1. Beneficios

El pretensado otorga muchos factores positivos pero entre ellos el que más destaca y lo hace diferente al hormigón armado es el comportamiento ante la fisuración. Como ya se ha nombrado antes la función del pretensado es reducir o eliminar las tensiones de tracción y esto permite que se produzcan escasas fisuraciones o no se lleguen a producir. Gracias a esto las armaduras apenas llegan a ser afectadas por la corrosión por consiguiente el hormigón también sufre menos deterioro.

Se utiliza para su fabricación una menor cantidad de acero que en comparación a otros hormigones, pero hay que tener en cuenta que se utilizan aceros de alta resistencia.

Al igual que las deformaciones, un elemento de hormigón armado tiene una mayor deformación.

La utilización de materiales de alta calidad y sobretodo de los aceros de alta resistencia y el necesario control exhaustivo que se debe realizar durante su ejecución y fabricación proporciona una gran fiabilidad para todas las personas que vayan a utilizar este tipo de material.<sup>4</sup> (Schinca, Torres-Pardo, & Morales, 2011)

---

<sup>4</sup> Schinca, J., Torres-Pardo, A., & Morales, F. (2011). *Sistemas Constructivos: Hormigón pretensado y postesado*.

### 5.5.2. Inconvenientes

Debido a que el hormigón pretensado se añaden una serie de tensiones, para su realización es necesario un control exhaustivo a la hora de su elaboración además es necesario ser muy cuidadoso en el momento de la realización de los cálculos para una estructura de hormigón pretensado.

Otra factor negativo es que, como ya hemos hablado anteriormente todo este control que se debe de seguir, y al haber unos medios humanos especializados, unas correctas instalaciones para su elaboración y el equipamiento a utilizar, tienen un valor añadido ya que son máquinas y sistemas patentados, lo que puede elevar el coste.

Además se utiliza para su elaboración tanto hormigones como aceros de alta resistencia y gran calidad elevando entre 2 y 3 veces el precio de este hormigón respecto al hormigón tradicional.

Hay cierta peligrosidad a la hora de la puesta en obra y en la demolición de estructuras pretensadas, ya que, siendo una estructura dúctil hace que también sea una estructura frágil y en el momento que el pretensado de esta fallase, la estructura colapsaría de forma frágil.

## 6. Diferentes elementos Prefabricados

Después de haber hablado de lo que es el hormigón prefabricado, de sus ventajas y desventajas y de los elementos que lo componen, otro aspecto a destacar de este tipo de construcción, es mostrar un poco los diferentes productos prefabricados que el mercado ofrece, y como las distintas empresas de este mercado muestran una gran variedad de soluciones tanto para el sistema estructural como para el de cerramientos u otros. Para realizar esta breve exposición de los distintos elementos se ha tomado como referencia las diferentes opciones que muestran las diferentes casas comerciales.

Posiblemente cada empresa de este sector tenga sus propios sistemas de unión o de fabricación y muchos de los elementos difieren de una empresa otra. Por consiguiente la clasificación se ha intentado hacer en un ámbito general para conseguir abarcar todas las soluciones posibles. Se ha decidido hacer la clasificación en tres grandes grupos que son los elementos estructurales, elementos de cerramiento y elementos de cubierta.

### 6.1. Elementos Estructurales.

#### 6.1.1. Cimentación

Dentro de las construcciones con estos elementos se utiliza mayoritariamente la cimentación por zapatas aisladas de hormigón armado además de la utilización de pilotes y encepados. Los pilotes que se utilizan para los encepados lógicamente son prefabricados y se hincan en el terreno dejando unas armaduras en espera. Se arma el encepado y

dependiendo del sistema elegido se armará de una manera u otra.<sup>5</sup> (Grupo PACADAR & PACADAR EDIFICACIÓN, 2009)

Los diferentes tipos de cimentación en las construcción prefabricada principalmente se clasifican por su sistema de unión entre la zapata o encepado.

En primer lugar tenemos **la zapata por unión por vainas**, que se basa principalmente en que en el momento de la realización del pilar se dejan armaduras vistas, que más tarde se introducen en estas vainas que se encuentran en las zapatas.

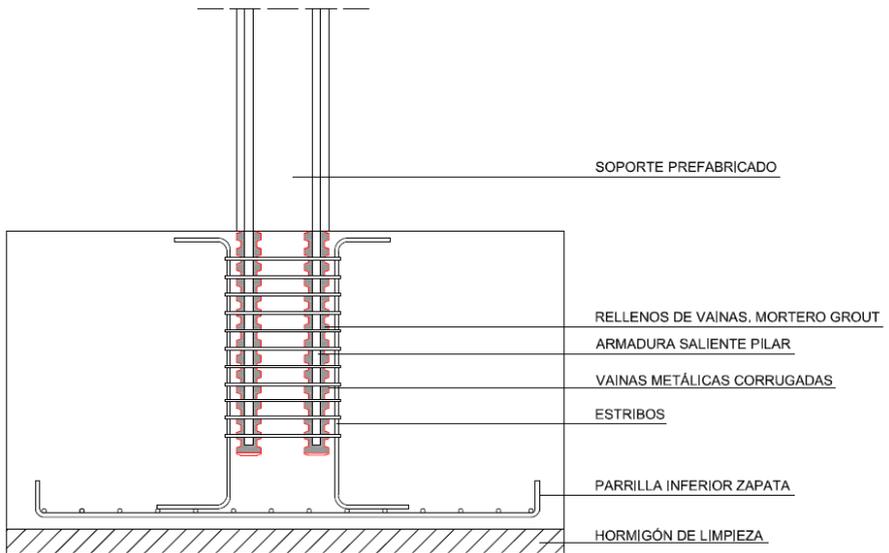
Lo más importante es tener especial cuidado en la longitud de anclaje de la armadura y en la aplicación del mortero *Grout*, ya que estos elementos son los que transmitirán los esfuerzos axiles, de cortantes y los momentos flectores del pilar a la cimentación.

La resistencia de las vainas es recomendable que sea superior a la del hormigón de la zapata, además de que la superficie de estas contengan corrugas.

Este tipo de uniones presentan un problema, cuando la unión del pilar se realiza en una zapata *in situ* es necesario que se ejecute de manera precisa, por ello es conveniente que se deje en las vainas cierta holgura para facilitar la colocación del soporte.

---

<sup>5</sup> Grupo PACADAR, & PACADAR EDIFICACIÓN. (2009). *CATÁLOGO DE PRODUCTOS DE EDIFICACIÓN. Prefabricando Ideas*. Valencia.



*Ilustración 1. Cimentación por Vainas. 2015. Fuente: Propia*

En segundo lugar está la **unión por anclaje mecánico**. El ámbito de aplicación de esas uniones es para la unión de pilares con muros, cimentaciones y para el empalme entre pilares. Este tipo de unión se caracteriza principalmente por transmitir los diferentes esfuerzos mediante una serie de tornillos. Esta transferencia se puede realizar mediante adherencia o por transmisión cónica.

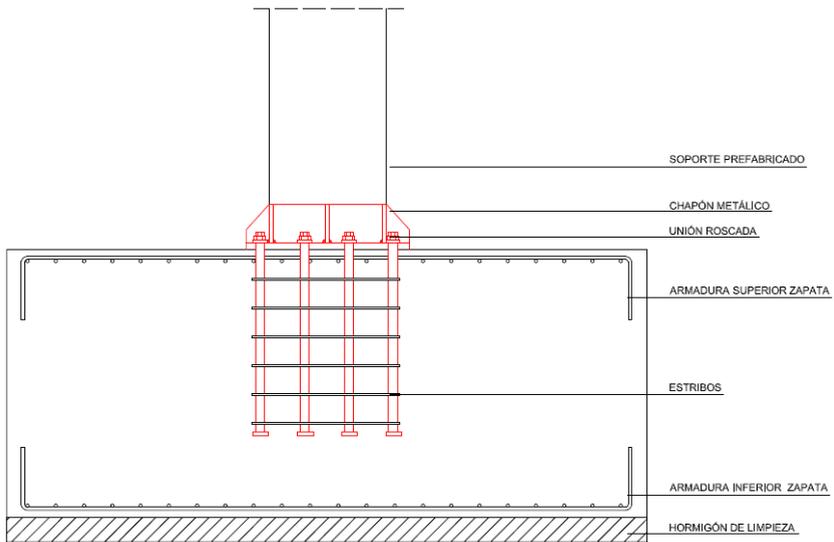
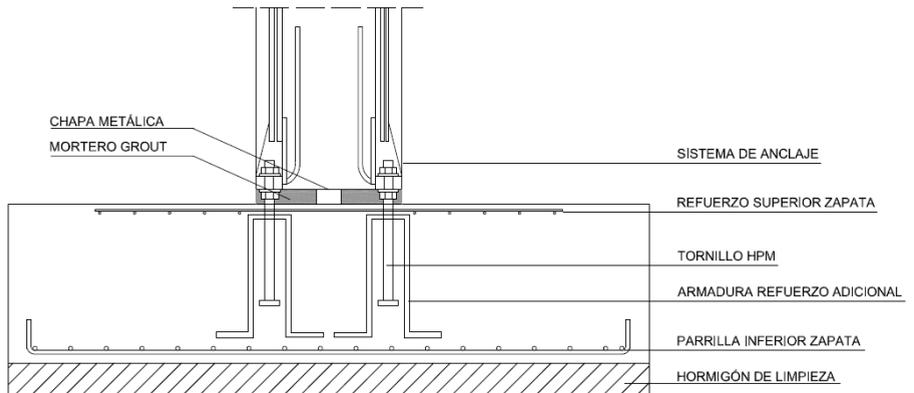


Ilustración 2. Cimentación por anclaje mecánico. 2015. Fuente: Propia

Hay que añadir que hay otra unión muy similar que también se realiza por unión atornillada, que es unir el pilar con una placa base a la cimentación mediante tornillos. A diferencia de la anterior no es necesario que haya un hormigonado *in situ*. La placa queda dentro de la solera.



*Ilustración 3. Cimentación atornillada. 2015. Fuente: Propia*

Finalmente, en tercer lugar se encuentra **la unión por cáliz**. Este tipo de unión es algo diferente a las anteriores pero basadas en el mismo principio. Antes del hormigonado de la zapata se dispone una jaula en el pozo realizado durante la excavación para esta. La jaula es la encargada de soportar el cajón donde ira colocado el pilar. El cáliz será liso o dentado dependiendo del modo de transmitir las fuerzas que se requiera. En el primer caso se transmiten los esfuerzos al fondo del cáliz debiendo soportar el punzonamiento, mientras que en el segundo caso parte de los esfuerzos que se transmiten de manera tangencial.

El tipo de armadura del cáliz irá en función del tipo de transmisión que plantee por el diseño y cálculo.

Es necesario que el mortero de utilizado para unir el pilar al cáliz sea de alta resistencia y de retracción controlada.

Por otro lado, la unión entre zapatas, cuando sea necesario, se realiza mediante vigas riostras o vigas de atado ya sean realizadas *in situ* o prefabricadas.

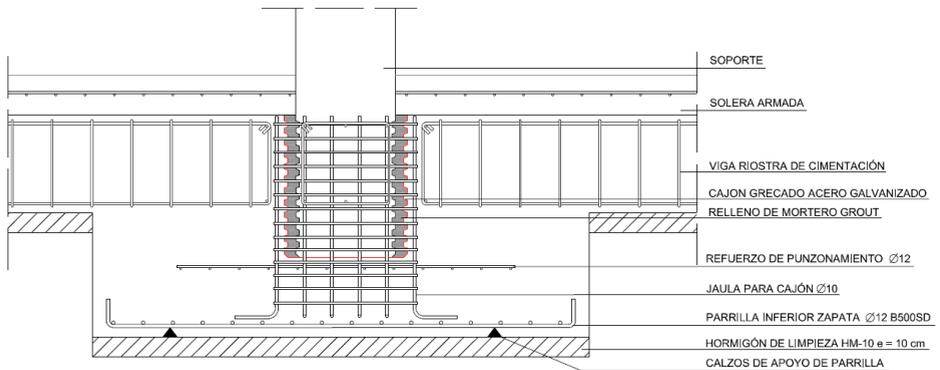


Ilustración 4. Cimentación por cáliz. 2015. Fuente: Propia

### 6.1.2. Estructura

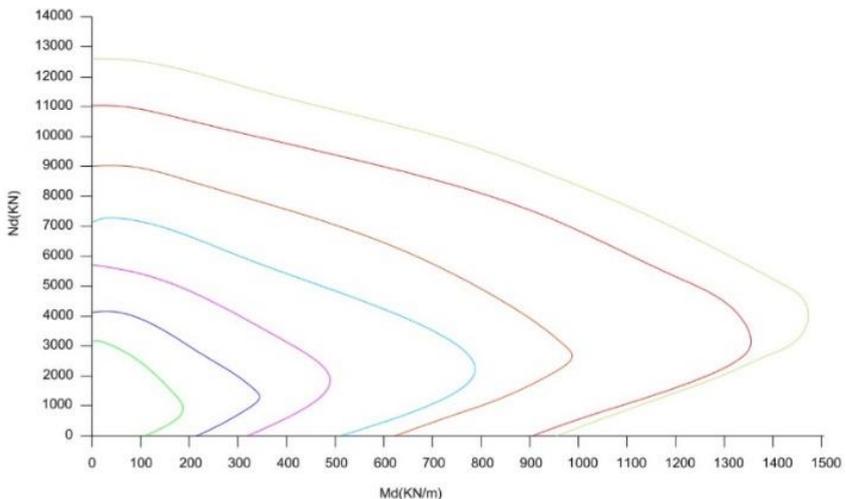
Dentro de la estructura tenemos los pilares, las vigas y los forjados.

#### Pilares:

La prefabricación permite que haya una infinidad de variedad de **pilares**. Se suelen clasificar por su forma geométrica. Siendo la forma cuadrada y rectangular las más utilizadas, aunque es posible dotarlos de cualquier forma, algo que puede producir el incremento del precio. Los pilares se suelen fabricar de una sola pieza, aunque la altura de este sea elevada. Los más utilizados son pilares con una altura de hasta 15 metros. La altura normalmente está limitada por la rigidez y la limitación que muchas veces impone el transporte.

La misión de los pilares y soportes, es capacitar el apoyo de todas las vigas que conformen la estructura del edificio.

En la siguiente ilustración vamos a ver los límites últimos de axiles y momentos flectores representados en una curva, los valores que se reflejan en la curva y la gráfica no deben ser sobrepasados por las cargas ya mayoradas. Esta curva axil/momento es para secciones de 30x30 a 60x60 cm.



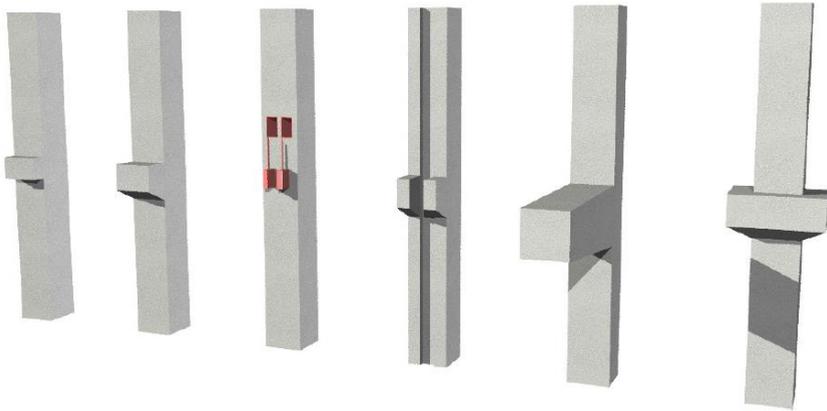
*Ilustración 5. Curva Axil/Momento Soporte.2015.Fuente: Propia. Datos Recogidos del Catálogo PRECAT*



*Ilustración 6. Armaduras de pilares prefabricados.2015.Fuente: Propia*

Normalmente estos pilares vienen de fábrica con unas ménsulas que son los dispositivos que servirán de unión para forjados, vigas e incluso otros pilares. Se pueden encontrar pilares desde una ménsula en una de sus caras hasta una ménsula en cada cara del pilar. Los pilares son fabricados con hormigón armado y nunca con hormigón pretensado.

Hay que añadir que los pilares no solo utilizan ménsulas como sistema de apoyos, podemos encontrar en el mercado desde ménsulas largas, ménsulas ranuradas, ménsulas metálicas que se utilizan para apoyos ocultos hasta capiteles.



*Ilustración 7. Diferentes tipos de ménsulas en soportes prefabricados. 2015  
Fuente: Catalogo Pacadar*

Las vigas y pilares el sistema de unión usado suele ser el apoyo y la articulación. Los apoyos se realizan con unas láminas de material elastomérico que puede ser neopreno o EPDM y para proporcionar que esta unión sea articulada se utilizan pasadores.

Hay la posibilidad de que en las paredes de los pilares se realicen ranuras o cajeados además de permitir la colocación de tubos de bajante.

PILAR		MENSULA		
Ancho	Largo	D	D1	Vuelo
30 a 70 cm	30 a 70 cm	30 a 100 cm	20 a 75 cm	10 a 40 cm

*Tabla 1. Dimensión pilares y ménsulas.2015.Fuente: Propia. Datos Catálogo Pacadar*

\*Para el caso de ménsulas cortas su dimensión va en función del CTE, Art 64.

## **Vigas o jácenas**

Como ya se ha comentado otras veces la prefabricación permite la creación de una gran variedad de vigas otorgándonos una gran cantidad de soluciones.

Podemos encontrar desde vigas macizas hasta vigas aligeradas mediante hendiduras en el alma de la viga para que tenga un menor peso propio, además de vigas de un gran canto con una sección de alma variable, teniendo dos vertientes.

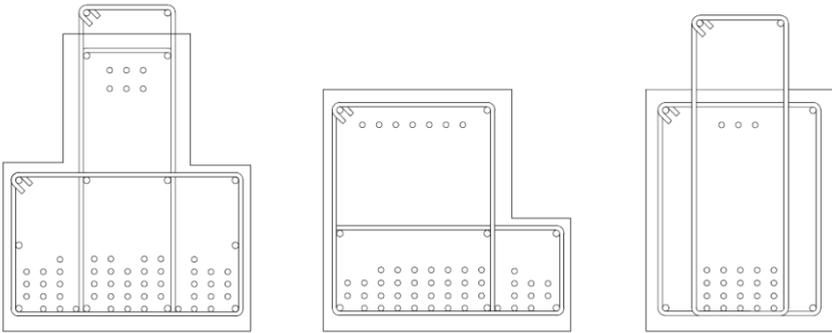
Se fabrican tanto en hormigón pretensado como en hormigón armado pudiendo ser fabricadas para cualquier carga y tamaño.

Dentro de las vigas que podemos encontrar hay que distinguir dos grandes familias, entre las cuales están las vigas destinadas para soportar las cargas de los forjados y las vigas principales de cubierta.

### **Vigas de forjado:**

Estas vigas con las encargadas de aguantar cargas bastante elevadas sin tener un canto muy exagerado. Aunque cuando el canto es de cierto tamaño se pueden realizar "ventanas" en el alma para permitir el paso de las instalaciones de los conductos de aire con el objetivo de disminuir la altura entre pisos. Estos pasos para conductos se colocan en el centro de la luz de la viga donde el cortante es reducido.

Las secciones para este tipo de vigas más utilizadas con las vigas en L, en T invertida y la rectangular.



*Ilustración 8. Ejemplos de viga T invertida, viga L y viga Rectangular. 2015.  
Fuente: Propia*

Todo este tipo de vigas tienen una serie de armaduras que sobresalen por su parte superior, cuya función es la de ser los elementos conectores para la capa de compresión en la parte superior del forjado con el fin de que cooperen tanto la capa de compresión y la viga, reduciendo en esta última su resistencia pudiendo así minimizar la dimensión de los descuelgues de la viga.

La unión entre pilares y este tipo de vigas o jácenas se pueden realizar mediante uniones rígidas atornilladas o simplemente con apoyos en ménsulas de hormigón incorporadas al pilar e incluso en la misma cabeza de este, además de poder unirse mediante empalme de pilares y el vertido de hormigón *in situ*.

**Viga T invertida:** Este tipo de viga se caracteriza por su geometría de T invertida cuya misión es que sirvan de apoyo y conexión entre los forjados placas alveolares.

Las dimensiones de esta viga van en función del ancho del pilar y de la propia luz de dicha viga. El ancho del pilar determina el ancho de la viga y el canto total de la viga lo delimita el canto de la placa, que es la parte superior de la viga más la dimensión del descuelgue

Los apoyos de las placas de forjado sobre estas vigas se ejecuta mediante la utilización de una lámina elastomérica.

VIGA T INVERTIDA					
Ancho	Canto de Placa	Descuelgue	Canto Total	Vuelo	Luz Viga
40 a 70	Canto de forjado	20 a 60 cm	40 a 100 cm	15 cm	5 a 12 m

*Tabla 2. Dimensiones Viga T Invertida. 2015. Fuente: Propia. Datos Catálogo Pacadar*

**Viga L:** Esta viga es una variación de la viga en T invertida cuya misión es muy similar a la anterior, pero estas vigas se colocan en los extremos.

Las dimensiones también van en función del ancho del pilar y el canto total es la suma del canto de la placa más el descuelgue.

VIGA L					
Ancho	Canto de Placa	Descuelgue	Canto Total	Vuelo	Luz Viga
40 a 70	Canto de forjado	20 a 60 cm	40 a 100 cm	15 cm	5 a 12 m

*Tabla 3. Dimensiones Viga L. 2015. Fuente: Propia. Datos Catálogo Pacadar*

**Viga rectangular:** A diferencia de las anteriores, la viga rectangular, permite fabricar cualquier tamaño de viga, tanto canto como ancho. No obstante, la dimensión del pilar limitará el ancho de la viga.

El sistema de colocación y de ejecución difiere al de las anteriores ya que la cabeza de este viga es hormigonada *in situ* a la vez que la capa de compresión, por ello es preceptivo que las placas alveolares tengan unos cajeados a la hora de pasar por delante de los pilares. A su vez, para aligerar dicho forjado y que no haya un sobrepeso innecesario provocado

por el hormigón, dentro de estos cajeados se dispondrán unas láminas de porexpan de cierto espesor en los alveolos de las placas alveolares.

Los apoyos de las placas se realizan también con láminas elastómeras.

VIGA RECTANGULAR		
Ancho	Canto Total	Luz Viga
40 a 120 cm	40 a 200 cm	Max 16 m

*Tabla 4. Dimensiones Viga Rectangular.2015.Fuente: Propia. Datos Catalogo Pacadar.*

### **Forjados:**

Los forjados compuestos por placas o losas alveolares pretensadas son un sistema de forjado unidireccional autoportante por lo que en ocasiones este tipo de forjado se comporta como un elemento autorresistente en los casos que la capa de compresión no sea necesaria su disposición para que resista las cargas de servicio. En este caso para poder distribuir de una manera correctamente uniforme se deberá tener especial atención en el hormigonado de las juntas. El sistema de fabricación de estos elementos está completamente industrializado.

Además de otorgar unas buenas prestaciones permite acortar los plazos de ejecución, apenas hay utilización de apuntalamiento y aumenta la seguridad de las obras.

Como ya se ha nombrado anteriormente el apoyo de este tipo de placas se realiza mediante material elastómero.

Como podemos visualizar en la siguiente tabla las dimensiones de las placas pueden llegar a variar mucho. Estas dimensiones irán en función de las cargas a soportar, según estas cargas será mayor o menor el canto al igual que la longitud de la placa, y según esto necesitara más armadura o menos.

PLACA ALVEOLAR PREFABRICADA				
Canto cm	Peso Placa $N/m^2$	Peso con juntas de hormigonado $N/m^2$	Hormigón en juntas $L/m^2$	Rigidez Bruta $m.KN/m$
16	2450	2583	5,7	9611
20	2962	3127	7	18225
25	3344	3551	8,7	33100
30	3711	3965	10,7	53354
35	4145	4354	8,9	85697
40	4319	4567	10,5	118582
50	6093	6388	12,6	230395

*Tabla 5. Características Placas Alveolares.2015. Fuente Propia- Datos Catalogo Pacadar*

\*Para los casos de las placas de canto 35, 40 y 50 cm se han tomado los valores de las placas de 4 alveolos.

En el caso de que sea necesario la realización de huecos en el forjado, se deberá tener en cuenta en el proyecto y que estos huecos estén localizados en lugares que sean viables para que no influyan en la resistencia del elemento.

Según donde se localice el hueco y el tamaño del mismo, se utilizará la solución más adecuada. Para el caso de huecos pequeños lo correcto es haberlo replanteado en obra y una vez colocado las distintas placas y ejecutada la capa de compresión se llevaran a cabo unas perforaciones en la propia capa de compresión. Dichas perforaciones se deben de aprovechar de la posición de los alveolos de la placa para que no influya en las características de esta.

Cuando los huecos en forjado son algo más grandes, cuya dimensión oscila entre los 15 y 40 cm, los cajeados de estos huecos pueden llegar a afectar de manera importante a la resistencia del conjunto por lo que se

habrá tenido en cuenta en el momento del cálculo para poder aplicar el armado correcto en esa zona, y otorgar a esta una mayor resistencia.

En el momento que los huecos tienen unas dimensiones mayores respecto a los anteriores es preceptivo la utilización de un sistema que transmite las cargas desde la placa donde se encuentra el hueco a las placas adyacentes. Este sistema se basa en la utilización de unos elementos llamados perchas metálicas.

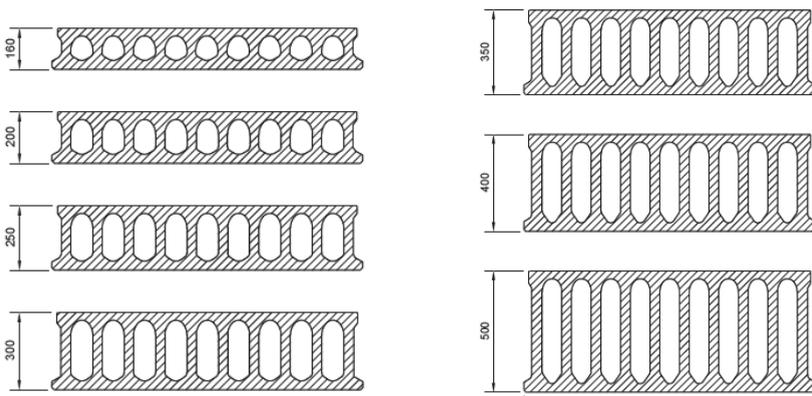


Ilustración 9. Tipos de placas Alveolares. 2010. Fuente: Catálogo Riphorsa

## 6.2. Elementos de Cerramiento.

Para los cerramientos de un edificio, dentro de los elementos prefabricados de hormigón que hay, destacan tres tipos de paneles.

En primer lugar encontramos los paneles de losas alveolares pretensadas, que son perfectos para los cerramientos de naves industriales y edificios singulares.

Las cargas y esfuerzos creados por el viento son resistidos por estas losas alveolares gracias a su capacidad a flexión con pequeños espesores de panel.

La disposición de estos paneles puede ser horizontal o vertical. Aunque el sistema de montaje sea sencillo, mediante un machihembrado, un aspecto fundamental a tener en cuenta para garantizar la estanqueidad de la envolvente del edificio es el sellado de juntas. Las juntas entre paneles deben de disponer de un material de relleno que suele ser un burlete de espuma de polietileno y de un material de sellado compuesto de una masilla de alta estanqueidad y con cualidades tixotrópicas.

*Ilustración 10. Paneles de Cerramiento Horizontales. 2010. Fuente: Catalogo Riphorsa*



*Ilustración 11. Paneles de Cerramiento Verticales. 2010 Fuente: Catálogo Riphorsa*

En segundo lugar tenemos los paneles arquitectónicos que a diferencia de los anteriores estos están compuestos con hormigón armado. Estos paneles se fabrican con la intención de que reúna las exigencias de cada cliente adaptándose a estas, pudiéndose diseñar sin restricciones en cuanto a forma, dimensión o acabado.

En consecuencia estos paneles tienen una fabricación más lenta que el resto.

Una de las grandes ventajas de este tipo de paneles es que se puede elegir el tipo de acabado, dotando a estos de una gran estética al edificio. Se pueden encontrar acabados desde un acabado pulido a un rugoso además de poder otorgar al panel color gracias a la adición de un colorante especial.

Se pueden llegar a fabricar paneles de cualquier dimensión con un límite de longitud de unos 16 m y al igual que el anterior se disponen tanto en vertical como en horizontal.

Normalmente este tipo de paneles están aligerados mediante una capa que se encuentra en su interior de poliestireno expandido.

En la siguiente tabla se muestra las características de distintos paneles con diferentes espesores, tanto para paneles aligerados como sin aligerar.

PLACA ALVEOLAR PREFABRICADA						
Espesor cm	EI-min RF	dBA		$Kcal/h^{\circ}Cm^2$		$KN/m^2$ Peso
		Aislamiento acústico Normal	Aligerado	Aislamiento Térmico Normal	Aligerado	
10	90	0,46		0,23		2,50
16	60	53	45	0,268	1,070	3,00
20	120	57	50	0,293	1,365	3,50
24	180	60	55	0,317	1,925	4,00

Tabla 6. Características Placa alveolar.2015.Fuente: Propia

Y por último, en tercer lugar tenemos los que podríamos considerar como paneles estándar. Dentro de todos los paneles estándar podríamos hacer una subclasificación de los distintos tipos, ya fuese por su geometría, acabado o incluso por el tipo de aislamiento que porta.

Pero hay que tener cuenta lo que caracteriza a los paneles estándar, y es que todos ellos integran dentro de ellos una capa de aislamiento aunque también hay paneles macizos.

Según el tipo de aislamiento están los paneles sándwich el cual tiene un aislamiento de poliestireno expandido y los paneles bicapa o los también llamados paneles con aislamiento continuo, los cuales las paredes exteriores de hormigón que conforman el panel nunca llegan a estar en contacto, intercalando entre ellas un capa de poliestireno para reducir la presencia de puentes térmicos.

PANEL	Espesor (cm)	Peso Propio (kg/m <sup>2</sup> )	Altura Max (m)	Aislamiento Térmico Kcal/h°Cm <sup>2</sup>		Resistencia al fuego (min)	
				EPS	ARLITA	EPS	ARLITA
Nervado	12	270	12	-	1,44(5)	-	120
	16	310	14	-	1,08(9)	-	180
Liso	16	270	10	0,81(6)	1,10(10)	120	180
	20	290	12	0,62(10)	0,90(14)	120	240
	24	310	14	0,53(14)	0,77(18)	120	240
Liso con Aislamiento continuo	20	290	10	0,38(8+2)	-	90	-
	24	310	12	0,31(12+2)	-	120	-
	28	320	14	0,27(16+2)	-	180	-

Tabla 7. Características paneles de cerramiento. 2015. Fuente: Propia

Otro tipo de cerramientos son los que se utilizan cuando es necesario la contención de tierras. Para esta misión tenemos los muros rectangulares macizos y el muro nervado.

**El muro macizo rectangular** dispone de unas protuberancias en su parte inferior a modo de patas cuya misión es la de servir como elemento de apoyo. A la hora del montaje, estas “patas” van sobre el hormigón de limpieza y una vez colocado el muro se hormigona la zapata posteriormente. Además de ser un muro de contención permite la unión en su parte superior de los forjados que acometan contra él.

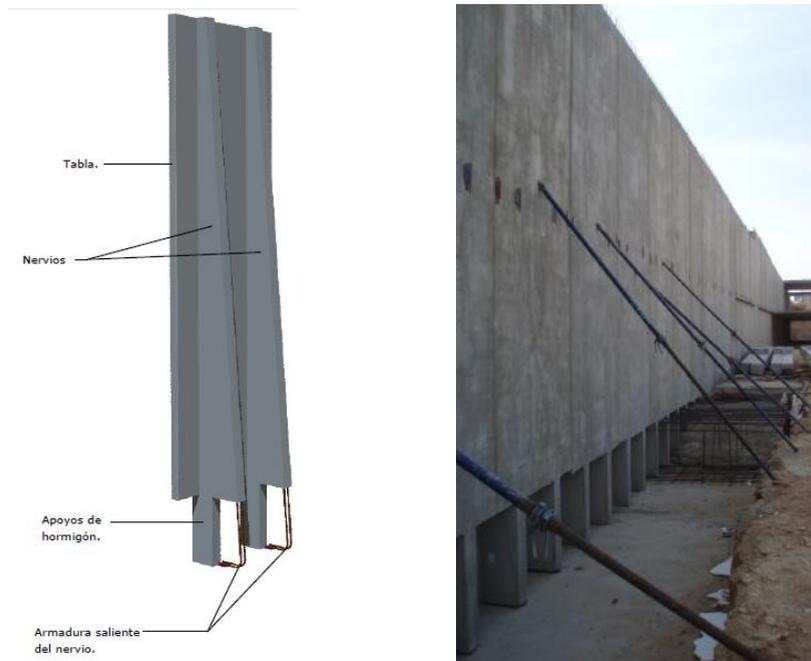
La unión entre los paneles del muro se lleva a cabo mediante unas llaves con cajas que se encuentran en sus laterales. Estas se rellenan con hormigón con lo que se consigue un reparto de las cargas producidas por el terreno.



*Ilustración 12. Muro macizo rectangular. 2015. Catálogo Pacadar*

El **muro nervado**, es un sistema de muro muy similar al anterior. También dispone de las patas en su parte inferior, estas patas apoyan en el hormigón de limpieza y posteriormente se hormigona la zapata. Pero a diferencia este tipo de muro tiene la capacidad de ser variable en altura se pueden llegar a alcanzar alturas de hasta 9 metros de contención de tierras.

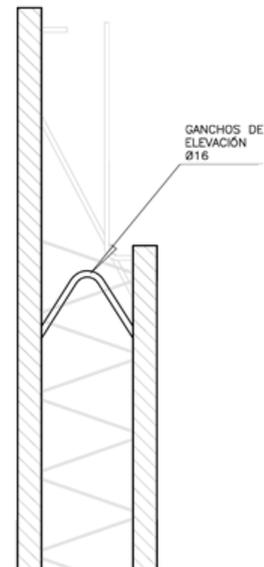
Puede llegar a estas alturas gracias a los nervios que se colocan contra el terreno. Estos nervios recorren todo el muro en orientación vertical siendo más ancho en la base del muro que en la cabeza.



*Ilustración 13. Muro Nervado Prefabricado. 2015. Fuente: Catálogo de Productos de Prefabricación. Pacadar*

En el siguiente muro de contención se utiliza la combinación tanto de hormigón prefabricado como la utilización de hormigón *in situ* por lo que es recomendable nombrarlo ya que tiene diversos usos.

Este tipo muros denominados **Premuros** están constituidos por dos losas de hormigón armado con un espesor entorno a unos 6 cm cuya función podríamos decir que es la de encofrado ya que entre las dos losas se dispone un armado a modo de celosía.



*Ilustración 14. Premuto. 2015. Fuente: <http://www.rubiera.com/>*

Este armado está conformado por tres celosías que son las encargadas de unir sendas losas y conceden la rigidez suficiente para su

manipulación y colocación. Asimismo las armaduras son las que aguantan la presión que puede llegar a ejercer el hormigonado y vibrado eliminando la necesidad de utilizar encofrados.

Los usos a los que se hacía referencia antes para esta clase de muro son:

- Muros de sótano ya sean de una o más alturas.
- Muros de contención del terreno.
- Muros de carga tanto para edificios industriales como para edificios de viviendas.

### 6.3. Elementos de Cubierta.

Dentro de los elementos que pueden llegar a componer una cubierta, hay una infinidad, por lo que se van a nombrar los más destacables y más utilizados.

Como se ha mencionado previamente las vigas están clasificadas entre vigas de forjado ya explicadas y después las vigas principales de cubierta. Estas últimas al ser los elementos que sirven como elemento sustentante de la cubierta lo correcto es definir las en este apartado

#### **Vigas Principales de Cubierta**

La función primordial de estas vigas es la de soportar y transmitir las cargas producidas por la cubierta a otras vigas catalogadas como secundarias.

Para la elección de estas vigas se tiene en cuenta la carga a soportar la luz a cubrir y dependiendo de cómo es el sistema de evacuación de aguas ya sea a un agua, a dos, de diente de sierra, etc. Hay una gran variedad, y cada una de ellas tiene sus propias características pero siempre hay alguna que es más utilizada, por esto empezaremos por las que más uso tienen además de categorizarlas según el tipo cubierta:

Cubiertas con pendiente:

**Vigas peraltadas:** Estas vigas también llamadas vigas DELTA por muchas marcas comerciales, es una viga de doble pendiente de alma aligerada. Se pueden distinguir dos tipos, las de extremos macizos y las que tiene una sección con una misma forma en todo la viga, sin embargo ambas tienen una sección no constante, es decir, en sus extremos tienen un canto inferior al que hay en el centro. (NORTEN PREFABRICADOS DE HORMIGON, 2015)



*Ilustración 15. Ejemplo viga Peraltada. 2015. Fuente: Propia*



*Ilustración 16. Vigas Peraltadas. 2010. Fuente: Catálogo Riphorsa*

Principalmente estas vigas se utilizan porque permiten realizar grandes espacios diáfanos, ya que pueden llegar a cubrir luces de hasta 50 metros sin la necesidad de disponer pilares en la crujía central.

Pueden ser fabricadas con hormigón armado o pretensado y su unión con los soportes se hará mediante la colocación de pasadores tipo pincho en las vigas peraltadas de extremos macizos mientras que en el segundo caso se realizará con varilla roscada además de neopreno como separación entre la viga y el pilar.

CARACTERÍSTICAS VIGAS PERALTADAS					
Luz m	H1 m	H2 m	B cm	E cm	Pesos(KN)
11-17	1,18	0,8 a 0,59	45	8	63-110
17-23	1,39	0,8 a 0,59	45	8	97-144
20-26	1,50	0,8 a 0,59	45	8	116-163
25-27	1,64	0,76 a 0,69	45	8	150-166
27-32	1,71	0,76 a 0,59	45	8	162-199
32-34	1,92	0,8 a 0,73	50	13	246-265
33-37	2	1,01 a 0,89	63	12	299-328
37-43	2,2	1,09 a 0,91	63	12	350-393

*Tabla 8. Características vigas peraltadas.2015.Fuente: Propia. Datos recogidos Catalogo Pacadar*

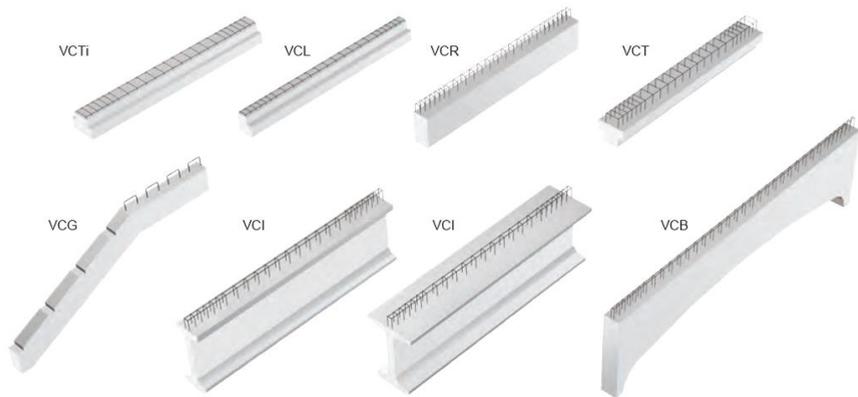
\*Las características de este tipo de vigas pueden variar según la marca comercial.

**Vigas de sección constante:** A diferencia de las anteriores estas vigas si que necesitan un pilar en la crujía central para que no caigan, asimismo la sección constante de estas vigas produce que haya un desaprovechamiento del hormigón que las de sección variable que estas últimas tienen una mejor adaptación a la ley de momentos por lo que teniendo una luz similar ambos tipos de vigas, la de sección constante resulta tener un valor económico más elevado.

Pero la utilización de estas vigas no viene dado por su precio ya que si no apenas se utilizaría. Estas vigas se utilizan en los supuestos que sea necesario rebajar el canto máximo de la viga peraltada para obtener una mayor altura libre del edificio sin tener que aumentar la altura total de

este o cuando la dimensión de la viga peraltada o la pendiente no coinciden con la elegida por el proyectista o no sea la que requiera el proyecto.

Permiten que el edificio se pueda realizar con una única pendiente e incluso de doble pendiente cuyas secciones disponibles son de doble T, cuadradas y rectangulares.



*Ilustración 17. Vigas de sección Constante. 2010. Catálogo Riphorsa*

### **Vigas para cubiertas especiales:**

En los casos que la cubierta está dispuesta de manera distinta a los sistemas tradicionales como los de única o doble pendiente, hay una gran gama de productos para estos casos.

Se consideran cubiertas especiales como por ejemplo las de diente de sierra o la de semicúpula.

Estas cubiertas buscan que con el menor canto posible conseguir la máxima capacidad de desagüe. Por ello necesitan unos elementos

principales que concedan grandes luces con unas secciones en forma de V e Y cuyos brazos tiene una pendiente del 50% o superior. Se fabrican con hormigón pretensado y su sección es constante.

VIGAS ESPECIALES		
Ancho (m)	Canto (m)	Longitud (m)
1,20-2,50	0,70-1,20	Hasta 30 m

*Tabla 9. Características Vigas especiales.2015. Fuente: Propia*

Su colocación se realiza de manera adosada o alterna y es necesario disponer de elementos de entrevigado de hormigón o metálicos.

Las aguas fluyen por las superficies en pendiente y llegan a las vigas H o canal de las cuales posteriormente se detallarán.

**Vigas en hastial:** En la mayoría de las ocasiones los pórticos extremos se ejecutan de manera diferente a los interiores, indistintamente que sean pórticos de vigas de canto variable o constante.

En estos pórticos se disponen más pórticos y más agrupados repitiendo la cara superior del pórtico interior mediante vigas. Se fabrican con hormigón armado o pretensado y sus secciones son muy variadas.

Cubiertas Planas:

### **Vigas secundarias**

Las funciones que desempeñan estas vigas es muy distinta, ya que dependiendo en el lugar que se sitúen y su geometría se destinan a diferentes usos.

Por consiguiente dentro de las vigas secundarias se admite esta clasificación:

**Correas:** Dentro de las cubiertas que hemos catalogado como cubiertas con pendiente, los elementos secundarios que se apoyan sobre las vigas

principales ya sean de canto variable o continuo, son las correas las que van encima de estas vigas principales y las que van a soportar los elementos de cubrición.

Las tipologías disponibles son muy variadas, desde su geometría a sus dimensiones. A destacar entre todas ellas están las correas tubulares y la correa en T.

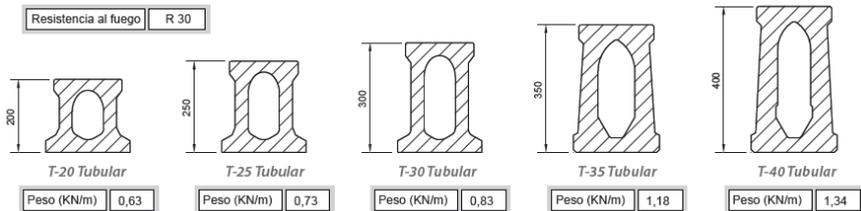


Ilustración 18. Tipos de correas tubulares. 2015. Fuente: Catálogo Riphorsa

En primer lugar, las correas tubulares fabricadas en continuo con hormigón pretensado, se utilizan en vigas de doble pendiente y vigas de doble T. Son correas excepcionales para la utilización de cubiertas de chapa. Estas van ancladas mecánicamente a la propia viga o principal o lo que se ancla a la viga es una pletina en forma de omega que cubre la correa.

En segundo lugar, las correas T que a diferencia de las tubulares se fabrican en molde, son correas de hormigón pretensado cuyos apoyos se efectúan a media madera.

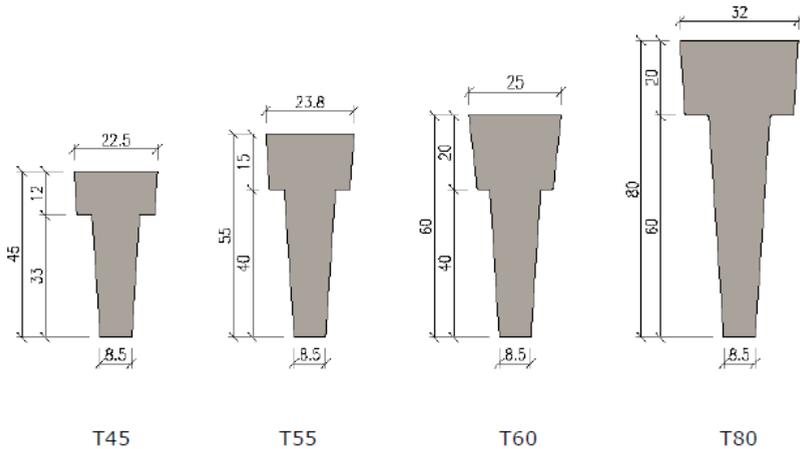
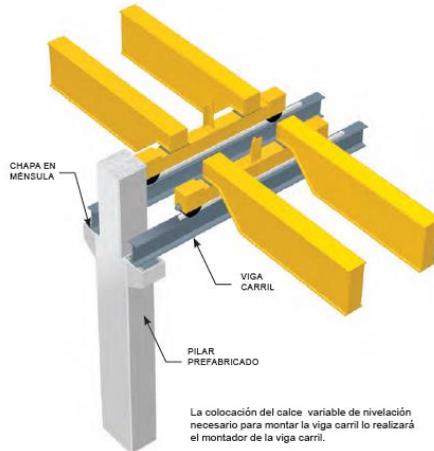


Ilustración 19. Tipos de correas T. 2015. Fuente: Catalogo Pacadar

Confieren a la estructura buenas prestaciones en el ámbito de resistencia al fuego y la hora de soportar las cargas.

**Vigas carril:** Cuando por ejemplo en una nave industrial se quiere disponer de un puente-grúa es preceptivo la utilización de unos elementos lineales capaces de soportar las contraflechas que produce el paso del puente grúa, las vigas pretensadas son capaces de subsanar este problema.



*Ilustración 20. Disposición de vigas Carril. 2010. Fuente: Catálogo Riphorsa*

Mediante unas chapas ancladas en su cara superior se consigue la fijación del puente grúa y, una vez colocado el puente-grúa perfectamente alineado y por medio de un proceso de retacado que se dispondrá a lo largo de toda la base, que sirve para eliminar todos los posibles espacios entre la viga y el carril. Con todo esto, no se producirán esfuerzos de flexión cuando las ruedas del puente-grúa pasen por el carril reduciendo al mínimo cualquier problema de funcionamiento que se pueda producir.

**Viga canal:** Lo que caracteriza a esta viga es su doble función. Gracias a su geometría en H permite la recogida y evacuación de aguas, por ello se coloca en las limahoyas de las naves para facilitar este procedimiento, más aun, sirve como elemento de unión entre los pilares perimetrales dotando a la estructura y a las pórticos de una mayor rigidización, incluso permitiendo que sean estas vigas los elementos de apoyo para paneles o placas de cerramiento.

Si se utilizan estas vigas, se tiene especial atención a la hora de la impermeabilización de estas, sobretodo en las juntas y la embocadura de las bajantes.

El apoyo de las vigas canal se realiza a media madera facilitando la evacuación de aguas y son fabricadas mediante hormigón pretensado.



*Ilustración 21. Vigas Canal. 2015. Fuente: Catálogo Pacadar*

**Vigas de atado:** Las vigas de atado son las encargadas de la fijación de los paneles de cerramiento sobre ellas mismas ya sean de chapa u hormigón y colaboran en todos los pórticos como arriostramiento longitudinal pudiendo recibir el último paño de la cubierta considerándolas también como la última correa.

Las vigas utilizadas como vigas de atado son las que su geometría son de H y L ya descritas anteriormente en este mismo apartado y por ellos también cumplen la función de recogida de aguas favoreciendo la formación de canalón.

Las vigas canal se disponen en las cabezas de los pórticos y su apoyo en ellos dependerá de la geometría de la viga elegida.

#### 6.4. Otros

La prefabricación no solo se encuentra en el ámbito de la obra de edificación sino que también contempla otros, como puede ser el ámbito de obra civil, siendo como ejemplo la construcción de puentes con la utilización de vigas de gran tamaño, en los propios graderíos de un estadio o en obras de gran singularidad.

## 7. Proceso de Fabricación

Dentro de la industria de la prefabricación del hormigón, todos los productos que puede llegar a ofrecer y vender un fabricante dependen de su calidad, aspecto superficial, alta resistencia a compresión y durabilidad. Por ello, para que estos elementos estén dotados de todas las necesidades que puedan llegar a solicitar un cliente, es necesario que cumplan con toda la normativa y requisitos que se les exigen.

Con todo esto, el proceso de fabricación de los elementos prefabricados de hormigón es esencial para que estos cuenten con todos los requisitos antes nombrados.

El proceso de fabricación va a depender principalmente del destino que vaya a tener esa pieza, es decir si va ser por ejemplo un pilar, una viga de gran dimensión, etc. En función del elemento a fabricar el tipo de hormigón va a cambiar y por consiguiente el molde y las herramientas a utilizar.

El hormigón elegido delimitará el proceso y será un aspecto fundamental en la propia duración del mismo. El proceso debe ser lo más breve posible, intentando que el tiempo que dura el hormigonado, el curado y desmoldado sea reducido para que no influya en sus características. Pero no solo hay que tener en cuenta estos procesos, de igual importancia son la mezcla, el transporte, el compactado y el acabado final.

Aunque el proceso de fabricación depende mucho de la pieza a ejecutar, todas ellas tienen unos primeros pasos generales.

Todo comienza con el cálculo del elemento a fabricar, ese cálculo muestra las dimensiones que debe tener la pieza y la armadura necesaria de la que deberá disponer para poder soportar los diversos esfuerzos a los que estará sometida.

Una vez que las medidas del elemento son conocidas es fundamental la preparación de los encofrados o moldes, ya que la geometría debe ser la idónea, por ello para las piezas que sea necesario la fabricación del molde se utilizará madera fenólica. En los casos que sean piezas con cierta singularidad se desarrollará un molde en función de la pieza, mientras que en piezas más comunes las máquinas que sirven como molde se adaptaran a la geometría y dimensiones de la pieza.



*Ilustración 22. Molde para escalera de madera fenólica.2015. Fuente: Propia*

En el momento en que el molde o encofrado esté preparado se realiza una limpieza del mismo cuyo fin es eliminar cualquier residuo de cualquier otro elemento producido anteriormente.

Para terminar la preparación del encofrado casi es imperativo la utilización de productos desenconfrantes. Estos son fundamentales para

que el hormigón producido logre una alta calidad y durabilidad. El uso de los desenconfrantes debe ser rápido, seguro y fácil cuyo objetivo es obtener unas condiciones óptimas de acabado mediante la pulverización en todo el encofrado con este producto gracias a una pistola de presión.

Una vez calculado las armaduras necesarias, se procederá a realizar los procesos de corte, enderezado y doblado de estas. Este proceso se ejecuta gracias a unas planillas donde se ven reflejadas las características de cada armadura, donde se definen la longitud, geometría y diámetro de cada una. Estos procesos de ferrallado pueden ser realizados por la propia empresa que fabrica los prefabricados o por una empresa externa a ella, pero siempre cumpliendo con los requisitos establecidos por la EHE-08 Instrucción del hormigón estructural en sus Artículos 32 Aceros para armaduras pasivas, Artículo 33 Armaduras pasivas, Artículo 34 Acero para armaduras activas, Artículo 35 Armaduras activas además de cumplir con las exigencias de la norma UNE-EN 10080.

El siguiente paso a realizar es el montaje de la armadura o ferralla armada dentro de los propios moldes o en el exterior. Para los casos que vaya a ser una pieza de hormigón pretensado, la armadura se habrá montado en el interior de cada molde para que se pueda ejecutar correctamente la acción de pretensado mediante la utilización de la maquinaria específica para tal fin. Por lo contrario, la armadura será montada en el exterior cuando se utilice hormigón armado y posteriormente se introducirá en el correspondiente molde.

La preparación, el tratamiento y puesta del hormigón ya sea pretensado o armado puede que sea unos de los aspectos más importantes a la hora de la fabricación de estos elementos. Este material debe realizarse de acuerdo con el proyecto y que contenga una dosificación adecuada y una concentración de aditivos y adiciones que corresponda con el proyecto.

Es habitual que las propias empresas produzcan su propio hormigón para la fabricación. Por ello, estas empresas disponen de silos y almacenes donde guardar las diferentes materias primas como puede ser el cemento o los distintos áridos.



*Ilustración 23. Silo de almacenaje y cinta transportadora de materiales.2015.Fuente: Propia*

En el momento en que la mezcla se encuentra en condiciones óptimas se procede al hormigonado, el cubilote situado en el puente-grúa y la vagoneta monorriel suelen ser los instrumentos más utilizados para la prefabricación en el proceso de hormigonado.

Para piezas fuertemente armadas es recomendable el uso de hormigón autocompactante ya que en muchos casos el acceso del vibrador para conseguir un correcto compactado es dificultoso. Con la utilización de este hormigón se consigue reducir el aire ocluido, posibles fisuras y

grietas. Ahora bien, es recomendable evitar el exceso de vibrado porque puede producir segregaciones en la capa superior del hormigón.

Para muchas piezas se utilizan elementos especiales para la compactación que más tarde se explicarán en los apartados siguientes, donde se habla del proceso de fabricación de cada tipo de elemento.

Uno de los últimos pasos es el fraguado, curado y desmoldar el elemento.

Durante el fraguado y curado, con el objetivo de garantizar que el hormigón consiga la resistencias adecuadas y cumplir con los requisitos de durabilidad es obligado evitar un endurecimiento acelerado lo que podría provocar daños en este, asimismo un endurecimiento muy lento puede provocar también graves daños. Para eludir esto, hay diversos métodos que controlan un endurecimiento prematuro o lento, estos métodos principalmente se basan en el control de la humedad del elemento.

Para controlar el endurecimiento prematuro:

- Aplicar un líquido de curado.
- Prolongar los procesos de desmoldar y desencofrar.
- Cubrición del hormigón con láminas de plástico impermeables.
- Rociar durante cierto tiempo de manera continuada el hormigón.

Para acelerar un endurecimiento lento:

- Aceleradores de fraguado
- Túnel de vapor
- Utilización de lámparas de calor

En el caso de acelerar el fraguado nunca se deberá sobrepasar los 70 °C con el objetivo de que el hormigón no pierda facultades.

Así pues, cuando el proceso de curado ha finalizado se procede al desmoldado o desencofrado. Este proceso se produce gracias al producto desencofrante previamente aplicado. Aunque este proceso puede diferir bastante entre los distintos fabricantes, se suelen dejar una especie de armaduras o unas pequeñas muescas que servirán para permitir el agarre de la grúa o el elemento de transporte, posibilitando el izado de la pieza para su posterior colocación en la zona de acopio.

Finalmente, los elementos se acopiaran de manera ordenada, distinguiendo cada elemento según sus características. El acopio debe ser correcto y cuidadoso para que ninguna pieza sufra algún desperfecto. Debido a esto se colocaran según la los esfuerzos para los que está destinado a resistir, es decir, que se coloquen como si estuviesen ya en obra en su posición definitiva.

La zona de acopios tiene que ser un lugar preparado para tal fin con lo que debe de reunir una serie de características. La zona debe de estar protegida de los factores ambientales y en el caso de que apoyen las piezas en el suelo, este no debe afectar a las propiedades del prefabricado.

Si por alguna razón la pieza que se ha fabricado no cumple con los requisitos de calidad ya sea porque ha sufrido desperfectos en su transporte, un incorrecto fraguado, etc se procede a demoler el elemento para conseguir el mayor reciclado posible.

## 7.1. Elementos de Hormigón Armado

Dentro de los elementos de hormigón armado prefabricada podemos encontrar pilares, paneles de cerramiento y vigas.

A diferencia del proceso utilizado para elementos pretensados, no se aplica para estos casos ninguna fuerza de pretensado.

Para **vigas y pilares** el proceso es muy similar, simplemente se diferencian en que soportan diferentes esfuerzos.

1. Limpieza: Lo primero es aplicar una limpieza total del encofrado o molde o en este caso banco de trabajo ya que es un elemento lineal, además de aplicar el producto desencofrante.
2. Montaje: Las planillas permitirán el correcto proceso de ferrallado y posteriormente se llevará a cabo el armado de la pieza. Cuando se está realizando este proceso habrá que tener en cuenta la disposición en el armado de la pieza, elementos que faciliten el izado y transporte, incluso elementos que permitan la unión entre otras piezas prefabricadas como pueden ser las vainas.



*Ilustración 24. Armado pilar y viga.2015. Fuente: Propia*

3. Hormigonado: Se produce la introducción de la armadura del pilar o la viga dentro del molde o el banco y mediante los medios de hormigonado anteriormente expuestos se procede a realizarlo. En el momento de hormigonado el propio banco de trabajo vibrará consiguiendo un correcto compactado.
4. Desencofrado y acopio: Finalizado el curado y el fraguado se procede a desmoldar la pieza, se retiraran las piezas laterales y se continúa con el izado y transporte de la pieza con el puente-grúa hasta la zona de acopio.

Los **paneles de cerramiento** siendo elementos de hormigón armado tienen un proceso distinto a los anteriores, principalmente por que pueden llevar en su interior una capa de algún tipo aislamiento térmico y acústico, o algo que también influye es su acabado en una de sus caras o en ambas.

Estos procesos también vienen marcados por el tipo de panel a fabricar ya que podemos encontrar paneles macizos, panel sándwich o bicapa

Si los paneles son macizos el proceso es muy parecido al de las vigas y pilares. Se utilizan mesas de una gran longitud donde se monta la armadura y se hormigona. La propia mesa vibra y en el caso de mesas basculantes otorga al panel un excelente acabado.



*Ilustración 25. Mesa para paneles.2015. Fuente: Propia*

Por el contrario para paneles bicapa y sándwich tanto el hormigonado como la colocación del armado se produce en dos fases ya que entre las dos capas del panel hay que intercalar una capa de porexpan.

Después de la imprimación de la mesa mediante desencofrante se coloca la armadura con los correspondientes separadores y se aplica la primera capa de hormigón mientras la mesa vibra. Posteriormente se coloca la placa de porexpan, el mallazo y se hormigona la segunda capa.

Se vibra y una vez el panel ha ganado las características de resistencia se extraen o con el puente-grúa o mediante el volcado de la propia mesa. La extracción se lleva a cabo por medio de unas muescas dispuestas previamente antes del hormigonada como se puede observar en la ilustración 27.

Al igual que estas muescas, el molde de los paneles deberá estar preparado para formar en los laterales unos rebajes que permitirá la unión entre paneles mediante un proceso de machihembrado.



*Ilustración 26. Panel en fabricación.2015. Fuente: Propia*



*Ilustración 27. Muesca en panel para izado.2015. Fuente: Propia*

En el caso de que el acabado sea distinto a lo normal como puede ser un color diferente se introducirá en la mezcla del hormigón cemento blanco más un tipo de aditivo que le otorgue color, y cuando se quiera que el acabado no sea liso, será el propio molde o la masa la que este dotada de estas características.

Una vez extraído el panel se acopiará en situación vertical.



*Ilustración 28. Distintos acabados de paneles. 2015. Fuente: Propia*

## 7.2. Losas alveolares y viguetas

Tanto las losas o placas alveolares como las viguetas autorresistentes o semirresistentes son elementos de hormigón pretensado, lo que conlleva a la utilización de maquinaria y medios especializados.

En la propia base de la nave industrial donde se localiza la empresa se disponen una serie de carriles denominadas líneas de placa alveolar o pistas de fabricación. Estos instrumentos son los que sirven de molde para el elemento y pueden llegar a medir 200 metros.

1. Limpieza y preparación del molde: Se pasará una maquina adaptada a la línea de placas que contiene una serie de rodillos que eliminan cualquier resto o desperdicio. Posteriormente se aplica el producto desencofrante gracias a esta misma máquina.



*Ilustración 29. Línea de placa alveolar.2015. Fuente: Propia*

2. Preparación y colocación del acero: La armadura de la placa se extraerá de unas medidas y se cortará en función de las medidas prestables en el proyecto. Consecutivamente e introducirán por las cabezas de tesado al igual que se colocaran a lo largo de las líneas.



*Ilustración 30. Colocación acero. 2015. Fuente: Propia*

3. **Tesado:** Una vez realizado todo el proceso armado, las cabezas de tesado mediante unas gatos hidráulicos aplicaran la presión necesario pudiendo llegar hasta 150 toneladas para que los cordones o cables adquieran las cualidades de pretensado necesarias. Posteriormente al tesado se cortara la armadura sobrante y se reciclará.



*Ilustración 31. Cabeza de tesado.2015. Fuente: Propia*

4. Hormigonado: El hormigonado se realiza como anteriormente se ha mencionado. En el momento que el hormigón ya está en el molde una maquina extrusora discurre a lo largo de la pista, de manera continua dotando a la placa de su geometría final. Este proceso se produce gracias unos elementos denominados “Cassettes”, los cuales están dotados con la geometría de los alveolos.



*Ilustración 32. Máquina extrusora. 2015. Fuente: Propia*

5. Corte: A continuación del hormigonado se ejecutará el corte de las placas según las dimensiones que se necesite previamente soltando la tensión de las armaduras y una vez se ha completado la fase de curado. La sierra circular de diamante es la encargada de este fin. En los casos que sea necesario la ejecución de huecos en la placa, se realizaran con el hormigón todavía fresco.
6. Extracción y acopio: El puente grúa es el encargado de extraer las placas y los vagones de transporte de llevarlas a la zona de acopio. Antes de acopiarlas serán expuestas al control de calidad y finalmente marcadas y acopiadas.



*Ilustración 33. Acopios placas alveolares. 2015. Fuente: prefabricadashormigon.blogspot*

### 7.3. Elementos de grandes dimensiones

Dentro de este apartado de elementos de grandes dimensiones consideramos las vigas de canto constante y las vigas de canto variable.

El proceso por el cual se fabrican estas vigas es un proceso parecido al de las placas alveolares.

Los moldes que se destinan para estas piezas son unas pistas metálicas de gran longitud. En los extremos de estas se encuentran unos elementos denominados bancadas que son las encargadas de aguantar todos los esfuerzos producidos por la gran cantidad de tendones que se introducen en la viga.



*Ilustración 34. Pista de encofrado para viga delta.2015. Fuente: Propia*

Posteriormente al pretensado de los tendones gracias a cabeza de tesado, se ejecuta el hormigonado de la pieza, con su oportuno vibrado para conseguir un correcto compactado gracias al propio molde o mediante la introducción de vibradores, y para los casos de piezas fuertemente armadas se utilizarán agujas de vibrado.

Una vez que se ha alcanzado la resistencia necesaria se realiza el corte de las vigas según las dimensiones de proyecto, en el caso de vigas de canto constante como son la rectangular, T y L. Para las vigas Delta simplemente se desmolda todo de una pieza.

Tras haber realizado el corte y desmoldado se procede al izado de la pieza gracias al puente-grúa, se marcan las vigas, pasan el control de calidad y se acopian finalmente hasta su transporte a obra.

Estos tipos de pistas pueden llegar adaptarse a cualquier tamaño y longitud, consiguiendo acoplarse al mercado pudiendo producir elementos de diferentes secciones, armados o dimensiones.

## 8. Comparación Estructura metálica y Estructura de hormigón prefabricado

Según el estudio sobre la Edificación industrial en España realizado en el 2006 por APTA, en la construcción de naves industriales predomina la utilización de estructura metálica y la estructura de elementos prefabricados de hormigón. Pero sobre todo el uso de estructura metálica, aunque a partir del año 2005 la utilización de hormigón prefabricado creció respecto a los años anteriores acercándose a la cantidad de construcciones realizadas mediante estructura metálica.

Por ello es conveniente realizar una pequeña comparación entre ambos tipos de estructuras.

Como ya he nombrado antes APTA, también realiza un estudio comparativo en el cual muestra aspectos fundamentales comunes y no comunes entre ambas tipologías estructurales. Entre los cuales se muestran los más relevantes.

Por ejemplo, la prefabricación permite controles exhaustivos, y sobre todo permite una rápida ejecución y posibilita solapar los plazos tanto los de fabricación en fábrica como la ejecución *in situ* mientras que en la estructura metálica no es posible. Además los sistemas constructivos basados en uniones atornilladas de los cuales principalmente son utilizados en estructura metálica, han pasado a tener un uso extendido en el hormigón prefabricado.<sup>6</sup> (TECTUM INGENIERÍA S.L., 2006)

---

<sup>6</sup> TECTUM INGENIERÍA S.L., A. (2006). ESTUDIO SOBRE EDIFICACIÓN INDUSTRIAL EN ESPAÑA.

Sin embargo la estructura metálica ofrece una mayor versatilidad espacial y constructiva. Ya que solo algunas veces el factor que más influye es la versatilidad, en el sector industrial no siempre es algo que se considere ventajoso.

Ambos sistemas tienen sus propios criterios de calidad que siempre deben seguir ya sea en la fabricación, mantenimiento, utilización o ejecución. Ambas estructuras tienen sus propias exigencias por lo que, tanto la estructura metálica como la de hormigón prefabricado tienen que tener siempre unos resultados óptimos.

La estructura plástica de la estructura metálica le permite a esta ser recomendable cuando hayan acciones dinámicas o vibratorias, deformaciones térmicas impuestas o una gran variabilidad en el rango de acciones de explotación.

Por otra parte, las uniones constructivas que nos podemos encontrar en el hormigón prefabricado son casi únicamente articulaciones mientras que la metálica nos ofrece una mayor abanico de soluciones ya sean articulaciones, apoyos o empotramientos.

La estructura de hormigón prefabricado tiene una mayor resistencia estructural y una mayor resistencia al fuego por lo que si una nave industrial se realiza con esta estructura puede albergar diversos usos entre los cuales los riesgos de incendio sean mayor.

Y en el aspecto económico dependiendo del tamaño de la nave a realizar la diferencia económica es menor o mayor. En el caso de naves pequeñas la estructura metálica predomina, en las naves de tamaño medio en ambas soluciones el coste y la realización es muy similar habiendo una gran competencia entre ellas. Y finalmente la solución de hormigón prefabricado vence en las naves de gran tamaño, naves que necesitan

grandes luces, es decir, cuanto más grande sea la nave es más propicio la utilización de hormigón prefabricado.

Se podrían hacer cientos de comparaciones, pero aunque se hiciesen todas ellas no se puede llegar a la conclusión de que una estructura es mejor que la otra, simplemente son dos tipologías diferentes, cada una tiene unas características y dependiendo de muchos factores ya sea el entorno, tamaño, economía, etc, se elegirá una u otra.

## 9. Memoria Descriptiva

### 9.1. Consideraciones Previas

El objeto de este proyecto es diseñar una nave industrial sin uso como ya se ha mencionado anteriormente. Pero hay que hacer hincapié en el poder desarrollar la nave de manera que se puede adaptar a cualquier uso una vez realizada su ejecución y sea vendida o alquilada. Por ello, lo primero en tener en cuenta, y uno de los aspectos fundamentales es diseñar la nave industrial en función de la normativa edificatoria aplicable.

La parcela donde se va a ubicar la nave industrial se encuentra en el Polígono Industrial Virgen de la Salud del municipio de Xirivella (Valencia). Por lo tanto la normativa vigente aplicada en la parcela elegida está regulada por el Plan General de Ordenación Urbana de 1989 y su posterior revisión aprobada el 27 de marzo de 2008 realizada por el ayuntamiento de este municipio. También será de aplicación el Plan Parcial Sector D (Ampliación Polígono Industrial Virgen de la Salud) del 21 de Marzo de 1997.<sup>7</sup> (Xirivella, PLAN GENERAL DE ORDENACIÓN URBANA, 1989, Revisión aprobada el 27 de marzo de 2008). La parcela se encuentra situada en la zona 2 del Sector D, zona destinada para el uso industrial.<sup>8</sup> (Xirivella, 21 de Marzo de 1997)

---

<sup>7</sup> Xirivella, A. d. (1989, Revisión aprobada el 27 de marzo de 2008). *PLAN GENERAL DE ORDENACIÓN URBANA*. Xirivella.

<sup>8</sup> Xirivella, A. d. (21 de Marzo de 1997). *PLAN PARCIAL AREA INDUSTRIAL SECTOR DXIRIVELLA*. Xirivella.

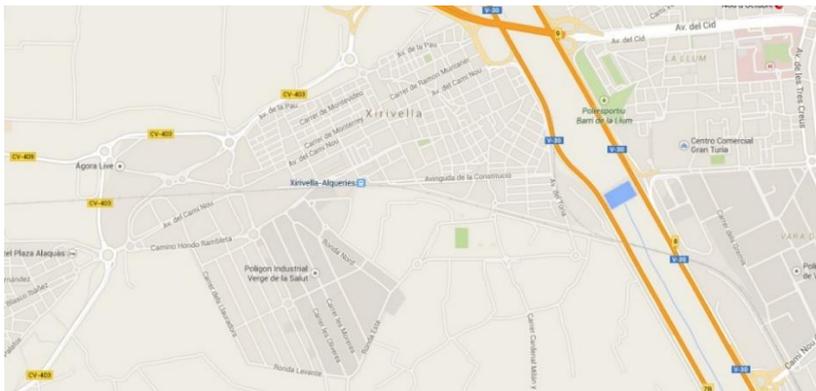


Ilustración 35. Situación Xirivella.2015.Fuente: GOOGLE MAPS

### 9.1.1. Ordenanzas.

En la siguiente tabla se ven reflejados los parámetros urbanísticos que influyen en nuestra parcela y que son necesarios para el diseño.

ORDENANZAS SECTOR D ZONA 2		
PARAMETROS	NORMA	PROYECTO
Dimensión Mínima Parcela	300 m <sup>2</sup>	4852 m <sup>2</sup>
Longitud Mínima de Fachada	10 m	40,55 m
Edificabilidad	0,65 ms <sup>2</sup> /mt <sup>2</sup>	0,63 ms <sup>2</sup> /mt <sup>2</sup>
Ocupación	70 %	63%
Altura Cornisa	12 metros	12 metros
Nº Máximo Plantas	3	2
Hp Libre*	3 metros	3,43 metros
Hp2*	3,80 metros	4,00 metros

Tabla 10. Parámetros Urbanísticos-Datos Recogidos del Anexo I .Ordenanzas Plan Parcial Sector D de Xirivella.2015.Fuente: Propia

\*Hp Libre = Altura libre de planta baja

\*Hp2= Distancia mínima de la cara de interior del forjado de techo de la planta baja respecto a la cota de referencia.

En el caso del vallado si se opta por una cerca opaca, la altura máxima es de 1 metro y en caso contrario de 2 metros.

La reserva de aparcamiento dispuesta por las ordenanzas es de una plaza por cada 200  $m^2$  de superficie construida sobre la misma.

#### 9.1.2. Condiciones estéticas.

Todas las fachadas que estén dispuestas a vía pública deberán de tratarse con calidad resultante de obra nueva. Las construcciones auxiliares e instalaciones complementarias también deberán tener carácter de obra terminada con el objetivo de no desmerecer el conjunto.

Los espacios que se pueden encontrar en la edificación si no se encuentran pavimentadas deberán de completarse con elementos de jardinería y mobiliario urbano.

#### 9.1.3. Otras Condiciones

Estará permitido que se realicen patios abiertos o cerrados. Su dimensión está limitado, siendo esta limitación que la dimensión mínima del patio sea que se pueda inscribir un círculo en la planta de este, siendo el diámetro del círculo igual a la altura de la edificación más alta que lo limita y estas tengan huecos preparados para locales de trabajo.

La apertura de las puertas de acceso de ningún modo se adentrara en la vía pública. No es posible la alteración de la rasante de la vía pública, únicamente se permite añadir un bordillo rebajado donde se sitúe la

entrada para vehículos.<sup>9</sup> (Xirivella, ANEXO I: ORDENANZAS PLAN PARCIAL SECTOR D, 21 de marzo 1997)

## 9.2. Situación del Solar

El solar elegido para la realización de esta nave industrial tiene una superficie de  $4852,65 \text{ m}^2$  y se encuentra entre las calles Carrer dels Ferradors, Calle del Seders y Carrer dels Carreters. El solar apenas dista a 3,5 kilómetros de distancia de la Ciudad de Valencia, estando el polígono Industrial perfectamente comunicado, ya que consta con una excelente red viaria. Entre las cuales se puede acceder directamente desde la autovía V-30 y la comunicación entre Alacuas y Aldaya se realiza gracias a la carretera llamada Antiguo Camino.



*Ilustración 36. Situación Solar.2015.Fuente: Sede Electrónica del Catastro.*

<sup>9</sup> Xirivella, A. d. (21 de marzo 1997). ANEXO I: ORDENANZAS PLAN PARCIAL SECTOR D. Xirivella.

El 100% de vías de acceso, caminos y carreteras se encuentran pavimentadas, completamente equipadas con acceso para paso peatonal, y toda la superficie del Polígono Industrial cuenta con todos los servicios urbanísticos.

El solar cuenta con todas las infraestructuras necesarias, es decir, cuenta con acometida de agua, electricidad, gas, y la de alcantarillado. Esta última es una red separativa ya que las aguas residuales y pluviales se recogen en distinta red.

Debido al emplazamiento del solar, tres de las cuatro fachadas de la nave darán a vial por lo cual, como ya se ha nombrado antes, estas fachadas tendrán que tener un aspecto terminado de obra nueva.

Por otro lado, se han barajado dos opciones distintas de disponer la nave industrial dentro de la parcela, de los cuales se optará por una de ellas.

**Opción 1:** Esta primera opción como se ve reflejado en el Plano 1 el cual muestra gráficamente todo lo que a continuación se va a nombrar, se establecería una nave industrial de forma rectangular. La nave se encontraría pegada a los lindes de la parcela de las calles dels Seders y els Ferradors.

Dentro de este modo distribución de la parcela diferenciamos dos zonas.

La primera de ellas sería la zona de acceso para los clientes y trabajadores. Este acceso se encuentra en el Carrer dels seders, además de servir de acceso peatonal tendrá acceso de vehículos para los aparcamientos que se encuentran dentro de la parcela que la normativa exige. Además esta zona estará comunicada con la zona de trabajo de la nave que se encuentra en la zona más alejada a la primera entrada ya nombrada.

Dentro de este acceso a la parcela hay que diferenciar las dos entradas que hay. Una de ellas situada en la esquina suroeste de la nave que es por donde se adentrarán a ella los trabajadores que estén destinados a trabajar en oficinas y en la zona de recepción, siendo la misma entrada para los posibles clientes.

Por otro lado los trabajadores que desarrollen su actividad profesional en la zona de fabricación, almacenaje, etc o la actividad que esta vaya a tener en un futuro accederán a su zona de trabajo por la zona de aparcamiento gracias a una puerta en un vallado que delimita esta zona de aparcamiento de la entrada de los vehículos pesados. Este vallado solo permitirá el acceso al personal autorizado.

La segunda zona sería la del acceso de entrada y de salida para los vehículos para la carga y descarga de mercancías. La entrada a esta zona de mercancías estará colocada en el Carrer dels Carreters permitiendo acceder a la nave sin necesidad de que estos vehículos se adentrasen por el Municipio de Xirivella ni por el interior del polígono. El acceso al polígono se dispone desde la autovía V-30 hacia la CV-36 y finalmente por el Camino Nuevo de Picanya. La salida de esta zona es a través del Carrer dels Ferradors, realizando el camino inverso para volver a acceder a la autovía V-30.

Sería en este lugar donde se colocaría los contenedores para los residuos en caso de que la nave se destinase a la fabricación permitiendo entrar al vehículo de recogida de residuos sin producir ninguna problemática con la entrada de los otros vehículos.

**Opción 2:** En este caso tiene una forma más cuadrada que la anterior. Toda la longitud de la parcela desde las calles del Carrer del Carreters al Carrer dels Ferradors estará ocupada por la nave. El acceso para los

vehículos pesados se mantiene igual que la propuesta anterior, siendo el acceso por las mismas calles pero a diferencia de la anterior el acceso de los vehículos de clientes y trabajadores debe realizarse por el mismo lugar que los vehículos pesados pudiendo crear cierto conflicto entre los diferentes vehículos que puedan llegar.

La zona de aparcamientos se encontraría junto al lindero con la parcela contigua evitando así molestar lo menos posible a las diversas actividades que se ejerzan.

Por el contrario la nave estará pegada a los linderos de las tres calles, dejando más espacio en la parte posterior de la parcela.

En esta opción la entrada de paso para los clientes y los trabajadores se encuentra en sitio distinto de donde se encuentran las plazas de aparcamiento por lo que para acceder a la zona de administración desde el parking es necesario salir de este y acceder desde fuera.

Las dos opciones que se han planteado buscan el mayor aprovechamiento de la edificabilidad y que la distribución sea lo mejor posible, dentro de las limitaciones de la parcela y de las ordenanzas urbanísticas.

La opción elegida es la opción 1 ya que permite un mayor aprovechamiento de la edificabilidad. Además permite una mejor circulación interior como para la entrada y salida de aparcamiento destinada para trabajadores y clientes al igual que la entrada de mercancías.

Además se ha optado que parte de la fachada esté ejecutada mediante la estructura de cerramiento de muro cortina. La fachada ejecutada con este tipo de cerramiento se encuentra en la esquina que forman las calles del Seders y els Corretgers. Se construirá en forma de chaflán dotando a

la nave de una mejor visión estética y será por donde se encontrará la entrada para clientes y trabajadores además es el lugar establecido para el acceso de los vehículos. Por todo esto la opción 1 es la que ofrece mejores condiciones de uso, accesibilidad y estética.

Por otra parte otro de los factores que se han tenido en cuenta pero teniendo una menor relevancia es la radiación solar que se encuentra en Valencia. En esta ciudad las temperaturas suelen ser bastante elevadas incluso en las estaciones de otoño e invierno y a veces produciéndose temperaturas de entre 35 °C y 40 °C en las estaciones estivales. El muro cortina es un tipo de cerramiento modular ligero compuesto por un acristalamiento lo que permite la entrada de la luz teniendo un coeficiente de conductividad térmica menor que otros tipos de cerramiento. Por ello, esta fachada de muro cortina teniendo una orientación noroeste recibirá una menor radiación solar reduciendo la temperatura interior de la nave.

## 10. Memoria Constructiva

### 10.1. Descripción del solar

El solar consta de una topografía la cual podemos considerar llana, facilitando que el proceso de movimiento de tierras a realizar no conlleve grandes trabajos, únicamente llevará mayor complejidad terraplenado de la parte posterior de la nave, la cual hay que elevar en toda esa zona 1,40 metros restándole a esto el espesor de la solera. La superficie de terreno a elevar es de unos  $450 m^2$ , contando desde la zona posterior hasta la formación de las rampas del interior de la nave.

La elevación de esta zona ha sido necesaria para que los vehículos de mercancías puedan estacionar y proceder a la descarga de estas en el interior de la nave.

Se realizará el replanteo en el interior de la parcela tomando como cota de referencia un punto que se encuentra en el vial, en la esquina sureste de la parcela y estando situado en el eje de la calle principal, ya que este punto es inamovible, además de servir como punto de cota 0,00 para los trabajos de desbroce, limpieza y excavación.

El replanteo y el acondicionamiento del terreno se llevarán a cabo de acuerdo con las especificaciones descritas por la normativa de ordenanzas y por la norma vigente en Seguridad y Salud en el Trabajo.

La tarea de movimiento de tierras previsto se caracteriza por un proceso de:

- Limpieza y desbroce para eliminar la capa vegetal, de unos 20 cm de espesor.

- Excavación de zanjas para vigas riostras de cimentación.
- Excavación de pozo para zapatas aisladas y zapata corrida bajo muro.
- Terraplenado de la zona de muelles de carga, elevación de 1,20 metros de una superficie de 300 m<sup>2</sup> y elevación de 0,80 metros en una superficie de 100 m<sup>2</sup>.

## 10.2. Cimentación

La cimentación elegida para este proyecto es la cimentación mediante zapatas aisladas con unión por cáliz. Este tipo de cimentaciones se basan

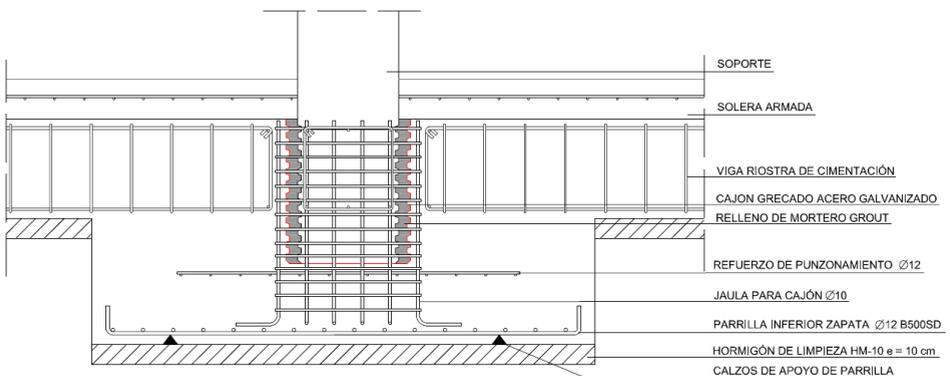


Ilustración 37. Cimentación por cáliz. 2015. Fuente: Propia

en que a la hora de la realización de la zapata se precisa en ella un hueco, en el cual el extremo del soporte es introducido en él. Es apropiado que la profundidad del cáliz sea 1,5 veces mayor a la dimensión de la sección transversal del soporte para poder evitar el momento que hay se genera.

El tamaño de cáliz tiene que ser lo suficientemente amplio para que facilite en un futuro una posible modificación debido a un error de replanteo. Además esto permite que se realice un correcto

hormigonado. Una vez ejecutada la zapata se introducirá el pilar y se aplomará mediante cuñas. Como en la cimentación de esta nave se van a utilizar cálices con las paredes de superficie dentada, por ello es necesario utilizar un hormigón de retracción controlada y de alta resistencia ya que en este tipo de uniones el pilar transmite el esfuerzo axial a las paredes del cáliz de manera tangencial y entonces el hormigón va a estar sometido a una serie de tensiones tangenciales.

Las dimensiones de las zapatas serán de 2,50x2,50 metros.

Todas las zapatas que conforman la cimentación del edificio irán unidas mediante vigas riostras dando a esta estabilidad mayor estabilidad. Por consiguiente, las vigas riostras que se encuentran en el perímetro también tendrán la función de soporte para los paneles prefabricados de cerramiento, siendo estas el elemento de apoyo.

Hay que hacer especial hincapié en las dos zapatas que se encuentran en la que será la entrada a la nave, las cuales deberán albergar un doble soporte, cuyo armado será distinto al resto y el trabajo de izado y colocación del doble soporte es más complejo.

La edificación finalmente constará de:

- 25 Zapatas cuadradas para soportes rectangulares.
- 2 Zapatas rectangulares para doble soporte circular.
- 1 Zapata cuadrada para soporte circular.

El hormigón de las zapatas y vigas riostras será un HA-25/B/40/Ila armadas con barras de acero corrugado tipo B500-S.

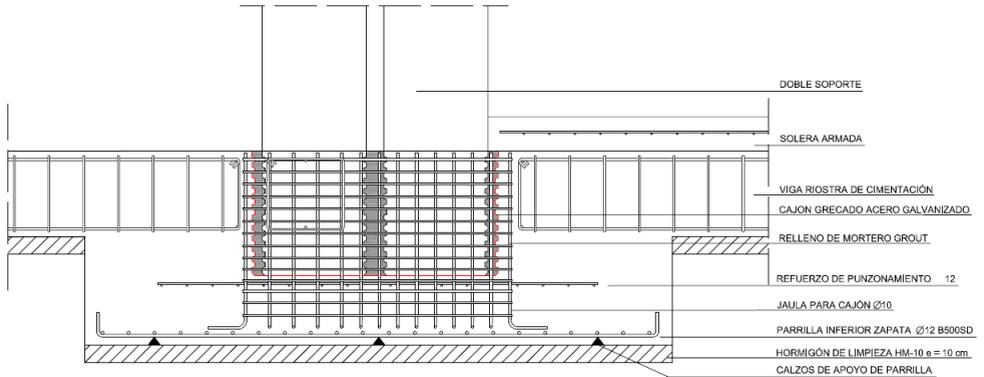


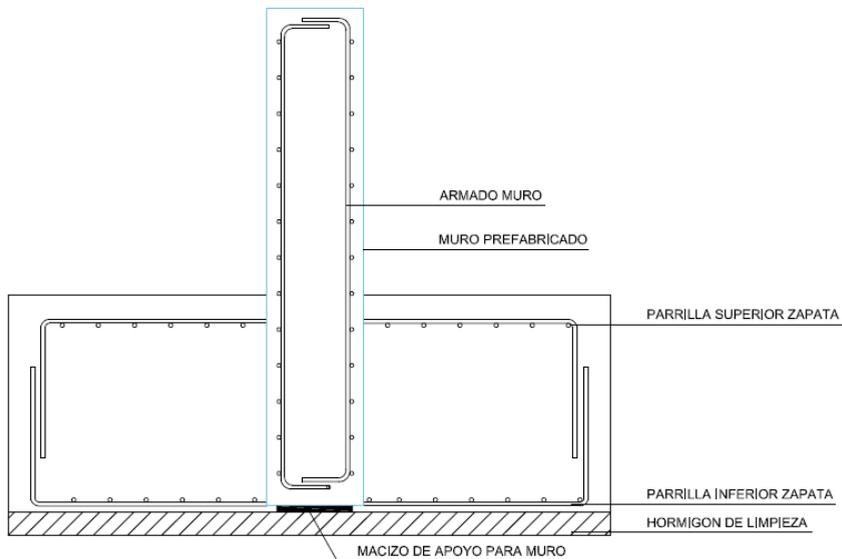
Ilustración 38. Cimentación por Cáliz con doble soporte. 2015 Fuente: Propia



Ilustración 39. Cimentación por cáliz con doble soporte. 2015. Fuente: Propia

Por otro lado, además de las zapatas aisladas para los soportes, se dispondrá una zapata corrida con una longitud de igual dimensión que el ancho de la nave, de unos 40 metros. Esta zapata servirá como elemento de anclaje para el muro de contención de tierras localizado en el extremo este de la nave.

La función de este muro será contener las tierras de la zona elevada de la nave mediante el propio terreno, una elevación de 1,40 metros para las 6 primeras puertas de los muelles de carga y otro muro con una dimensión inferior, de 1 metro de altura para las dos puertas restantes, destinadas para la recepción de vehículos menores.



*Ilustración 40. Zapata corrida con muro de contención prefabricado.2015.  
Fuente: Propia*

Se distribuye a lo largo de la nave una solera de hormigón de 20 cm de espesor compuesta por un hormigón de HM-20/B/20/I sobre una capa de enchado de piedra machacada, armada mediante un mallazo de reparto de malla electrosoldada, incluyendo las rampas que salvan los desniveles en la zona de descarga de mercancías hacia el resto de la nave.

Descripción grafica en el plano 15 del armado que constituyen, las zapatas aisladas por cáliz, la solera de hormigón, el muro de contención de tierras y las vigas riostras que atan las zapatas.

En el caso de que en el momento de la realización no se diesen las condiciones previamente adoptadas en el proyecto y el cálculo, será la Dirección Facultativa la encargada de aplicar otro sistema de cimentación previo aviso a la propiedad y al Constructor, dándoles a estos los planos que plasman el nuevo sistema.

### 10.3. Red de Saneamiento

Las infraestructuras del polígono industrial donde se ubica la nave cuentan con una red separativa para las aguas residuales y para las aguas pluviales por lo que se dispone dos tipos distintos de red de saneamiento.

Ambas de redes de saneamiento se llevan a cabo con tubos de PVC, con una pendiente no inferior a 1,5% y los diámetros establecidos por el CTE.

Con la intención de conseguir una circulación natural de las aguas en las redes, se evitan los fuertes cambios de dirección y de la pendiente de estas, reduciendo las posibilidades de creación de obstrucciones en el sistema. Se han previsto registros en todos los cambio de dirección que formen un ángulo mayor de 45 grados y se limitan lo máximo posible el uso de cados que formen 90º.

Todas las bajantes, tanto las de aguas pluviales como fecales se unirán a las redes horizontales mediante arquetas a pie de bajante y la conexión de estas últimas a la red de general de alcantarillado se realizará con un pozo de acometida en el cual cada red verterá agua en su propio pozo.

Como ya se ha nombrado anteriormente, además de colocar registros en los cambios de dirección y de pendiente, se colocarán también a pie de bajante, en los encuentros de tuberías y justo antes de la unión con las redes generales, consiguiendo con esto la limpieza y comprobación de cada punto de la red.

Las arquetas elegidas estarán formadas por fábrica de ladrillo  $\frac{1}{2}$  pie de espesor recibidos por mortero, sobre base de hormigón de 10 cm de espesor. Revestida interiormente con enfoscado de mortero de cemento.

La recogida de aguas pluviales en cubierta se ejecuta mediante la cubierta a dos aguas, estas dejan caer el agua hacia las vigas canal que transportan a esta a los sumideros y bajantes, las cuales formadas por PVC dispuestas en un lateral de cada pilar perimetral, escondidas mediante una cajeadado adosado al pilar.

El diámetro del sumidero y de las bajantes será de 20 cm, el tamaño máximo dado por la tabla 4.8 del artículo 4.2.3. del CTE HS-5 Evacuación de aguas. Aunque la superficie de cubierta en planta no supera ni iguala los 2700 m<sup>2</sup> que limita CTE para este diámetro, se ha decidido coger ese ya que la cubierta ocupa casi esa superficie y con el objetivo de evitar problemas posteriores. (Ministerio de Fomento, 2009, comentarios 2015)

Una vez realizada la ejecución de cada unidad de las redes, se aplicará una limpieza para quitar cualquier material que pueda provocar una obstrucción manteniendo siempre limpia cada unidad hasta la completa instalación de estas. Finalmente se procederá a realizar una prueba de estanqueidad en ambas redes antes del tapado definitivo.

## 10.4. Estructura

La estructura proyectada está compuesta principalmente por elementos prefabricados de hormigón.

La estructura principal está compuesta por una serie de pórticos alineados, con una luz de 40 metros separados entre sí en su mayoría por 10 metros de distancia, dotando a la nave de una longitud total de 65 metros.

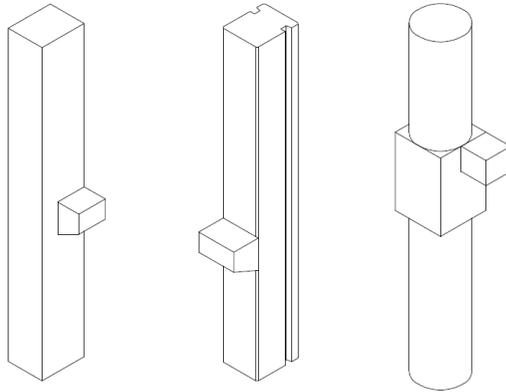
Se ha proyectado un entreplanta con una superficie construida de 450  $m^2$  destinada para oficinas para la realización de las gestiones empresariales de la nave industrial. Está ubicada en la esquina sureste abarcando los tres primeros pórticos separados el primero del segundo 10 metros y los segundos y terceros 5 metros.

### 10.4.1. Soportes

La estructura elegida conlleva en su totalidad pilares prefabricados de hormigón, como se ha nombrado antes, estos pilares irán introducidos en las zapatas aisladas. Todos los pilares estarán compuestos por un hormigón HA-35 y un armado B500S.

La forma geométrica de los soportes será rectangular, cuadrada y circular dependiendo del lugar de su colocación. La mayoría de las uniones de los pilares con vigas o forjados se va a realizar mediante apoyos. Los soportes son fabricados con una serie de ménsulas que son las que se

sirven como base para el apoyo de la viga y el forjado. Además de las ménsulas la coronación del pilar viene preparada para recibir las vigas peraltadas o jácenas principales de cubierta.



*Ilustración 41. Soportes con ménsulas utilizados en la Nave Industrial. 2015.*

*Fuente: Propia*

Todos los soportes laterales tienen una altura de 8,80 m habiendo un total de 16 pilares, de los cuales 14 tienen forma rectangular con unas dimensiones de 0,50x0,60 metros y los dos restantes con una geometría circular de diámetro 0,65 metros.

Los pilares rectangulares de perímetro están preparados para recibir los paneles prefabricados enrasados por la parte exterior del pilar, los paneles son recibidos en los pilares gracias a unos cajeados dispuestos en los mismos hechos previamente en fábrica. La disposición de los cajeados difiere dependiendo si el pilar se sitúa en esquina o en zona central.

Como se ha mencionados en el apartado de cimentación, dos de las zapatas contienen un doble soporte, estos están compuestos por dos

pilares circulares, los exteriores preparados para recibir los cerramientos mientras que los interiores teniendo una altura de 3,70 metros cuya función es soportar la viga rectangular donde irán apoyadas las placas alveolares, consiguiendo con todo esto solventar la geometría en chaflán de la fachada.

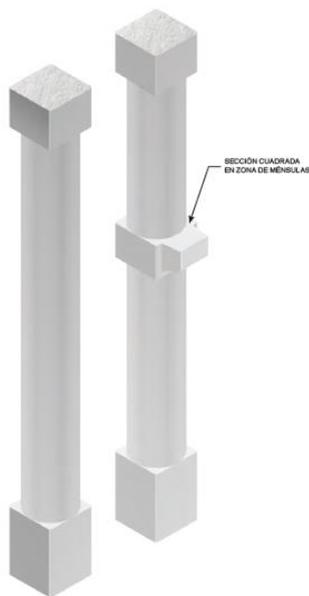
Cabe destacar que uno de ellos es circular preparado para recibir tanto el cerramiento de muro cortina como los paneles prefabricados de hormigón como se ha dicho antes gracias a unos cajeados.

En la zona interior se encuentran unos pilares de sección rectangular con una altura de 3,70 m en cuya cabeza de estos apoyan las vigas en el L y T que soportaran el forjado.

Cinco de los pilares exteriores disponen de ménsulas donde irán apoyadas las vigas en L y T.

En la siguiente tabla se muestra la altura de cada pilar y su ubicación. Ver plano 5.

Hay que nombrar que los soportes circulares son distintos, estos en concreto se deben realizar con encofrados distintos en fabrica, por lo que su precio es mayor, han sido elegidos con el fin de solventar la geometría de la nave.



*Ilustración 42. Soportes circulares. Unión con panel de cerramiento. 2015. Fuente: Catálogo Riphorsa*

Designación Soporte	Ubicación	Altura	Dimensión
P2, P3, P4, P5, P6, P7, P23, P24, P25, P26, P27.	Pórticos Centrales	8,80 metros	0,50x0,60 metros
P9, P12, P20.	Pórticos Hastiales	9,90 metros	0,50x0,60 metros
P13, P16.	Pórticos Hastiales	10,40 metros	0,50x0,60 metros
P22	Pórticos Centrales	8,80 metros	∅ 0,65 metros
P17	Pórticos Hastiales	9,90 metros	∅ 0,65 metros
P10, P11, P14, P15, P18, P19.	Soportes Interiores	3,70 metros	0,50x0,60 metros

*Tabla 11. Dimensiones Soportes. 2015. Fuente: Propia*

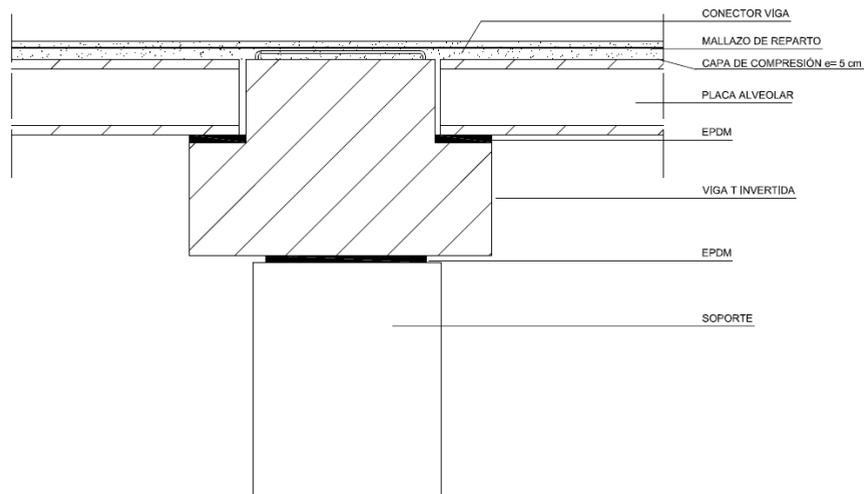
### 10.4.2. Estructura horizontal

Para el soporte del sistema estructural horizontal, hay que hablar de dos tipos bien diferenciados que son las vigas principales de cubierta y las vigas principales de carga para forjados.

Como vigas principales de forjados se van a utilizar vigas o jácenas de hormigón prefabricado con tres formas distintas. Una en forma de T, que serán vigas pretensadas ya que esta nave industrial cuenta con gran luz. Vigas en L y vigas rectangulares también pretensadas.

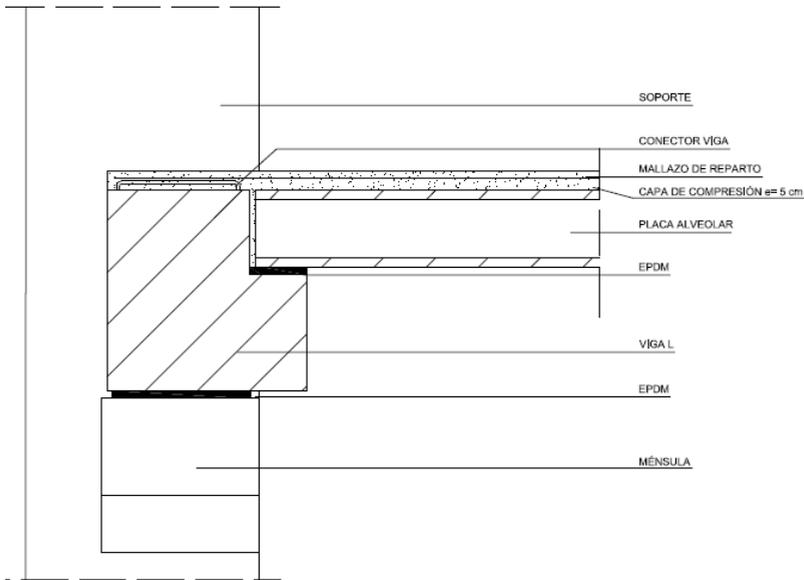
Estarán conformadas por un hormigón HA-35 y un armado B500S.

Las vigas T con unas dimensiones de 0,80 m incluyendo vuelo y una longitud de 10 metros se encuentran sobre los pilares interiores apoyadas sobre un material elastomérico en la cabeza de pilar. Un total de 2 vigas en T recibirán por cada lado el forjado en los vanos centrales.



*Ilustración 43. Detalle viga T y forjado de placa alveolar. 2015. Fuente: Propia*

Para los vanos extremos se han utilizado vigas en L con unas dimensiones de 0,50 metros incluyendo vuelo que solo recibirán por un lado el encuentro con el forjado. De entre estas vigas distinguimos dos, las que apoya en ménsulas cortas de pilar, otras dos en cabeza de pilar y la última, que un extremo apoya en ménsula y el otro en cabeza.



*Ilustración 44. Unión viga T y placa alveolar de forjado. 2015. Fuente. Propia*

Por ultimo las vigas rectangulares se han utilizado para solucionar la zona de chaflán, una de ellas apoya sobre los pilares interiores que forman el doble soporte mientras que la otra apoya sobre dos ménsulas.

Como se acaba de nombrar los forjados estarán compuestos por placas alveolares ya que nos permiten cubrir grandes luces y permiten soportar grandes cargas. Este tipo de placas están compuestas por planos-lineales

de hormigón pretensado con un espesor de 20 +5 cm ya que se le añade una capa de compresión de 5 cm, compuesta de hormigón y un mallazo de reparto. La dimensión de las placas, para este proyecto, principalmente son de 1,20 metros por 10 de longitud. Aunque las placas situadas en el chafalán tienen una geometría distinta como se puede ver en el plano 12, recortadas según las necesidades de la geometría de esa zona.

Otras vigas a destacar son las vigas que se utilizaran para soportar la cubierta pero es preferible hablar de ellas en el siguiente apartado 9.5.

Para el acceso de planta baja a la planta altillo de oficinas se ha proyectado una escalera prefabricada de ida y vuelta de dos tramos, sustentado con un sistema de apoyo de pequeños pilares prefabricados arriostrados entre sí mediante un travesaño de hormigón que soportan una viga prefabricada que está a su vez aguanta el tramo de escalera.

El inicio de la escalera, en su primer peldaño va anclado con una varilla roscada, habiendo realizado previamente un orificio con taladro. Finalmente se introduce un producto de resina para dejar la unión fija.

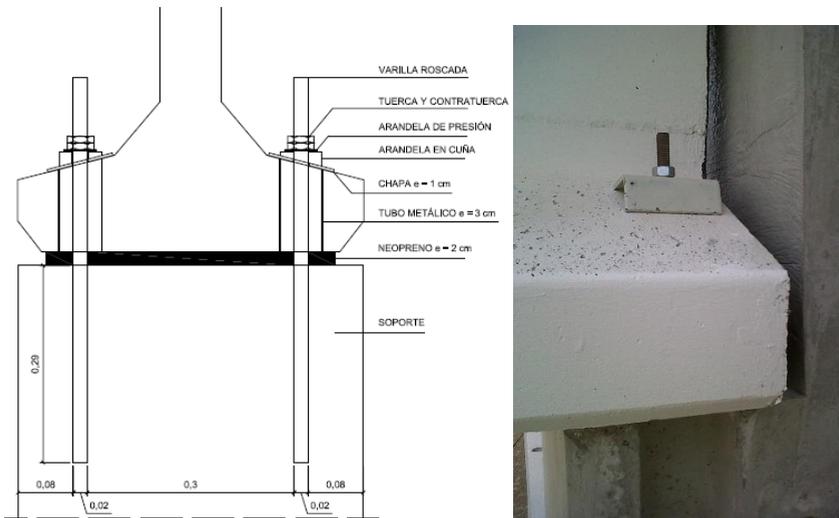
### 10.4.3. Estructura de cubierta

Como soporte de los paneles de cubierta *Deck* se distinguen dos elementos, uno principal y otro secundario. Como elemento principal se van a utilizar las vigas peraltadas o vigas Delta de doble T de alma aligerada de hormigón pretensado HP-50 que se apoyan sobre los pilares dispuestos a una misma altura. Se caracteriza porque la cabeza superior de la viga soporta los esfuerzos de compresión mientras que la cabeza inferior soporta los esfuerzos de tracción. Además de este tipo de vigas hay que destacar otras variantes que vamos a encontrar en la

construcción de la nave que se considerarán como elementos secundarios de cubierta.

Estas vigas se encargan unir en la máxima altura los dos pilares extremos alineados que conforman así en su totalidad cada pórtico que sirve como estructura portante del edificio.

La unión del pilar con la viga delta se realiza mediante una unión por vainas metálica donde se introduce la varilla roscada, el interior de la vaina irá rellena de mortero y la varilla estará asegurada con un juego de tuercas y arandelas como se aprecia en la siguiente ilustración.



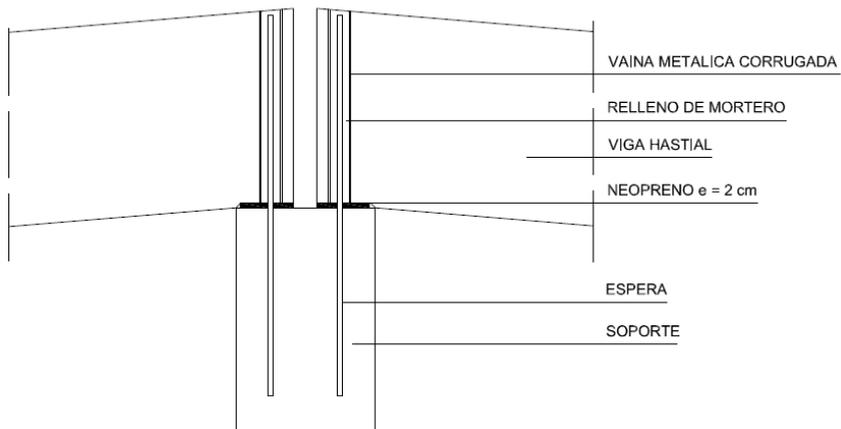
*Ilustración 45. Unión Viga Peralta y soporte. 2015. Fuente: Propia*

Debido a que las vigas de los pórticos extremos serán distintas a las demás, se van a utilizar las denominadas vigas en hastial, que se colocarán en el pórtico inicial y en el pórtico final con la función de unir

los soportes para que permitan la colocación y atado de los cerramientos verticales.

Estas jácenas, de sección constante y con forma rectangular realizadas en hormigón armado, se colocan según la pendiente de la cubierta. Cada jácena hastial, en el momento de la fabricación se le dota en uno de sus extremos de un rebaje de unos 30 cm en un canto de 70 cm cuyo objetivo es permitir el apoyo de la viga en el pilar además de conseguir continuar la pendiente de la cubierta a dos aguas.

El sistema de unión entre estas y los soportes es muy similar a la unión entre las vigas delta y soportes. Las vigas para los pórticos hastiales se anclan en la cabeza de los pilares gracias a las barras de acero incrustadas en la cabeza del pilar las cuales como antes se introducen en las vainas, las cuales irán rellenas de mortero sin retracción y un apoyo de lámina de neopreno.



*Ilustración 46. Unión Vigas Hastiales con soporte en zona central. 2015. Fuente: Propia*

Para la unión de los pilares en el sentido longitudinal de la nave se van a utilizar las vigas de atado que se van a encargar de unir los pilares que forman los laterales de la nave además de tener la función de la recogida y evacuación de las aguas pluviales. En nuestro caso la geometría elegida para la viga de atado es en forma de H. Se trata de una viga secundaria, compuesta por hormigón pretensado HP-50 y un acero B500S que ayudan en gran medida en la rigidización de los pórticos y son las encargadas de fijar los paneles de cerramiento.

Las vigas canal tendrán una longitud igual a la distancia entre pórticos, apoyadas en los extremos de las vigas delta, fijadas entre sí mediante pletinas de acero atornilladas con tuerca, contratuerca y arandela de presión.

El material de cubrición, es decir la cubierta tipo *deck*, descansará sobre las correas que a su vez estas se encontrarán apoyadas sobre las vigas delta y las vigas en hastial. Estas correas son de fabricación en continuo también llamadas correas tubulares y son las idóneas para las características de esta nave. Están compuestas por un hormigón pretensado HP-50 y un tipo de acero Y1860S7; la unión de esta con la jácena se realiza mediante una pletina de acero Omega y una unión roscada, destacando que entre la correa y la pletina se encuentra una lámina de EPDM de 6 mm de espesor que las separa.

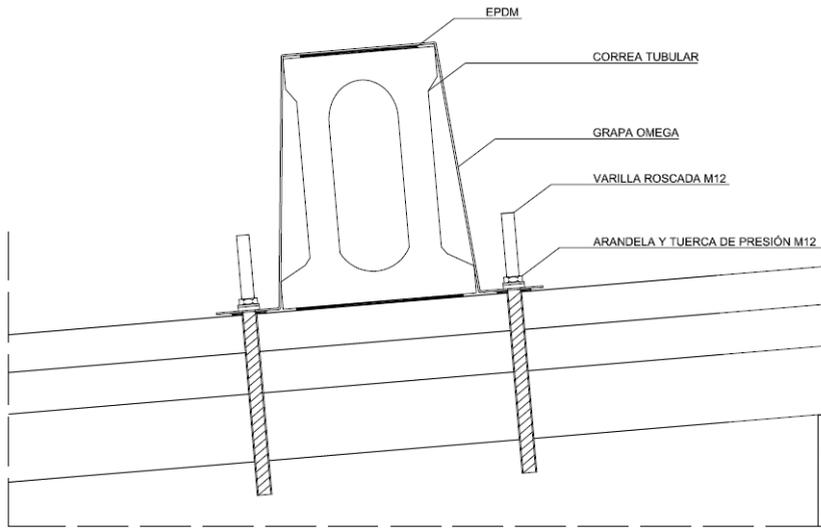
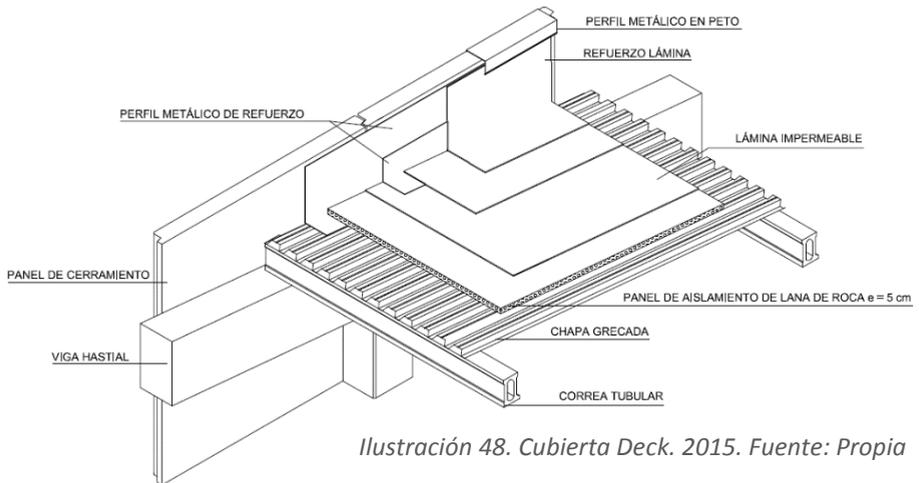


Ilustración 47. Unión correa tubular con viga peraltada. 2015. Fuente: Propia

## 10.5. Cubierta

La cubierta está formada por un cerramiento de cubierta tipo *deck*. Que se irán colocando en paneles. Estos paneles están compuestos por un perfil de chapa metálica grecada de acero galvanizado con un espesor de 8 mm que servirá como base para un aislamiento termo-acústico de lana de roca de alta densidad de espesor 5 cm. Encima del aislamiento se instalará una lámina asfáltica que servirá como sistema de impermeabilización y cuando sea necesario o recomendable se instalará una barrera de vapor compuesta por una lámina auxiliar impermeabilizante de polietileno de baja densidad. La necesidad de barrera de vapor estará de acuerdo con la configuración de la cubierta y el cálculo dado por la normativa CTE DB-HE1.

Tanto para la fijación entre los diferentes componentes de la cubierta *deck* como la fijación de esta al soporte base que la va a sustentar se utilizará una fijación mecánica. La fijación mecánica se compone por tornillos de acero de 6 mm de diámetro y 65 mm de longitud, con tratamiento anticorrosión, taco y arandela de reparto de 40x40 mm.



*Ilustración 48. Cubierta Deck. 2015. Fuente: Propia*

La utilización de este sistema de cubierta conlleva la necesidad de impermeabilizar en toda la longitud de las vigas canal situadas en los extremos de la nave, además de incluir un forro de la misma, de chapa y una pieza de remate lateral de peto, eliminando así cualquier posibilidad de filtración o humedad y evitando el contacto del agua con cualquier pieza de hormigón.

## 10.6. Sistemas de cerramiento

A continuación se detalla la definición constructiva de los dos sistemas de cerramiento del edificio, el comportamiento de estos frente al fuego, evacuación de agua, comportamiento frente a la humedad, aislamiento

acústico y térmico se adecúa a los requisitos exigidos por el Código Técnico de la edificación.

Como parámetros referentes para la correcta selección y ejecución de las fachadas se han tomado los siguientes:

- Zona climática.
- Transmitancia Térmica.
- Grado de impermeabilidad
- Resistencia al fuego
- Condiciones de propagación exterior
- Condiciones de seguridad de utilización en lo referente a los huecos.
- Condiciones de aislamiento.

Todos estos parámetros han sido aplicados según los documentos DB-HR de protección frente al ruido, DB-SUA-2 Seguridad frente al riesgo de impacto y atrapamiento, DB-SUA-1 Seguridad frente al riesgo de caídas, DB-HE-1 de Limitación de la demanda energética y DB-SI-2 de propagación exterior.

Para el cerramiento de la nave industrial se van utilizar dos tipos distintos. El que va a ocupar el mayor porcentaje de cerramiento, que es el que está formado por paneles prefabricados de hormigón, y el otro que es el que estará situado en la fachada principal que es de muro cortina de tapeta.

El cerramiento de paneles, se basa en un tipo de paneles arquitectónicos de hormigón armado HA25, armados mediante unos zunchos perimetrales y otros transversales con un acero B500S, obteniendo con esto una mayor estabilidad; aligerados en su interior por una capa de

poliestireno expandido. En la siguiente tabla se reflejan las características de los paneles arquitectónicos escogidos.

Espesor cm	El-mín RF	dBA Aislamiento Acústico	$Kcal/h^{\circ}Cm^2$ Aislamiento Térmico	$KN/m^2$ Peso
20	120	50	1,365	3,50

*Tabla 12. Características Panel Arquitectónico Aligerado. Datos Catálogo Pacadar Edificación. 2015. Fuente. Propia*

En el edificio podemos encontrar paneles verticales y horizontales. Los paneles verticales se sitúan a lo largo de las fachadas Noroeste y sureste y en un tramo de la fachada suroeste, en la esquina opuesta donde se situará el cerramiento de muro cortina en la zona de geometría de chaflán.

Los paneles horizontales se han situado en la fachada sureste, donde se encuentran los muelles de carga a fin de evitar la realización de grandes dinteles para soportar el peso de los paneles en el caso de que fuesen en posición vertical, incluidos también los localizados en la parte superior del muro cortina haciendo la función de peto en cubierta y como elemento de amarre para los montantes de la estructura del cerramiento de fachada acristalada.

La unión entre paneles tanto para verticales como horizontales se ejecuta por un sistema de machihembrado. Este sistema se produce debido a que durante el proceso de fabricación, la mesa utilizada como molde aplica unos rebajes en los laterales permitiendo poder encajar cada panel.

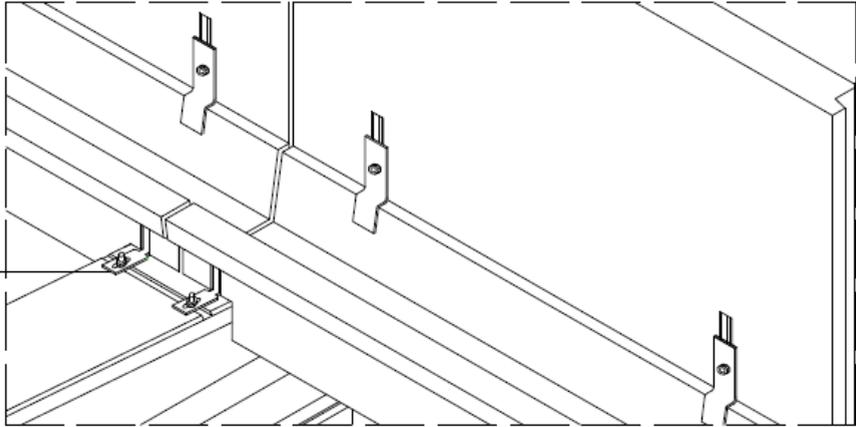


*Ilustración 49. Unión entre Paneles. 2015. Fuente: Propia*

Cabe destacar por otra parte los paneles localizados en la fachada donde se encuentra los muelles de carga, cuya instalación es necesaria para poder conseguir resolver la geometría de este lugar, ya que los muelles están dispuestos a modo de diente de sierra. Con todo esto, los paneles van enrasados a la cara del pilar unidos mediante perfiles metálicos embebidos en ellos además de ir apoyadas y unidos sobre la solera de cimentación, formando un ángulo de  $42^\circ$  con la línea de fachada.

El sistema de unión entre todos los paneles de fachada se realiza mediante un proceso de machihembrado ya que a la hora de la fabricación se les dota de rebajes y cortes en sus extremos. Ya que estos paneles su mayor dimensión es en sentido vertical, estos descargarán su peso sobre un plano de apoyo, la viga de riostra de cimentación, y se anclan en la viga de atado en su parte superior.

Para que estos queden sustentados, los paneles verticales de apoyan sobre la viga riostra de cimentación y se anclan mediante una sistema de mecánico a la viga canal, tratándose de una serie de perfiles comerciales embebidos en los paneles realizados previamente en fábrica.



*Ilustración 50. Sistema de unión entre viga canal con viga peraltada y paneles de cerramiento verticales. 2015. Fuente: Propia*

Los verticales a diferencias de los otros, se unen a los pilares, con un sistema mecánico similar, con un sistema metálico embebido en ellos.

El tratamiento a seguir para las juntas de los paneles es aplicar en su interior mortero de manera continua, entre el nivel de viga riostra y plano inferior de apoyo de los paneles antes de que se termine la obra, más tarde se colocará un fondo de junta.



*Ilustración 51. Juntas de sellado paneles de cerramiento. 2015. Fuente: Propia*

Estos paneles permiten una gran variedad de acabados, para este proyecto la elección es un aspecto de acabado pulido.

La fachada constará de los siguientes paneles:

Horizontales:

- 1 panel de 7,5x3,20 metros.
- 8 paneles de 10x2,30 metros.
- 4 paneles de 10x3,20 metros.
- 4 paneles de 10x2,35 metros.

Verticales:

- 12 paneles de 2,5x12 metros.
- 11 paneles de 2,5x12 metros con hueco para acristalamiento de 2x6,5 metros.

- 2 paneles 3x4 metros.
- 6 paneles de 3x3,65 metros.

Por otro lado, el sistema de fachada acristalado está realizado mediante un muro cortina de tapeta (Serie MR Inconal), compuesto por aluminio extruido de 3 mm de espesor con una aleación de 60-63 y con un tratamiento T-5 de acuerdo con la normativa UNE 38337 para la perfilaría.

Para la carpintería se ha elegido un perfil resistente interior formado por travesaños y montantes de 50 mm de ancho con las siguientes características según la profundidad:

- 200 mm                      Momento de inercia =  $697,76 \text{ cm}^4$

Contiene un presor en la parte exterior para la sujeción del vidrio compuesto por aluminio en el cual se aplica un material de EPDM en las juntas además de incluir tapeta decorativa exterior de 50x19 mm.

Para la evacuación de agua el muro cortina cuenta con un deflector para su salida y para la rotura de puente térmico se ha utilizado un perfil intermedio de poliamida 6.6 de 10x15 mm.

En lo referente a las uniones, la trama de perfilaría vertical y horizontal se une con topes de aluminio extruido de 4 mm de espesor. Las carpinterías se unen al forjado de placa alveolar con anclajes de acero de regulación tridimensional.

Para el caso de paso de forjado se resuelven a través de molduras de chapa de acero galvanizado de 1mm incluyendo aislante térmico y acústico de lana de roca además de incorporar un panel cortafuegos.

Aunque el espesor de la placa alveolar son solo 20 cm se ha considerado una dimensión de 85 cm el paso de forjado para evitar una visión al exterior del conjunto de forjado, viga y ménsula.

El último panel de acristalamiento, el que se encuentra a mayor altura, su hoja interior es de vidrio opaco evitando la vista desde el exterior de la parte superior de la nave debido a que la altura libre de la planta de oficinas es de 3,5 metros limitada por el falso techo, dejando otros 2,5 metros vistos donde se podría ver la estructura de cubierta y el sistema de sujeción de las placas de falso techo.

Los acristalamientos que se encuentran dentro de los paneles prefabricados de hormigón se consideran ventanas fijas de grandes dimensiones que se realizan del mismo modo que la fachada de muro cortina sirviendo la estructura de montante y travesaños como elementos de anclaje. Las dimensiones de estos acristalamientos don de 2x6,50 metros contando también con toda la perfilería.

El muro cortina en la zona de chaflán contará con una puerta de dos hojas abatibles con una longitud total de 2,40 metros y 2,50 metros de altura la cual será la entrada principal para clientes y trabajadores de oficina y de recepción.

Esta geometría en chaflán dota a la nave de una especie de doble entrada ya que en esa misma esquina donde se encuentra está previsto como ya se ha nombrado antes un pilar circular que sujeta la viga hastial de pórtico principal.

Finalmente, las 8 entradas situadas están constituidas por puertas en la zona de carga y descarga de mercancías están compuestas por puertas seccionales de paneles metálicos precalados de doble pared las cuales disponen de una cámara interior de poliuretano de alta densidad.

Las puertas discurren por unos bastidores de aluminio gracias a una perfilería zincada y lacada añadida a la propia puerta que fija a esta a los bastidores de sustentación.

Para darle robustez a la puerta se utiliza una pletina de acero a modo de refuerzo de unión entre bisagras el panel de la propia puerta. Los demás datos relevantes entorno a las puertas de los muelles de carga se ven reflejados en la propia ficha técnica del producto en un apartado posterior.

### 10.7. Sistema de particiones interiores

Debido a que la nave industrial no tiene un uso específico se ha realizado una propuesta de distribución interior, sin embargo será el cliente que adquiera la nave quien decidirá la distribución definitiva.

Las particiones interiores se van a ejecutar en su totalidad mediante yeso laminado. Ver plano 14.

Como en la planta de oficinas el tabique no llega a anclarse al techo debido a la gran altura entre esta planta y la cubierta se ha optado por un sistema de particiones autoportante que a continuación se detalla.

Como particiones interiores se ha elegido un sistema compuesto de placas de yeso de lamiando de la casa comercial Knauf. Este tipo de partición es un tabique técnico W116 de la casa comercial antes nombrada, compuesto por dos estructuras de perfiles verticales (montantes) y perfiles horizontales(canales) de 48 mm en los que van atornillados dos placas de yeso en cada cara de los perfiles de ambas estructuras.

Como elementos de arriostramiento para otorgar al tabique las propiedades autoportantes se disponen placas de yeso laminado a modo

de cartelas con una longitud que oscilan entre 30 y 70 cm y con una separación entre ellas de 60 cm, atornilladas mediante tornillos TN a cada estructura de montantes.

Otra de las propiedades de estos tabiques es que pueden integrarse en ellos, en la parte central que se encuentra entre las estructuras de montantes y canales, conductos de evacuación, aireación y ventilación.

El espesor del tabique viene determinado por los diámetros de las instalaciones que se adentran en la partición. Para este caso la dimensión que determinar el espesor son las instalaciones de fontanería destinadas a la evacuación de aguas de los aparatos sanitarios de las plantas de oficinas y de la planta baja en la zona de recepción.

Las bajantes de los inodoros necesitan una separación interior del tabique de 170 mm haciendo una espesor total de este de 220 mm mientras que para la conducción horizontal se necesita una separación interior de tabique de 220 mm y un espesor total de este de 270 mm.

Todos los WC con cisterna externa y lavabos se fijan al tabique con un bastidor de acero galvanizado que se encastra en el propio tabique. Esta fijación se produce en los montantes verticales por 8 tornillos.

Este tabique técnico se encuentra a lo largo de todo el perímetro de la zona de administración y oficinas mientras que el resto de particiones interiores se ha elegido un tabique

La carpintería interior estará formada por puertas de madera de acabado liso con un espesor de 40 mm, 825x2.030 mm. Según norma<sup>10</sup> (Corcho, Marzo 2008):

- Planta baja: 3 puertas
- Planta altillo: 11 puertas

## 10.8. Sistema de acabados

Todos los acabados se han elegido según los requisitos de seguridad, funcionalidad, habitabilidad, confort y durabilidad.

### 10.8.1. Acabados verticales

Para los acabados de las zonas de oficina y administración, todos los tabiques divisorios de placas de yeso laminado tendrán un acabado de pintura plástica.

En las zonas de almacenamiento y trabajo el revestimiento será el propio hormigón visto del panel prefabricado.

Mientras que en las zonas de lavabos se colocará un alicatado con unas dimensiones de 15x30 cm sobre cemento cola.

### 10.8.2. Acabados horizontales

En la zona de almacenaje, trabajos, carga y descarga y en la zona de recepción se ha dispuesto un revestimiento de tipo continuo, siendo el propio hormigón de la solera, incluyendo una capa superficial de 4 mm de revestimiento autonivelador. Este último presenta grandes

---

<sup>10</sup> Corcho, C. T. (Marzo 2008). *UNE 56801:2008*. AENOR.

características frente a los ataques químicos, impermeabilidad, resistencia mecánica, abrasión y penetración.

Los revestimientos de techo en oficinas y zona de recepción lo compone un falso techo de vinilo suspendido registrable de la marca Knauf. El falso techo se suspende mediante unas varillas roscadas ancladas a las correas de la cubierta en el caso de la planta de oficinas mientras que en la planta baja de zona de recepción se cuelgan del forjado de placa alveolar, que sujetan una perfilera metálica que soportan las placas de vinilo.

La estructura metálica para el falso techo está compuesta por unos perfiles primarios, otros secundarios y unos perimetrales formando una retícula donde alojar las placas de vinilo.

Los perfiles perimetrales son los que están atornillados al tabique técnico y los primarios y secundarios los que van sujetos por las varillas roscadas.

Las placas de vinilo tendrán un acabado de color blanco.

Para las zonas húmedas se utilizan baldosas cerámicas vidriadas con unas dimensiones 30x30 cm, apoyadas sobre cemento cola, a su vez el suelo de oficinas se soluciona con solado de gres, recibido por una capa de arena distribuida por encima de la capa de compresión del forjado.

### 10.8.3. Acabados exteriores

En las afueras de la nave industrial se dispondrá un pavimento preparado para recibir a los diferentes tipos de vehículos que accederán en un futuro a esta, camiones y vehículos de transporte en la propia zona de mercancías y acceso de vehículos para la zona de aparcamientos que se encuentra en el interior de la parcela.

Este pavimento asfáltico estará compuesto por una compactación del terreno, una capa de 6 cm de mezcla bituminosa, un riego de imprimación sobre esa capa y finalmente una capa de rodadura de 4 cm compuesta también por una mezcla bituminosa con árido.

En las zonas asfaltadas se pintaran mediante pintura plástica líneas blancas remarcando así un recorrido que permita una correcta circulación de los vehículos en la zona de carga y descarga y en la zona de aparcamiento.

Por otro lado, la parcela se encontrará cerrada perimetralmente mediante un muro de 1 metro de altura realizado con fábrica vista a la que en su parte superior va añadido un vallado de reja metálica galvanizada de otro metro de altura.

Este cierre de la parcela estará provisto de 2 puertas correderas metálicas de 8 metros permitiendo el acceso y salida para los camiones y vehículos de mercancías, otra puerta de igual modo de 4,5 metros para los vehículos de clientes y trabajadores de oficinas y una cuarta puerta de 3 metros para el acceso peatonal.

Para cada entrada se ha proyectado un vado como puede verse reflejado en los planos.

## 10.9. Instalaciones

### 10.9.1. Instalación Eléctrica

La descripción general de la instalación eléctrica mínima para llevar a cabo cualquier tipo de tarea a desarrollar en la nave viene precedida por el reglamento de baja tensión ITC-BT-19, ITC-BT-20, ITC-BT-28 y ITC-BT-29.

La energía eléctrica necesaria será suministrada desde la acometida general procedente de la red general establecida en el polígono industrial.

**Conducciones:** estarán compuestas de cobre correctamente aisladas mediante aislamiento de polietileno soportando una tensión 750 V.

La distribución de las conducciones se trazará previamente a su colocación, situando principalmente por los falsos techos y por el interior del tabique técnico colocando los registros oportunos para facilitar el montaje de la instalación.

**Conductores:** Para la conexión de los conductores se hace a través de cajas de empalme estancas. Estos podrán diferenciar entre si ya que su recubrimiento será de un determinado color pudiendo saber así a que circuito pertenecen al igual que el conductor neutro que se tendrá que diferenciar de los demás.

**Cajas de empalme:** Toda la nave industrial estará dotada de cajas de empalme estancas y derivación de un número necesario de ellas pudiendo así distribuir correctamente cada circuito.

Estas cajas serán las encargadas de albergar las diferentes uniones de las derivaciones realizadas con bornes.

**Cuadro general de mando y protección:** Cuadro donde se encuentran los elementos de protección de las líneas generales de alimentación.  
Elementos:

- Interruptor diferencial para la seguridad de corriente de defectos y contactos indirectos.
- Interruptor magnetotérmico. Protección contra cortocircuitos y sobretensión de la línea eléctrica.

Tanto el cuadro general de mando como el resto de los cuadros se dispondrán lo más cerca posible de la entrada de la derivación individual, incluso se instalará una caja para el interruptor de control de potencia. Esta última caja se instalará al lado del cuadro de mando pero sin encontrarse en el mismo espacio físico, instalándola antes de los demás positivos.

**Puesta tierra:** Para el caso de que vayan a ver maquinas eléctricas con partes metálicas en el edificio, estas dispondrán de circuitos de alimentación, tendrán un conductor de protección de color verde y amarillo mostrando que es de toma de tierra, de igual modo se utilizará este conductor de protección para los enchufes.

Estos irán conectados al cuadro general de protección, y del borne de este saldrá la línea principal de toma de tierra hasta la red principal de toma de tierra.

### 10.9.2. Instalación de fontanería

Para la elección de la instalación de fontanería se tendrá en cuenta la normativa del Municipio de Xirivella en lo referente al Plan Parcial del Sector D, la Norma Básica del Agua y el DB HS 4 Suministro del agua.

**Acometida:** Como se ha mencionado anteriormente existe una red separativa pública para la red de saneamiento y red de suministro y evacuación de aguas residuales.

La acometida general será la encargada de conectar la red interior con la red pública. Constará de un ramal, válvulas de registro y válvula de toma.

La llave de registro se encontrará en una arqueta prefabricada en el exterior de la nave situada en la acometida de la vía pública, verificada previamente por el servicio municipal.

**Conducción interior:** Esta será la encargada de distribuir a lo largo de todo el edificio, habiendo una válvula de corte en la entrada de cada zona de servicio.

Esta instalación irá por el interior del tabique técnico para las zonas de recepción, vestuario y oficinas mientras que para las zonas de trabajo irá por el suelo del recinto. Las tuberías se componen de Tubos de polietileno reticulado (PE-X) según Norma UNE EN ISO 15875:2004.

Para el suministro de agua caliente se instalará en cada zona de servicio, un termo eléctrico con regulación de temperatura permitiendo así abastecer a cada de zona de ACS.

### 10.10. Equipamiento

Los equipamientos para las diferentes zonas que se han elegido son:

Planta altillo (oficinas):

- 4 inodoros de porcelana de color blanco con salida a la pared de tabique técnico de yeso laminado, con asiento y tapa, con una dimensión de 38x79x70 cm.

- 4 lavabos de porcelana vitrificada de color blanco con salida a la pared. Dimensiones 56,5x47 cm.
- Mamparas para cierre de inodoros de paneles de yeso laminado con acabado esmaltado de 0,90x1,50 metros, estructura interior de perfiles de acero galvanizado y puertas de 0,61x1,50 metros.

#### Planta baja(Vestuario):

- 6 inodoros de porcelana de color blanco con salida a la pared de tabique técnico de yeso laminado, con asiento y tapa, con una dimensión de 38x79x70 cm.
- 4 lavabos de porcelana vitrificada de color blanco con salida a la pared. Dimensiones 56,5x47 cm.
- 2 duchas conformadas por un plato de ducha de material cerámico de 70x70 cm.
- Mamparas para cierre de inodoros de paneles de yeso laminado con acabado esmaltado de 0,90x1,50 metros, estructura interior de perfiles de acero galvanizado y puertas de 0,61x1,50 metros.
- 2 Mamparas de ducha para plato cuadrado formado por 4 hojas de cristal acrílico translucido de espesor 1,2 mm de apertura corredera.
- 12 taquillas metálicas de 1 puerta de 0,25x1,80x0,50 metros.

#### Planta Baja(Zona de trabajo)

- Se disponen un total de 83 metros de barandilla en el interior de la nave industrial, en la zona de muelles de carga de 0,90 metros de altura con pasamanos, protección intermedia e inferior en la zona trabajo, de acero inoxidable conforme al R.D 1627/1997. Reflejado en el plano 10.

- 8 Muelles de carga compuesto por un foso en suelo de 2,04x2,20 metros con marco perimetral con garras embutición en el pavimento armado. Rampa de acero galvanizado en caliente con sistema hidráulico, cuadro de maniobra RAH-N de baja tensión y cuadro de protección IP-54. Sistema de seguridad standard con protectores telescópicos y válvula contra rotura de latiguillos.

#### Planta Baja(Recepción)

- Barandilla de seguridad de 0,90 metros de alto para escalera de acceso a planta altillo de oficinas.

# 11. Proceso de Ejecución

## 11.1. Actuaciones Previas y Acondicionamiento del terreno

Lo primero a realizar es una previa visualización del solar para poder identificar los posibles elementos que se puedan encontrar en la parcela como pueden ser árboles o instalaciones que afecten a nuestro solar. Una vez realizada esta visualización previa se procederá a realizar a la instalación del vallado para delimitar la zona de trabajo y la instalación de las casetas de obra, siendo estas una caseta para comedor-oficina y una para vestuario. Las dimensiones de las casetas y su colocación, además de las instalaciones de agua, electricidad y saneamiento de estas, se detallan dentro del plano 4 al igual que la colocación del vallado y los accesos para personal como para vehículos.

Posteriormente se procederá a realizar el acondicionamiento del terreno, habiendo hecho previamente el oportuno estudio geotécnico. Se ejecutará la limpieza y desbroce para retirar toda la capa vegetal, se retirará una capa de unos 20 cm espesor y los residuos producidos se retiraran en camiones hacia el vertedero más cercano.

Una vez esto se realiza el compactado de tierras para que pueda permitir hacer el replanteo de la cimentación de la nave acorde con el plano de proyecto. La distribución de la cimentación se representa en el Plano 5. Una vez resuelto el replanteo se excavarán los pozos para zapatas y las vigas de cimentación mediante la ayuda de una retroexcavadora.



*Ilustración 52. Compactación terreno 2015. Fuente. Excavaciones Calavera*



*Ilustración 53. Excavación pozos de Cimentación. 2015. Fuente Propia*

En el momento que se excaven los pozos se comprobará que el terreno es capaz de contenerse permitiendo un correcto montaje y hormigonado de zapatas y vigas riostras, en el caso que no sea posible, se dispondrá un encofrado que permita esto.

## 11.2. Cimentación

Prevía a la realización de la zapata se deberá disponer de un hormigón de limpieza HL-10 que sirva como base de esta. El hormigón de limpieza debe encontrarse en la cota establecida, se debe de encontrar a nivel y se marcará el eje del pilar para una colocación perfecta del cáliz y el soporte.

Finalizada la colocación del HL-10 se continúa con el armado de la zapatas. Se coloca la parrilla inferior de estas y se procede al montaje de la jaula y la colocación del cajón de acero galvanizado grecado encima de está esperando a la colocación posterior del soporte.



*Ilustración 54. Armadura zapata con cáliz. 2015. Fuente Propia*

Finalmente se procede al proceso de hormigonado, realizándolo en tongadas de 30 cm hasta la altura máxima de cimentación teniendo en cuenta que no entre hormigón en el propio cajón.

La dirección facultativa será la encargada de dar el visto bueno a cada zapata aislada, zapata corrida para el pequeño muro de contención de tierras y vigas riostras.



*Ilustración 55. Hormigonado zapatas y vigas riostras.2015.Fuente Propia*

Más tarde la empresa encarga del montaje de los soportes en el cálido comprobando si las distancias entre soportes y alineaciones cumplen con las prescritas en proyecto.

### 11.3. Estructura de soportes

Terminado el curado del hormigón de la cimentación se vuelve a realizar los ejes de alineación de los soportes. Los soportes vendrán en camiones desde los cuales una grúa telescópica se encargará de elevarlos y desplazarlos a su lugar de destino.

La grúa telescópica realizará el movimiento de izado mediante un juego de eslingas y ganchos que amarran a un tubo pasante insertado en el propio soporte facilitando esta tarea.



*Ilustración 56. Izado y colocación de soportes. 2015. Fuente Propia*

Una vez izado el soporte se vierte una pequeña cantidad de mortero de regularización dentro del cajón, se coloca el soporte se aploma y alinea con los ejes anteriormente hechos y se acuña dejando al soporte en su situación definitiva.

El cajado realizado por las cuñas de madera permitir introducir entre el pilar y el cajón grecado, el mortero Grout que una vez endurecido solidarizada totalmente la unión.

Este se vibrará con varilla evitando el problema de aire ocluido y posterior fisuración.

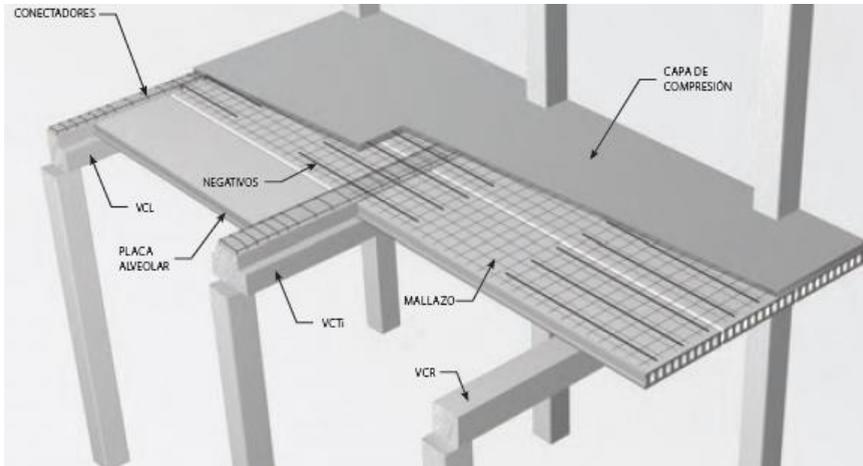


*Ilustración 57. Cuñas de madera en soporte. 2015. Fuente Propia*

Durante este proceso también se llevara a cabo el izado y colocación del muro prefabricado de contención y posteriormente a esto se realizara el terraplenado necesario para elevar lo suficiente el suelo que recibirá la solera en la zona de muelles de carga.

## 11.4. Forjados

La construcción de los forjados para la planta de oficinas comienza con la colocación de las vigas de este (Vigas T, vigas L y vigas rectangulares).



*Ilustración 58. Constitución vigas de forjado. 2015. Fuente: Catálogo Riphorsa*

Estas vigas encargadas de soportar el forjado de placa alveolar, se izaran y colocarán apoyadas en las ménsulas que disponen algunos de los soportes mientras que otros, principalmente los interiores, estas vigas van apoyados en la cabeza del pilar.

Los soportes reciben a las vigas mediante una banda de material elastomérico adecuadamente colocada y limpia, consiguiendo así un correcto apoyo de ambas piezas.

En el momento que se lo coloquen las vigas se izaran las pizas longitudinales de placa alveolar para forjado, del mismo modo que las vigas pero con una pieza especial en la punta de la grúa telescópica.

Estas placas se apoyaran por los extremos, de igual modo sobre banda elastomérica esta vez dispuestas en los vuelos de las vigas o encima en el caso de las vigas rectangulares.



*Ilustración 59. Colocación Placa alveolar*  
2015. Fuente: Prefabricados Aljema



*Ilustración 60. Mallazo en forjado.* 2015  
Fuente Propia: [esp.pujolweb.org](http://esp.pujolweb.org)

Finalmente se realiza el montaje de armadura de negativos entre los nervios de cada placa y a la colocación del mallazo de reparto para realizar posteriormente el hormigonado de la capa de compresión superior de 5 cm de espesor.

Acabada la ejecución del forjado se realiza la colocación de la escalera prefabricada que une ambas plantas. El proceso de montaje es igual a la nombrado anteriormente pero teniendo especial cuidado en insertar en el hueco de escalera preparado. La escalera se montará según se ha explicado en el apartado 9.4.2.

### 11.5. Vigas de cubierta

El procedimiento que a continuación se va a explicar es muy similar tanto para las vigas delta como para las vigas de los pórticos hastiales, simplemente la diferencia es que los pórticos hastiales lo componen 4 vigas rectangulares y el resto de pórticos por un única viga delta en cada uno de ellos.

El procedimiento es el siguiente:

- 1. Preparación de los elementos:** La grúa telescópica se localizará en un lugar correcto al igual que los medios auxiliares de elevación para que los operarios puedan trabajar seguros en altura disponiendo de todo los medios de seguridad necesarios. Se prepararán las eslingas y ganchos para el izado.
- 2. Elevación de las piezas:** El izado de estas vigas es el proceso más complicado y peligroso producido por las grandes dimensiones de estas y a su peso por ello el proceso debe estar controlado en todo momento. El desplazamiento será lento, hasta llegar al punto de colocación, una vez en el sitio el operario será el encargado de ajustar la viga en la unión.



*Ilustración 61. Izado viga Delta. 2015. Fuente: www.youtube.com*

- 3. Finalización:** Seguidamente, la unión entre soporte-viga se realizada con varillas introducidas en vainas en la viga, que a su vez apoya sobre banda de neopreno, el operario rellenará las vainas con mortero para evitar deslizamientos de las piezas.



*Ilustración 62. Colocación Viga Delta. 2015. Fuente: [www.lufort.com](http://www.lufort.com)*



*Ilustración 63. Vigas Canal H. 2015. Fuente: [www.vigascosme.es](http://www.vigascosme.es)*

Consecutivamente, se realiza el izado y montaje de las vigas canal H, apoyadas encima de las vigas delta unidas entre sí con una fijación mecánica, arriostrando cada pórtico uno con otro.

### 11.6. Correas

Las correas de cubierta se elevaran mediante grúa telescópica y se dispondrá según los planos de proyecto sobre las vigas delta y vigas hastiales.

Para la correcta colocación de las correas los operarios se subirán en medios auxiliares de elevación y si el trabajo desde estas no es posible se instalará una línea de vida a lo largo de la viga principal reduciendo el riesgo de caída del operario, permitiendo a este trabajar sobre ella.

Una vez colocadas y alienadas unas con otras serán los operarios quienes las fijen con varillas roscadas y un perfil omega con neopreno para no dañar la pieza.



*Ilustración 64. Correas colocadas en Vigas Hastiales y Delta. 2015. Fuente: Prefabricados aljema*

### 11.7. Paneles de Cerramiento

En el apartado de Memoria constructiva se muestra el panel arquitectónico de cerramiento elegido. Previo al montaje de estos se seguirán las siguientes pautas:

**Replanteo:** Sobre la estructura ya ejecutada se realiza el replanteo de los paneles en función de los planos de proyecto y montaje atendiendo a las cotas, modulación y nomenclatura de cada uno de ellos.

**Reparto de juntas:** Las juntas se distribuirán de acuerdo a lo que dicte la DF y el oficial de montaje cuya función de estas es permitir absorber mínimos errores en la ejecución.

Una vez esto se procede al montaje de los paneles:

1. Izado y desplazamiento del panel desde el camión hasta su lugar de colocación mediante grúa telescópica y se posicionará en planta.
2. Los paneles en sentido vertical se posicionaran sobre la viga riostra de cimentación y se nivelará y alineara el borde superior de este para que esté en contacto con la viga canal de atado.
3. Se realizará el aplomado del panel para verificar que está en su posición correcta.



*Ilustración 65. Montaje paneles de cerramiento. 2015. Fuente: Propia*

4. Los paneles se anclaran con un proceso de atornillado y piezas metálicas a la viga riostra en su parte inferior y a la viga canal en su parte superior para el caso de los paneles verticales, mientras que para los paneles horizontales se anclaran en su parte superior en la viga canal mientras que en los laterales se realizan las uniones con los pilares.



*Ilustración 66. Unión soporte-panel de cerramiento. 2015 Fuente: Propia*

Todos los paneles se montaran de igual modo teniendo especial cuidado en la unión entre ellos con el proceso de machihembrado.

Para que el montaje sea satisfactorio se admitirán las siguientes tolerancias.

MEDIDAS	TOLERANCIAS(mm)
Posición en planta respecto a ejes de referencia	±12
Panel visto al adyacente	±6
Desplome total	±25
Ancho de juntas	Entre 5 y 25

*Tabla 13. Tolerancias montaje. 2015. Fuente: Propia. Datos Instituto Español del cemento y sus aplicaciones.*

A continuación se realizan los tratamientos para las juntas entre paneles, para este proyecto se ha elegido una unión húmeda que consiste en utilizar una cuña con la función de apoyo y nivelación del conjunto y facilita después la introducción de mortero para las juntas.

Consecutivamente a la aplicación del mortero de asiento en el interior de la junta se ejecuta la acción de sellado por la cara exterior del panel.

El tratamiento de estanqueidad consiste en:

1. Limpieza de la junta por posible existencia de impurezas aplicando después una capa de imprimación para facilitar la adherencia.
2. En el fondo de la junta se introduce un cordón obturador de neopreno de celda cerrada cerrando la junta por la cara interior sirviendo de tope.
3. Finalmente en la cara exterior se aplica el elemento sellante, en este caso es un sellado continuo de silicona neutra.

### 11.8. Montaje Cubierta *deck*

El sistema de cubrición de la cubierta lo compone una cubierta *deck*, descrita anteriormente en el apartado 9.5. Cubierta.

El montaje se realizará por los operarios y el suministro de los elementos lo hará la propia empresa de la cubierta.

El proceso constructivo a seguir es el siguiente:

**Recepción de los materiales:** Los elementos de cubierta llevados a obra por la empresa suministradora se trasladarán a la zona de acopio con la ayuda de la grúa telescópica. Se acopiará cada material en lugares distintos y se apilarán correctamente sin estar en contacto con el suelo, pudiendo identificarlos cada uno de manera sencilla para evitar confusiones.

**Montaje chapa grecada:** Se izarán los paneles de chapa hasta su lugar de colocación siendo los operarios los encargados de colocar según planos cada chapa siempre estando atados a una línea de vida por motivos de seguridad.

Según se van colocando cada chapa se fijan mecánicamente a las correas de cubierta y también entre cada chapa.

La fijación mecánica se trata de hacer un agujero a la correa y chapa introducir los tornillos de acero con la arandela de reparto y finalmente fijar la pieza.



*Ilustración 67. Izado y montaje de la chapa de cubierta. 2015. Fuente: Propia*

**Colocación aislamiento:** Una vez acopiados los paneles de aislamiento termo-acústico de lana de roca en la zona de trabajo se procede a su colocación a lo largo de toda la superficie de la cubierta sin dejar huecos sin tapar. La fijación de los paneles de aislamiento con el soporte de chapa es igual al nombrado anteriormente.

Tiene que haber una densidad mínima de fijaciones en torno a 4 por metro cuadrado siempre habiendo una como mínimo en cada panel.



*Ilustración 68. Montaje aislamiento Cubierta Deck. 2015. Fuente: Propia*



*Ilustración 69. Fijación aislamiento Cubierta Deck. 2015. Fuente: Isover*

**Lámina impermeable:** Previo montaje de la lámina se colocara una capa de geotextil para separar el aislamiento de la lámina impermeabilizante además de forrar las vigas canal con aislamiento y chapa con la geometría de la viga, encargadas de la evacuación de aguas pluviales. También se instalará la remateria del peto perimetral de la cubierta formada por perfiles de acero inoxidable protegiendo así los paneles de cerramiento.

Consecutivamente se extiende la lámina impermeabilizante de PVC mediante rollos. Los solapes serán de 10 cm en el sentido longitudinal y 5 cm en el transversal.

El sistema de fijación comienza con la fijación mecánica de la lámina con tornillo autorroscante y arandela de reparto. Se vuelve a colocar otra lámina encima y se fija con sistema adherido por calor.



*Ilustración 70. Colocación lamina Impermeabilizante.2015. Fuente. Propia*



*Ilustración 71. Instrumento de fijación Impermeabilizante por calor. 2015. Fuente Propia*

Por otro lado la resolución de los petos de cubierta se resolverá con una chapa de acero inoxidable en forma de U. Para los petos laterales donde se encuentran las vigas canal, esta chapa en forma de U ira unidad a la chapa que forra el canal impidiendo la entrada de agua y facilitando la evacuación hacia los sumideros que se encuentra en estas vigas.

Para la cumbrera se ha escogido un perfil con la pendiente adecuada de acero inoxidable.

Se han previsto realizar pasillos técnicos con la finalidad de poder acceder a la cubierta operarios para posibles acciones de mantenimiento y reparación en un futuro. Estos lo componen baldosas filtrantes.

### 11.9. Solera

La solera de hormigón armado que hará de pavimento para la nave se ejecutará una vez finaliza el montaje de la cubierta evitando así problemas en la ejecución debido a factores meteorológicos.

La solera estará compuesta por un mallazo de acero electrosoldado con la función de repartir la cargas. Su espesor será de 20 cm.

A la hora de la ejecución se tendrá especial cuidado en las zonas de los muelles de carga y las rampas que salvan el desnivel que hay entre esta zona y la zona de almacenaje y trabajo.

El proceso es el siguiente:

**Preparación:** Los operarios encargados de la ejecución tendrán que tener un control de las cotas de superficie para obtener la planeidad adecuada tanto para la solera horizontal como para la inclinación de las rampas.

Se colocara la capa base de unos 15 cm de terreno preparado conformado por áridos machacados que recibirá más tarde el hormigón la cual será compactada antes del hormigonado.

Antes de la ejecución se habrán previsto las posibles juntas de dilatación alrededor de los soportes y se establecerá una junta perimetral.

**Lámina y refuerzos:** se extenderá a lo largo de toda la superficie una doble capa de polietileno a modo de separación de la capa base y la solera además de tener la función de evitar la humedad procedente del terreno.

Se dispondrán refuerzos auxiliares en las zonas de muelles de carga para los fosos de estos incluyendo también refuerzos en los soportes y la cimentación superficial.

**Previsión de huecos:** Se habrá realizado previamente un replanteo de todos los huecos que puedan haber como son:

- Fosos de muelles de carga.

- Redes de saneamiento.
- Redes de fontanería y electricidad.

**Armado:** Se armará la solera con el mallazo con una dimensión de los paneles de ese de 6x2,20 metros habiendo un solape entre cada panel de 45 cm. Se utilizará un solape de mallas acopladas siguiendo los criterios del Art 69.5.2.4 de la EHE-08.

La malla se adaptará a la geometría del edificio adaptando los paneles de a las esquinas y soportes.

En las rampas la malla se doblará para poder realizar un correcto solape de las mallas de la rampa con el resto.



*Ilustración 72. Colocación de la lámina y armadura. 2015. Fuente: Propia*

**Hormigonado:** Un camión hormigonera suministrará el hormigón a la zona de trabajo y serán los operarios los encargados de distribuir este consiguiendo el espesor y la planeidad correcta.



*Ilustración 73. Hormigonado solera. 2015. Fuente: Propia*

**Acabado y curado:** Como acabado se aplica un espolvoreado de un material compuesto por 1/3 de cemento y 2/3 de cuarzo. Finalizado el espolvoreado se fratasará para dejar la superficie lisa. Es importante que el cemento utilizado para el acabado sea del mismo tipo que el utilizado en la solera.



*Ilustración 74. Solera terminada. 2015. Fuente: Propia*

Finalmente se realiza el curado de la solera con un producto líquido.

**Entrada en servicio:** Para la entrada en servicio de la solera hay que tener en cuenta la resistencia a compresión, por ello se han tomado unos valores hipotéticos de carga admisible y una temperatura media de 20 grados.

% CARGA ADMISIBLE	TIEMPO
0%	2 primeras semanas
50%	A partir de las 2 primeras semanas
75%	A partir de las 3 primeras semanas
100%	A partir de 5 semanas

*Tabla 14. Carga admisible. 2015. Fuente: Propia. Datos Protocolo ejecución Hormiplaser S.A*

### 11.10. Muro cortina

La ejecución del cerramiento de fachada de muro cortina se realizará según las prescripciones técnicas y los operarios de la propia empresa de fabricación de este, pero a modo general se va a nombrar su proceso, que es el siguiente:

1. **Replanteo:** Verificación de la situación de los cantos de los forjados, pilares, niveles y plomos de todos los elementos constructivos.
2. **Retícula autoportante:** Se ejecuta la retícula de aluminio donde se alojarán todos los elementos como son los travesaños, montantes, acristalamientos, puertas y ventanas.
3. **Colocación montantes y travesaños:** Fijación de los montantes verticales en el elemento resistente inferior en nuestro caso la solera estructural de pavimento. La fijación es mecánica con tornillos de alta de resistencia. También se fijarán a nivel de forjado y en la parte superior al panel prefabricado de hormigón.

Los travesaños se fijan de igual modo, pero en este caso en los pilares y en la unión con los montantes.

4. **Acristalamiento:** Se instalan los paneles de acristalamiento desde el exterior del edificio por un sistema de junquillos. Una vez colocados los paneles se procede al sellado con cordones perimetrales y se unen a los montantes y travesaños con casquillos a presión y angulares atornillados.
5. **Remates y aislamiento:** Se rematara el muro cortina en el paso por forjado mediante molduras y con la introducción de paneles de lana de roca. Para la parte superior se utilizan molduras de chapa cubriendo así el anclaje del muro cortina con el panel prefabricado.

## 12. Seguridad y Salud en el Proceso de Ejecución

Durante todo el proceso de ejecución se pueden llevar a cabo situaciones complicadas y de peligro. Estas situaciones vienen precedidas por riesgos que no se han tenido en cuenta y no se han controlado con el fin eliminar completamente el riesgo o simplemente reducir la probabilidad de que ocurra.

Por todo ello es necesario que en el momento de ejecución de la obra se tomen las medidas necesarias que impone la Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos laborales, la Directiva Marco 89/391/CEE y el Real Decreto 1627/1997 para cumplir con los principios de seguridad y salud.

### 12.1. Análisis de riesgos

Para conseguir cumplir no las normas de seguridad y salud es necesario la utilización de los equipos de protección tanto individual como colectiva. Por ello lo primero es prever los posibles riesgos a encontrar en la obra y en función de la probabilidad y gravedad se aplicaran unas determinadas medidas.

A continuación se muestran los riesgos según la fase de ejecución.

MOVIMIENTO DE TIERRAS			
RIESGO	VALORACIÓN	PROTECCIÓN	
		INDIVIDUAL	COLECTIVA
Caída de personas al mismo nivel	Intolerable	-	-
Caída de personas a distinto nivel	Importante	-	-
Exposición a sustancias nocivas	Importante	Mascarillas	-
Pisadas sobre objetos	Moderado	Calzado de protección	-
Caída de objetos	Intolerable	Casco de seguridad	Marquesina
Atrapamiento	Importante	Ropa de trabajo	-
Golpes contra objetos	Moderado	Casco, ropa y calzado de seguridad	-
Atropellos o golpes con maquinaria	Intolerable	Señales luminosas y acústicas de la maquinaria	-
Sobreesfuerzos	Tolerable	-	-
Vuelco de maquinaria	Intolerable	-	-
Altas temperaturas	Tolerable	Ropa de trabajo	-
Excesivo ruido	Trivial	Casco de protección auditiva	-
<b>MEIDIDAS DE PREVENCIÓN</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Zona acotada para el trabajo de cada máquina.</li> <li>- Señales sonoras de las maquinas en movimiento.</li> <li>- Control de los bordes de excavación.</li> <li>- Prohibido el transporte de personas sobre la maquinaria.</li> <li>- Todos los vehículos serán revisados periódicamente.</li> <li>- Operarios cualificados para la manipulación de la maquinaria.</li> </ul>			

Tabla 15. Riesgos en fase de movimiento de tierras. 2015. Fuente Propia

CIMENTACIÓN			
RIESGO	VALORACIÓN	PROTECCIÓN	
		INDIVIDUAL	COLECTIVA
Caída de personas al mismo nivel	Intolerable	-	-
Caída de personas a distinto nivel	Importante	-	Barandillas
Exposición a sustancias nocivas	Importante	Mascarillas	-
Pisadas sobre objetos	Moderado	Calzado de seguridad	-
Caída de objetos	Intolerable	Casco de seguridad	Marquesina
Atrapamiento	Importante	Ropa de trabajo	-
Golpes contra objetos	Moderado	Casco, ropa y calzado de seguridad	-
Atropellos o golpes con maquinaria	Intolerable	Señales luminosas y acústicas de la maquinaria	-
Sobreesfuerzos	Trivial	-	-
Vibraciones. Vibrador	Intolerable	Guantes de seguridad	-
Altas temperaturas	Tolerable	-	-
Contactos con el hormigón	Trivial	Ropa de trabajo	Interruptores diferenciales
Electrocución	Intolerable	Guantes, calzado y ropa aislante	-
Cortes	Moderado	Casco, ropa y calzado de seguridad	-
Excesivo ruido	Trivial	Cascos de protección auditiva	-
Torceduras	Trivial	Calzado de seguridad	-
<b>MEDIDAS DE PREVENCIÓN</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Zona delimitada de acopios y correcto acopiado.</li> <li>- Zona para escombros.</li> <li>- Izado de las armaduras mediante eslingas, utilizando la grúa telescópica.</li> <li>- Toma de tierras de las maquinas.</li> <li>- Operarios cualificados.</li> <li>- Topes para los camiones de hormigonado.</li> <li>- Camino libre para el tránsito de camiones y vehículos.</li> </ul>			

Tabla 16. Riesgos en fase de Cimentación. 2015. Fuente Propia

ESTRUCTURA PREFABRICADA DE HORMIGÓN			
RIESGO	VALORACIÓN	PROTECCIÓN	
		INDIVIDUAL	COLECTIVA
Caída de personas al mismo nivel	Intolerable	-	-
Caída de personas a distinto nivel	Importante	Arnés y cinturón anticaída	Red Bajo forjado, línea de vida, barandillas de seguridad
Exposición a sustancias nocivas	Importante	Mascarillas	-
Pisadas sobre objetos	Moderado	Calzado de seguridad	-
Caída de objetos	Intolerable	Casco de seguridad	Marquesina
Atrapamiento	Importante	Ropa de trabajo	-
Golpes contra objetos	Moderado	Casco, ropa y calzado de seguridad	-
Atropellos o golpes con maquinaria	Intolerable	Señales luminosas y acústicas de la maquinaria	-
Sobreesfuerzos	Tolerable	-	-
Vibraciones	Intolerable	Guantes de seguridad	-
Altas temperaturas	Tolerable	-	-
Contactos con el hormigón	Trivial	Guantes de seguridad	-
Electrocución	Intolerable	Ropa aislante	Interruptores diferenciales
Exposición a altas temperaturas	Moderado	-	-
Excesivo ruido	Trivial	Cascos de protección auditiva	-
Torceduras	Trivial	Calzado y guantes de ergonómicos	-
Exposición a sustancias químicas	Intolerable	Mascarillas	-
Atrapamientos por objetos	Moderado	Ropa de trabajo	-
MEIDIDAS DE PREVENCIÓN			

- Zona delimitada de acopios y correcto acopiado.
- Zona para escombros.
- Izado de las armaduras mediante eslingas, utilizando la grúa telescópica.
- Toma de tierras de las maquinas.
- Operarios cualificados.
- Topes de para los camiones de hormigonado.
- Sobrecarga de vehículos y maquinaria.
- Visibilidad y correcta posición de vehículos y personal.

*Tabla 17. Riesgos en fase de Estructura. 2015. Fuente Propia*

CUBIERTA DECK			
RIESGO	VALORACIÓN	PROTECCIÓN	
		INDIVIDUAL	COLECTIVA
Caída de personas al mismo nivel	Intolerable	-	-
Caída de personas a distinto nivel	Importante	Arnés y cinturón anticaída	Red Bajo forjado, línea de vida, barandillas de seguridad
Exposición a sustancias nocivas	Importante	Mascarillas	-
Pisadas sobre objetos	Moderado	Calzado de protección	-
Caída de objetos	Intolerable	Casco de seguridad	Marquesina
Atrapamiento	Importante	Ropa de trabajo	-
Golpes contra objetos	Moderado	Casco, ropa y calzado de seguridad	-
Atropellos o golpes con maquinaria	Intolerable	Señales luminosas y acústicas de la maquinaria	-
Sobreesfuerzos	Tolerable	-	-
Vibraciones. Taladro	Intolerable	Guantes de seguridad	-
Altas temperaturas	Tolerable	-	-
Electrocución	Intolerable	Ropa aislante	Interruptores diferenciales

Cortes	Moderado	Casco, ropa y calzado de seguridad	-
Excesivo ruido	Trivial	Cascos de protección auditiva	-
Torceduras	Trivial	Calzado y guantes de ergonómicos	-
Punzonamiento	Moderado	Calzado y guantes de ergonómicos	-
Incendios	Intolerable	Extintores	-
Explosiones	Intolerable	-	-

**MEIDIDAS DE PREVENCIÓN**

- Zona delimitada de acopios y correcto acopiado.
- Zona para escombros.
- Izado de los materiales de cubierta con eslingas y sujeciones de seguridad.
- Toma de tierras de las maquinas.
- Operarios cualificados.
- Sobrecarga de maquinaria.
- Camino libre para el tránsito de camiones y vehículos.
- Hidratación de los operarios.
- Horarios de descanso.
- Visibilidad y correcta posición de vehículos y personal.
- Zona de acopio preparada para las bombonas de gas.

*Tabla 18. Riesgos en fase de Cubierta. 2015. Fuente Propia*

INSTALACIONES			
RIESGO	VALORACIÓN	PROTECCIÓN	
		INDIVIDUAL	COLECTIVA
Caída de personas al mismo nivel	Intolerable	-	-
Caída de personas a distinto nivel	Importante	Cinturón y arnés anticaída	Red Bajo forjado, línea de vida, Barandillas
Exposición a sustancias nocivas	Importante	Mascarillas	-
Pisadas sobre objetos	Moderado	Calzado de protección	-
Caída de objetos	Intolerable	Casco de seguridad	Marquesina
Atrapamiento	Importante	Ropa de trabajo	-
Golpes contra objetos	Moderado	Casco, ropa y calzado de seguridad	-
Atropellos o golpes con maquinaria	Intolerable	Señales luminosas y acústicas de la maquinaria	-
Sobreesfuerzos	Tolerable	-	-
Altas temperaturas	Tolerable	Ropa de trabajo	-
Excesivo ruido	Trivial	Casco de protección auditiva	-
Electrocución	Intolerable	Ropa de trabajo aislante	Interruptores diferenciales
<b>MEIDIDAS DE PREVENCIÓN</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Zona acotada para el trabajo de cada máquina.</li> <li>- Señales sonoras de las maquinas en movimiento.</li> <li>- Prohibido el transporte de personas sobre la maquinaria.</li> <li>- Todos los vehículos serán revisados periódicamente.</li> <li>- Operarios cualificados para la manipulación de la maquinaria.</li> <li>- Correcta disposición de las instalaciones de obra y cuadro general de mando</li> <li>- Personal cualificado para la instalación de saneamiento, fontanería y electricidad.</li> </ul>			

Tabla 19. Riesgos en fase de Instalaciones. 2015. Fuente Propia

## 12.2. Medios utilizados

Muchos de los riesgos nombrados en el apartado anterior se producen por una incorrecta manipulación de herramientas, medios auxiliares y maquinaria utilizada a lo largo de todo el proceso de ejecución y montaje de los diferentes elementos de la obra.

Por ello es necesario mencionar todos los medios que se llegarán a utilizar en este proceso y lo que puede llegar a provocar estos riesgos.

MAQUINARIA	MEDIOS AUXILIARES	HERRAMIENTAS
Retroexcavadora	Andamio tubular	Cinta métrica y
Pala cargadora	Andamio de borriquetas	flexómetro
Camión de transporte	Puntales	Metro láser
Camión contenedor	Codales	Cuñas de madera
Carretilla elevadora	Garras de suspensión	Taladro percutor
Manipuladora telescópica	Eslingas	Plomada
Grúa telescópica		Vibrador
Plataforma Elevadora (PEMP)		Martillo
Compactadora de terrenos		Vibrador de varilla
Camión hormigonera		Lienzas
Pavimentadora de asfalto		Equipo de soldadura
Fratasadora		Llana
Transpaleta		Regles
		Alicates
		Tenazas

*Tabla 20. Medios a utilizar en la ejecución. 2015. Fuente Propia*

## 12.3. Descripción protecciones colectivas

Para reducir o evitar los riesgos que podremos encontrar en la obra se utilizarán los siguientes equipos de protección colectiva.

**Redes horizontales anticaída:** Este tipo de red horizontal se colocara una vez terminado la colocación de las correas de cubierta, está destinada a

proteger tanto a la caída de los propios operarios que trabajan en altura como a los operarios que se encuentran en la parte inferior, protegiendo a estos últimos de la caída de objetos o de otros operarios.

Su colocación en obra se mantendrá todo el tiempo que dure la instalación de la cubierta. La red se distribuirá a lo largo de toda la superficie de la nave industrial.



*Ilustración 75. Red horizontal de seguridad. 2015. Fuente Propia*

**Barandillas de seguridad:** Se utilizarán barandillas de seguridad fijadas con sargentos a las placas alveolares de forjado protegiendo así al personal de caídas a distinto nivel.

Esas barandillas se componen de un travesaño superior y uno intermedio además de un rodapié para posibles caídas de herramientas. La barandilla tendrá una altura de 1 metro.



*Ilustración 76. Barandilla de Seguridad. 2015. Fuente: [www.lineaprevencion.com](http://www.lineaprevencion.com)*

**Líneas de vida:** Se empleará este sistema de seguridad cuando se ejecute la estructura de cubierta, es decir cuando no se posible la utilización de la plataforma elevadora como plataforma de trabajo en el momento del montaje de las correas de cubierta.

Se dispondrán a lo largo de las vigas delta, canal y hastiales a las cuales los operarios irán enganchados con un arnés anticaída.



*Ilustración 77. Línea de vida. 2015. Fuente: [www.lineasdevidaparacubiertas.com](http://www.lineasdevidaparacubiertas.com)*

**Marquesinas:** Son un equipo de protección colectiva que complementa a las barandillas de seguridad en la ejecución de los forjados, en el caso de que las barandillas no limitan la caída de un objeto serán estas las encargadas de pararlo aumentando la seguridad de los operarios.

Se colocaran marquesinas metálicas a lo largo de todo el forjado de placa alveolar.



*Ilustración 78. Marquesina de seguridad. 2015. Fuente: [www.lineaprevencion.com](http://www.lineaprevencion.com)*

## 13. Control de Calidad

### 13.1. Aspectos Generales

Para poder garantizar que el edificio construido cumple con todos los requisitos de normativa y proyecto, es de obligado cumplimiento que todas las fases de obra, procesos de ejecución, producción de elementos y materiales utilizados hayan sido supervisados y verificados mediante una serie de controles o distintivos de calidad. Por ello el control de calidad de la obra, desde su inicio hasta su final, es uno de los aspectos fundamentales que nunca se debe dejar de lado.

Así pues, los controles a seguir vienen dados por una serie de normativas que se deben cumplir.

La *“Instrucción del Hormigón Estructural EHE-08”* es la normativa de aplicación para el control de calidad de los materiales, la fabricación y ejecución en sus capítulos 14, 15 y 16.

Esta instrucción designa a la dirección facultativa, en representación de la propiedad, como la encargada de realizar el control durante la ejecución de esta obra. Por ello durante este proceso deberá realizar los siguientes controles:

- Control de la conformidad de los productos.
- Control de ejecución de la estructura.
- Control de la estructura terminada.

Además deberá aprobar un programa de control de calidad que desarrolle el plan de control incluido en el proyecto, incluso vigilar y aprobar las actividades de control para la recepción de los productos y el control de la ejecución.

Por otra parte en el caso de que sea necesario un control de laboratorio o la propiedad lo exija, esta misión se encomendará a unas entidades de control de calidad independientes a la propiedad. La entidad o entidades de control que se elijan deberán estar capacitadas para tal fin mediante una acreditación otorgada por la Administración Autonómica en cuestión.

### 13.1.1. Conformidades

**Conformidad del Proyecto:** Una vez redactado el proyecto deberá ser sometido a un control para verificar que es conforme a la reglamentación aplicable además de esta Instrucción. Se realizará con la ayuda de una asistencia técnica de una entidad de control.

**Conformidad de los productos:** Se realizará un control de recepción de los productos, cuyo fin es comprobar que sus características técnicas cumplen con las reflejadas en el proyecto. Si los productos vienen precedidos del Marcado CE se deducirá su cumplimiento con dichas características gracias a la documentación que acompaña dicho Marcado CE.

Para otros productos que no contengan Marcado CE se realizará en su recepción un control documental del suministro, y si es el caso un control mediante distintivo de calidad o un control mediante ensayos.

**Documentación de suministro:** Durante todo el proceso de suministro será obligado que los suministradores entreguen al Constructor y este a la Dirección facultativa una documentación que acredite e identifique los productos. Este control de documentación se realiza antes, durante y después del suministro.

1. Antes del suministro: Documentos de conformidad o autorizaciones administrativas exigidas.

2. Durante el suministro: Hojas de suministro de cada partida o remesa.
3. Después del suministro: Certificado de garantía del producto, firmado por una persona física competente.

**Conformidad de los procesos de ejecución:** Como se ha mencionado anteriormente la dirección facultativa llevará acabo el control de la ejecución en su totalidad, con el objetivo de aprobar y verificar el replanteo, los productos a utilizar y la ejecución y disposición de los elementos constructivos en el ámbito de la estructura, incluso deberá mediante inspecciones puntuales de los procesos y con la ayuda de una entidad de control comprobar que satisfacen todas las exigencias de la EHE-08.

Por otra parte, el constructor será el encargado de aplicar un sistema de seguimiento, que facilite la comprobación de la ejecución. Este sistema de seguimiento se plasmará en un plan de autocontrol que previamente a la ejecución de los trabajos, deberá haber aprobado la dirección facultativa. Este plan deberá comprender todos los aspectos fundamentales de la ejecución de la obra y los resultados de cada comprobación se registrarán en un soporte físico o electrónico.

Todo lo establecido para los controles de calidad tiene que haber quedado documentado y registrado.

### 13.2. Control del hormigón

No solo al elemento de hormigón se le deben aplicar los controles de calidad sino también los propios materiales que lo conforman.

En este proyecto como se dispone tanto de hormigón prefabricado en su mayoría como de hormigón armado *in situ*, el control será distinto entre los dos tipos, pero el control en sus materiales será igual.

Primeramente se procederá por parte de la dirección facultativa a realizar una visita a la fábrica de elementos prefabricados de hormigón y a la fábrica de producción de los materiales, para realizar una inspección a las instalaciones de dichas fabricas pudiendo así verificar que sus instalaciones cumplen con todos los requisitos necesarios.

Para el caso del hormigón armado se realizaran ensayos *in situ* en la recepción del material. Una entidad de control será la encargada de realizar los ensayos oportunos para el hormigón prefabricado.

A continuación se muestran los controles de calidad de las materias primas del hormigón:

**Cemento:** el control de calidad del cemento viene dado según la norma AENOR UNE EN 197-1: 2011.

**Árido:** Los áridos deberán de disponer del Marcado CE con un sistema de evaluación de conformidad 2+ según el Art.85.2 de la EHE-08. Este Marcado CE demostrará el cumplimiento de los requisitos de proyecto y con el Artículo 28 de la EHE-08, siempre y cuando se lleve a cabo una verificación documental de dicho distintivo.

Si los áridos utilizados para la fabricación del hormigón son de autoconsumo, el constructor o el suministrador de hormigón o elementos prefabricados aportarán un ensayo realizado por una entidad de control que garantice que cumplen con todas las necesidad, siendo de un nivel de garantía igual al Marcado CE en la norma UNE-EN 12620.

**Aditivos:** Para la elaboración del hormigón armado y hormigón prefabricado se utilizará aditivos que dispongan de marcado CE por lo que se deducirá el cumplimiento de las exigencias de proyecto y el artículo 29 de la EHE-08 gracias a la verificación documental.

**Adiciones:** Se comprobara mediante verificación documental que las adiciones llevan Marcado CE, gracias a este Marcado se deducirá que cumple con las características de proyecto y con el Artículo 30 de la Instrucción EHE-08.

**Agua:** Para el hormigón destinado a las zapatas se utilizará agua potable de la red de suministro, por lo que se exime de la realización de ensayos según el Artículo 85.5 de la EHE-08.

Para el hormigón prefabricado el responsable de la recepción de central será el encargado de realizar los ensayos en un laboratorio según el Artículo 78.2.2.1 para que pueda cumplir con las exigencias del artículo 27 de la EHE-08.

Para poder comprobar las características de resistencia, docilidad, y durabilidad, se realizarán ensayos en obra para el hormigón armado y para el hormigón prefabricado en la propia fábrica. Las comprobaciones serán de carácter documental y experimental.

La toma de muestras para las comprobaciones estarán de acuerdo con la norma UNE EN 12350-1 y se realizarán en el punto de vertido del hormigón ya sea en obra y en este caso también en las instalaciones de prefabricación.

Lo ensayos a realizar al hormigón se llevaran a cabo mediante una probeta de hormigón de endurecido a 28 días, menos para el ensayo d docilidad, en este proyecto se realizarán los siguientes ensayos:

**Docilidad:** Ensayo por el cual se comprueba la consistencia del hormigón fresco mediante el método del asentamiento, con un instrumento como el cono de Abrahams, Norma UNE EN 12350-2. Además, debe de estar de acuerdo con el Artículo 86.3.1 y el Anejo 17 de la EHE-08 para el caso del hormigón prefabricado. Este ensayo se realizará cuando:

- Se hayan fabricado probetas para controlar su resistencia.
- A todas las amasado que se les indique que hay que hacer control.
- En el caso que lo decida la dirección facultativa o lo establezca la dirección facultativa.

Se dará la consistencia por correcta cuando el ensayo de un valor dentro de los límites que están establecidos en la tabla 86.5.2.1 de la EHE-08.

La consistencia se definirá por su asiento por lo que se aceptará el hormigón cuando la media de los valores se encuentre en las tolerancias definidas en el Art. 31.5. de la EHE-08.

**Resistencia:** Según UNE-EN 12390-2 en estos ensayos se utilizan probetas fabricadas y curados. Para la determinación de la resistencia a compresión se realizará según UNE EN 12390-3.

La conformidad de la resistencia se lleva a acabo según la modalidad de control de la misma.

La modalidad de control elegida para el hormigón destinado a las zapatas, es un control al 100 por 100. Esta modalidad se basa en determinar el valor de la resistencia de todas las amasadas, el valor de la resistencia real característica.

La aceptación de la resistencia de las amasadas viene dada por la siguiente expresión  $f_{c,real} \geq f_{ck}$  . El valor de la resistencia real característica

la define la resistencia de la amasada una vez que se han ordenado todas las determinaciones en orden ascendente.

**Penetración al agua:** Las probetas son sometidas a un secado con una duración de 72 horas en una estufa a un temperatura de entre 45 y 55 grados, posteriormente se medirá la penetración del agua en este. Todo de acuerdo con la UNE-EN 12390-8.

### 13.3. Control de los Prefabricados

Para el hormigón prefabricado difiere un poco respecto al hormigón armado.

Durante la recepción en obra de los elementos prefabricados de hormigón es preceptivo que se compruebe tanto el hormigón como el acero además del comportamiento del propio elemento que es adecuado según las especificaciones del proyecto.

En el caso de prefabricados que dispongan de marcado CE según la directiva 89/106/CEE, el control se realiza de acuerdo con las exigencias establecidas por la norma europea armonizada, simplemente con verificación documental que acompaña el marcado. En caso contrario los elementos para sistemas de forjado que no deban de disponer de dicho marcado estarán de acuerdo con el Real Decreto 1630/1980 del 18 de Julio.

La Dirección facultativa tendrá la misión de verificar que se procede, con los requisitos necesarios para la elaboración de los elementos y de que la colocación de los diferentes elementos, sea la correcta consiguiendo así eliminar un posible defecto en la ejecución.

A efectos de que el proceso de fabricación de los elementos prefabricados de que dispongan de control, la EHE-08 muestra las fases

que deben ser controladas para llevar a cabo dicho control, según esta norma son:

- Elaboración de las armaduras
- Armado de la ferralla
- Montaje de la armadura pasiva
- Operaciones de pretensado
- Fabricación del hormigón
- Vertido, compactación y curado del hormigón

Todos estos procesos deben cumplir con todas las exigencias, especificaciones que obliga la normativa y estar de acuerdo con el proyecto.

Para este proyecto el control de recepción además de realizar el control documental se aplicará una serie de comprobaciones en los procesos de prefabricación, incluyendo la elaboración del hormigón, la fabricación de las armaduras y la propia elaboración de elemento.

Estos controles serán aplicables tanto a los elementos prefabricados en serie como para los elementos fabricados específicamente, de acuerdo con este proyecto.

Por otra parte, la realización de la toma de muestras será llevará a cabo por la dirección facultativa, por medio de una entidad de control, en la propia instalación de prefabricación. Si son elementos prefabricados en serie la toma de muestras se aplicarán sobre los materiales, productos y elementos, Apartado 91.2 EHE-08. La entidad de control será la encargada de hacer el acta de la toma, mostrando la conformidad o la disconformidad de esta.

Según el apartado 91.3 de la EHE-08 se realizaran los siguientes ensayos para prefabricados de hormigón:

- Comprobación de la conformidad de los procesos de prefabricación.
- Ensayos para la conformidad de los materiales empleados para los prefabricados de elementos estructurales.
- Comprobación de la geometría.

Tipo de elemento suministrado	Número mínimo de elementos controlados
Elementos tipo pilotes, viguetas, bloques...	10
Elementos tipo losas, paneles, pilares, jácenas,...	3
Elementos de grandes dimensiones tipo artesas, cajones,...	1

*Ilustración 79. Tabla 91.5.3.4. EHE-08, elementos controlados. 2015 Fuente: Instrucción del hormigón estructural EHE-08*

- Comprobación del recubrimiento de la armadura.

Se podrán realizar otros tipos de ensayos, solo si la Dirección Facultativa los viese oportuno.

Aspecto muy importante es el control documental previo y durante el suministro. La documentación necesaria durante cada fase es:

Previo al suministro:

- Una copia compulsado por persona física, del certificado que demuestra que elemento prefabricado está en posesión de un D.O.R.
- Certificado de cualificación que avale la formación específica del personal encargados de la soldadura no resistente.
- Certificados de homologación de soldadores y proceso de soldadura según la UNE-EN 287-1 y UNE EN ISO 15614-1 respectivamente.

- Certificado de que todo el acero para armaduras utilizado está en posesión de un D.O.R.

Se incluirá también los documentos ya nombrados en el apartado 12.1.1 de este proyecto dado por el apartado 79.3.1 de la EHE-08.

Durante el suministro:

- Hoja de suministro de cada remesa de prefabricados llevados a obra.

Finalizado el suministro:

- El suministrado deberá elaborar un certificado que entregará al constructor y que este facilitará a la Dirección. Si el elemento prefabricado dispone de marcado CE, este certificado acompañará a la documentación de dicho marcado. Apartado 9.5.3.5 EHE-08.

Durante el suministro, además del control documental se realizarán las oportunas comprobaciones experimentales siguientes:

Se eximirán de las comprobaciones experimentales de los elementos que dispongan de Marcado CE mediante verificación documental y a los elementos prefabricados que formen conjunto con otros elementos de hormigón *in situ* y que estén de acuerdo con el método 1 del apartado 3.3 de la Guía L para la aplicación de la Directiva 89/106/CEE, elaborada por los servicios de la Comisión Europea (documento CONSTRUCT 03/629.Rev.1, de fecha 27 de noviembre de 2003).

### 13.3.1. Control del hormigón Prefabricado

El control del hormigón a realizar es misión del propio fabricante de elementos prefabricados, pudiendo la Dirección Facultativa obtener la

comprobación de conformidad de los controles que se realicen de acuerdo con lo reflejado en el Artículo 91 de la EHE-08.

En caso de no disponer de marcado CE, el método de control en este tipo de hormigones, es de aplicación de modo general, para todos los hormigones que se fabriquen en central o instalaciones de prefabricación que sean de autoconsumo.

Se aplican los criterios de control del Artículo 85 de la EHE-08 para los materiales que conforman el hormigón además del Artículo 86.3 para los ensayos.

**Docilidad:** Se siguen las mismas medidas antes nombradas, de acuerdo con Artículo 86.3.1 y el Anejo 17 si se utilizasen hormigones autocompactantes de la EHE-08.

El criterio de aceptación vendrá dado porque los resultados obtenidos se encuentren dentro de las tolerancias que expone la tabla del artículo 31.5 de la EHE-08.

**Resistencia:** El artículo 91.5.2 de la EHE-08 define como lote “todo el hormigón del mismo tipo con el que se ha fabricado la totalidad de elementos prefabricados de una misma tipología, siempre que no hayan sido fabricados en un periodo de tiempo superior a un mes”. Por ello todas las amasadas que compongan el lote deberán de estar fabricadas con los mismos materiales y el mismo hormigón, incluso deberán tener la misma dosificación nominal.

Para hormigón prefabricado se sigue un control estadístico de la resistencia, este control se conseguirá a partir de una serie de ensayos acumulados, realizado en la propia planta a lo largo de un mes, siendo indiferente que todas las piezas que se fabriquen en ese mes sean para diferentes obras.

Limites máximos	Pretensado	Armado
Período de fabricación	mensual	mensual
Frecuencia de ensayo (hasta 300 m <sup>3</sup> por tipo)*	diaria	diaria
Nº de ensayos mínimos	16	16

*Ilustración 80. Tabla 86.9.2. Control Resistencia Prefabricados de hormigón.2015. Fuente: Instrucción del hormigón Estructural EHE-08.*

El prefabricador es el encargo de realizar los ensayos de las amasadas que estén destinadas a control. Los criterios de conformidad a seguir son los reflejados en el Artículo 86.9.2 de la EHE-08.

El procedimiento a seguir es que aleatoriamente se harán la toma de muestras entre las distintas amasadas siempre que sean del mismo tipo del hormigón, incluyendo que se realizará un control de contraste externo con una frecuencia de 2 determinaciones al mes, nunca inferior.

La aceptación del hormigón que se fabrica en central cuyo destino es para la creación de elementos estructurales de hormigón prefabricado viene dada por la expresión  $f(\bar{x}) = \bar{x} - 1,645\sigma \geq f_{ck}$  del artículo 89.9.2.2 de la EHE-08.

Si se produce una disconformidad del Prefabricador, la Dirección facultativa será informada y valorarán si con de aplicabilidad los criterios del Artículo 86.7.3.

### 13.3.2. Control del acero y armaduras.

**Armaduras pasivas:** El acero destinado para armaduras pasivas podrá disponer de marcado CE comprobando su veracidad para poder declarar que cumple con las conformidades del proyecto y de la normativa.

En los casos que el acero corrugado no disponga de Marcado CE debido a que no esté vigente. El acero debe ser conforme a la Instrucción del Hormigón Estructural EHE-08 y la norma EN 10080. Para demostrar que cumple con los requisitos de dichas normas se procederá de modo que:

- Que estén en posesión de un distintivo de calidad con reconocimiento oficial de acuerdo el Anejo 19 de la EHE-08.
- Mediante la realización de ensayos. La cantidad de ensayos se realizarán en función de la cantidad de acero suministrado según el Artículo 87 de la EHE-08, siendo los ensayos iguales para ambos casos. Estos ensayos son:
  - Comprobación de la sección equivalente del acero, cumpliendo con 32.1 EHE-08
  - Comprobación de las características geométricas cumpliendo con el Art 32.2 EHE-08 en su defecto con el índice de corruga.
  - Realizar el ensayo de doblado-desdoblado.
  - Comprobación del tipo de acero, fabricante, límite elástico, carga de rotura, la relación entre ambos, el alargamiento de rotura y bajo carga máxima de al menos una probeta de cada diámetro.

En caso de no encontrarse nada que incumpla con las especificaciones indicadas en el Artículo 32 de la EHE-08 será aceptado. Si se encontrase alguna disconformidad en alguna muestra se procedería a escoger otra serie de 5 probetas para volver a realizar los ensayos, si persisten las disconformidades se rechazará definitivamente el lote.

El control de calidad de las armaduras pasivas se encarga principalmente de velar que se produzca un correcto montaje de estas en obra.

Las armaduras pasivas deben ser conformes con lo que se ha previsto en proyecto en relación a las características de adherencia, mecánicas y las que conciernen a la geometría o que establezca la dirección facultativa o el pliego de prescripciones técnicas.

Armaduras normalizadas:

- Con Marcado CE: Conformidad simplemente con la verificación documental que demuestre que cumple con las características y especificaciones del proyecto mostrados en los documentos que acompañe dicho Marcado. Art 79.3 EHE-08 y Directiva 89/106/CEE.
- Sin Marcado CE: Conformidad con los criterios establecidos por el Art 87 EHE-08, incluyendo realizarse dos ensayos por cada lote para comprobar lo nombrado en los apartados de Art 33.1.1 y 33.1.2. Además de una comprobación de la geometría según el apartado 7.3.5 de la UNE-EN 10080.
- Con distintivo de calidad: Si poseen este distintivo no será necesario ningún ensayo experimental. De acuerdo con los apartados 88.4.1, 88.5.2 y 88.6 de la EHE-08.

En ningún caso la Dirección facultativa podrá aceptar armaduras con un grado de oxidación que pueda haber afectado a las características de estas.

Armaduras elaboradas y ferralla armada: El Elaborador de ferralla deberá de conocer de manos del constructor o Dirección facultativa el plan de obra, conociendo los datos necesarios para su elaboración así como las fechas entrega y recepción. Asimismo la Dirección Facultativa conocerá el proceso del Elaborador para poder realizar la oportuna toma de muestras. Art 33.2 EHE-08.

La toma de muestras se realizará a cargo de la Dirección Facultativa mediante una entidad de control sobre los acopios en obra en las propias instalaciones de fabricación de armaduras. El acta dictada por la entidad de control mostrando los resultados de la toma deberá ser firmado por todas las partes.

Ensayos:

- Características mecánicas: De acuerdo con lo establecido en la UNE-EN ISO 15630-1.
  - o Malla electrosoldadas: UNE-EN ISO 15630-2
  - o Armaduras básicas electrosoldadas en celosía: Anejo B UNE-EN 10080
- Características de la geometría de las armaduras: Su conformidad se hará de acuerdo con la EHE-08:
  - o Determinar dimensiones longitudinales
  - o Determinar sus diámetros reales de doblado.
  - o Determinación de sus alineaciones geométricas.
- Características de adherencia: Para poder comprobar las características de adherencia se utilizarán los métodos expuestos en UNE-EN ISO 15630-1.

Control documental de suministro: Se realizará un control previo al suministro del acero o las armaduras, verificando tanto los procesos como las instalaciones de fabricación, que cumplen con las características exigidas, además todo el proceso de cumplir con todo lo establecido en el apartado 88.4 de la EHE-08.

Otro control documental a seguir se establece durante el suministro según el apartado 88.5 de la EHE-08. Es decir la dirección facultativa se encarga de que cada de remesa de suministro posea la hoja de suministro

pertinente. Además el propio constructor debe tener un registro de fabricación.

Finalmente, según el apartado 88.6 de la EHE-08 será el constructor quien tenga la obligación de guardar un certificado firmado, que presente la firma de una persona física y que haya preparado el propio suministrador de armaduras. Este es el encargado de llevar dicho certificado a la Dirección Facultativa al final de la obra, en el caso de que el suministrador aporte varias remesas a lo largo de unos meses, se presentaran certificados mensuales, siempre de acuerdo con la UNE-EN 10080.

**Armaduras activas:** Si las armaduras disponen de marcado CE solamente se aplicará una verificación documental. Si el acero no dispone de marcado se seguirá el procedimiento siguiente:

- Que posea un distintivo de calidad oficialmente reconocido.
- Dependiendo de la cantidad suministrada, se realizaran los mismo ensayos pero con menor cantidad de probetas:
  - o Comprobación de la sección equivalente
  - o Comprobación limite elástico, carga de rotura y alargamiento bajo carga máxima.

Previamente a la acción del pretensado además realizar un control del acero para armaduras activas se debe realizar un control en la recepción de:

- Unidades de pretensado.
- Dispositivos de anclaje.
- Dispositivos de empalme.
- Vainas.
- Productos de inyección.

- Sistema para aplicar las fuerzas de pretensado.

Una vez finalizado el suministro de cualquier elemento para la realización de un elemento pretensado, al igual que las armaduras pasivas, el constructor otorgará un certificado a la dirección facultativa, elaborado por el suministrador. Dicho certificado debe estar firmado y de acuerdo con el Anejo 21 de la EHE-08.

### 13.4. Control durante la ejecución

Para poder conseguir que el edificio ya terminado cumpla con todas las características de proyecto, es necesario que durante su ejecución se realice una serie de controles, y que estos garanticen que todos los procesos que conforman la ejecución estén de acuerdo con las especificaciones de proyecto y de la norma.

Hay 4 aspectos que le EHE-08 nombra como fundamentales para la programación de control de la ejecución:

- Niveles de control: Se llevará a cabo un nivel de control e ejecución normal, en caso de que el constructor posea un sistema de calidad dado por la UNE-EN ISO 9001 se realizará un control intenso.
- Lotes de Ejecución: La obra será dividida en varios lotes

TIPO DE ELEMENTO	LOTES
Zapatas Aisladas	250 m <sup>2</sup> de superficie
Vigas y forjados	250 m <sup>2</sup> de superficie de planta
Vigas y pilares	500 m <sup>2</sup> de superficie, sin rebasar las dos plantas

*Ilustración 81. Tabla de lotes de ejecución. 2015. Fuente: Propia Datos recogidos de la Instrucción del Hormigón Estructural EHE-08 Tabla 92.4*

- Unidades de ejecución: Cada lote podrá ser susceptible de ser comprobado mediante unidades de inspección. La EHE-08 define unidad de ejecución como “ *la dimensión o tamaño máximo de un proceso o actividad comprobable, en general, en una visita de inspección a la obra* “. La cantidad de unidades de inspección viene dado por la siguiente tabla.

Procesos y actividades de ejecución	Tamaño máximo de la unidad de inspección
Control de la gestión de acopios	- Acopio ordenado por material, forma de suministro, fabricante y partida suministrada, en su caso
Operaciones previas a la ejecución. Replanteos.	- Nivel o planta a ejecutar
Cimbras	- 3.000 m <sup>3</sup> de cimbra
Encofrados y moldes	- 1 nivel de apuntalamiento, - 1 nivel de encofrado de soportes, - 1 nivel de apuntalamiento por planta de edificación - 1 vano, en el caso de puentes
Despiece de planos de armaduras diseñadas según proyecto	- Planillas correspondientes a una remesa de armaduras.
Montaje de las armaduras, mediante atado	- Conjunto de armaduras elaboradas cada jornada
Montaje de las armaduras, mediante soldadura	- Conjunto de armaduras elaboradas cada jornada
Geometría de las armaduras elaboradas	- Conjunto de armaduras elaboradas cada jornada
Colocación de armaduras en los encofrados	- 1 nivel de soportes (planta) en edificación - 1 nivel de forjados (planta) en edificación, - 1 vano, en el caso de puentes
Operaciones de aplicación del pretensado	- Pretensado dispuesto en la misma placa de anclaje, en el caso de postesado - Totalidad del pretensado total, en el caso de armaduras pretensas
Vertido y puesta en obra del hormigón	- Una jornada - 120 m <sup>3</sup> - 20 amasadas
Operaciones de acabado del hormigón	- 300 m <sup>3</sup> de volumen de hormigón - 150 m <sup>2</sup> de superficie de hormigón
Ejecución de juntas de hormigonado	- Juntas ejecutadas en la misma jornada
Curado del hormigón	- 300 m <sup>3</sup> de volumen de hormigón - 150 m <sup>2</sup> de superficie de hormigón
Desencofrado y desmoldeo	- 1 nivel de apuntalamiento, - 1 nivel de encofrado de soportes, - 1 nivel de apuntalamiento por planta de edificación - 1 vano, en el caso de puentes
Descimbrado	- 3.000 m <sup>3</sup> de cimbra
Uniones de los prefabricados	- Uniones ejecutadas en la misma jornada, - Planta de forjado

*Ilustración 82. Tabla 92.5 EHE-08. Unidades de Inspección. 2015. Fuente: Instrucción del hormigón estructural EHE-08*

- Frecuencias de comprobación: el control de la ejecución se llevará a cabo por el constructor y mediante un control externo, en la siguiente tabla se ven las unidades de inspección mínimas que se deben realizar.

ACTIVIDAD DE EJECUCIÓN	Número mínimo de unidades de inspección	
	Control normal	
	Autocontrol Constructor	Control externo
Cimbras	1	1
Encofrados y moldes	1	1
Despiece armaduras	1	1
Montaje Armaduras, atado	15	3
Montaje Armaduras, soldadura	10	2
Geometría armaduras elaboradas	3	1
Colocación armaduras encofrados	3	1
<b>Operaciones de pretensado</b>	<b>Totalidad</b>	<b>Totalidad</b>
Vertido y puesta en obra del hormigón	3	1
Ejecución de juntas	1	1
Curado del hormigón	3	1
Desencofrado y desmoldeo	3	1
Uniones prefabricados	3	1
Operaciones de acabado del hormigón	2	1

*Ilustración 83. Tabla Frecuencias de comprobación. 2015. Fuente: Propia Datos obtenidos Tabla 92.6 Instrucción del Hormigón Estructural*

Dentro de cada proceso o elementos del edificio se realizaran una serie de comprobaciones de acuerdo con los artículos 94, 95,96 de la EHE-08, las comprobaciones se realizaran en:

- Control de cimentaciones. Apartado 94.2 EHE-08

- Control de los apuntalamientos. Apartado 94.3 EHE-08
- Control de los encofrados y moldes. Apartado 94.4 EHE-08
- Control del proceso de montaje de las armaduras activas. Artículo 95 EHE-08.
- Control de las operaciones de pretensado. Artículo 96 EHE-08.
- Control de los procesos de hormigonado. Artículo 97 EHE-08.
- Control de los procesos posteriores al hormigonado. Artículo 98 EHE-08.
- Control del montaje y uniones de elementos prefabricados. Artículo 99 EHE-08.
- Control del elemento construido. Artículo 100 EHE-08.
- Controles de la estructura. Artículo 101 EHE-08.

## 14. Transporte.

Para el transporte de elementos prefabricados de hormigón ya sean vigas, pilares, paneles, etc, es necesario la utilización de vehículos con unas características técnicas concretas para que puedan realizar este tipo de transportes. Estos vehículos se eligen en función de las características y dimensiones de la pieza, ya que algún tipo de pieza es necesario la utilización de vehículos especiales.

Cuando es necesario el uso de este tipo de vehículos casi siempre se va a requerir una serie de permisos administrativos que dependiendo de la Comunidad Autónoma donde se encuentre variarán. Según la normativa de circulación se deberán respetar los horarios que estén permitidos para realizar este tipo de transportes y los gálibos. Por ello, es preceptivo haber elaborado previamente el camino a seguir de los vehículos, habiendo tenido en cuenta todos estos aspectos.

A su vez, hay que destacar que todas las piezas salidas de fábrica ya sean para ser transportadas directamente a la obra o estén destinadas a su almacenaje se deben de hacer durante su fabricación unos puntos de anclaje para facilitar posteriormente su colocación. A su vez, todos los elementos que se utilicen para el izado y colocación deben cumplir con todas las exigencias pertinentes. Por ello es recomendable realizar previamente todo el itinerario necesario a seguir para que se produzca la menor pérdida de tiempo en la ejecución.

La normativa aplicable para poder llevar a cabo estos transportes vienen dadas por las leyes impuestas de Dirección General de Tráfico y el ministerio de Fomento que son:

- **Ley 16/87 de 30 de julio**, de Ordenación de los Transportes Terrestres. (BOE 31). (Modificada por: Ley 13/96, de 30 de diciembre; Ley 66/97
- **Ley Orgánica 5/87, de 30 de julio**, de delegación de facultades del Estado en las Comunidades Autónomas en relación con los transportes por carretera y por cable. (BOE 31). (Modificada por la Ley Orgánica 5/2013, de 4 de julio).
- **Real Decreto 1211/90, de 28 de septiembre**, por el que se aprueba el Reglamento de la Ley de Ordenación de los Transportes Terrestres. (BOE 8-10). (Modificado por Real Decreto 858/1994, de 29 de abril, por Real Decreto 1136/97, de 11 de julio, por Real Decreto 927/98, de 14 de mayo, por Real Decreto 1830/99, de 3 de diciembre, por Real Decreto 1225/2006, de 27 de octubre, por el artículo 21 de la Ley 25/2009, de 22 de diciembre, y por el Real Decreto 919/2010, de 16 de julio y Ley 9/2013, de 4 de julio. Parcialmente derogado por Ley 13/96, de 30 de diciembre. Los títulos VII y VIII han sido afectados sustancialmente por la Ley 39/2003, de 17 de noviembre, del Sector Ferroviario y sus normas de desarrollo).

Los vehículos que serán utilizados para el transporte de los elementos prefabricados de hormigón en este proyecto son:

- **Remolques y semirremolques:** Este vehículo está formado por dos ejes, con una suspensión mecánica de ballestas. Tiene un peso máximo autorizado (PMA) de 18.000 Kg y una carga útil de 13.800 kg. Tiene dos rampas mecánicas en el extremo del remolque para facilitar la carga y descarga y mejorar la seguridad de la carga.



*Ilustración 84. Remolque.2013.Fuente: Logismarket*

- **Vehículo góndola:** Vehículo de tres ejes con suspensión neumática con rampas laterales de acero para 40 Toneladas que pueden ser desplazadas lateralmente. Tiene una TARA de 12.000 kg y su PMA difiere según a la velocidad a la que se desplaza:
  - A 20 Km/h - PMA 59.200 kg
  - A 40 Km/h - PMA 54.200 kg
  - A 80 Km/h - PMA 48.000 kg



*Ilustración 85. Vehículo Góndola.2015.Fuente: Transgruas COMETTO*

- **Plataforma Extensible:** Vehículo compuesto por tres ejes direccionales hidráulicos desde la quinta rueda con suspensión neumática. Está compuesto por una plataforma que se puede extender. Esta plataforma estando cerrada tiene una longitud de 14 metros y una desplegada puede llegar a medir 22 metros, y esto le permite albergar una gran diversidad de cargas. Tiene una carga útil de 25.800 kg.



*Ilustración 86. Plataforma Extensible. 2015. Transgruas. COMETTO*

- **Equipo modular o DOLLY:** Compuesto por un cuello hidráulico desmontable, una plataforma de 7 metros, un módulo de dos semiejes y otro módulo de 4 semiejes pudiendo llegar a albergar un PMA de 90 toneladas sin sobrepasar los 40 *Km/h*. Para este tipo transportes es necesario la escolta de uno o dos coches que señalicen el camino y adviertan al resto de vehículos.



*Ilustración 87. Equipor Modular. 2015. Fuente: Logismarket*

- **Camiones autocargantes:** Vehículos con una menor capacidad de carga que los anteriores pero capaces transportar varios tipos de piezas entre ellos paneles prefabricados de hormigón y su mayor ventaja es que está dotado de un brazo grúa que le permite cargar y descargar la mercancía.



*Ilustración 88. Camión Autocargante. 2015. Fuente: Vulka*

## 15. Estudio de Gestión de Residuos

### 15.1. Agentes Intervinientes.

Los agentes interviniente en el siguiente proyecto serán el Promotor(Productor), Constructor(Poseedor) y el gestor de residuos de construcción y demolición.

#### 15.1.1. Identificación

##### **Promotor (Productor de Residuos)**

Es la persona física o jurídica que es Productor y titular del inmueble a construir. Según el artículo 2 del Real Decreto 105/2008 se define al productor de residuos como:

- *“ La persona física o jurídica titular de la licencia urbanística en una obra de construcción o demolición; en aquellas obras que no precisen de licencia urbanística, tendrá la consideración de productor del residuo la persona física o jurídica titular del bien inmueble objeto de una obra de construcción o demolición.”*
- *“La persona física o jurídica que efectúe operaciones de tratamiento, de mezcla o de otro tipo, que ocasionen un cambio de naturaleza o de composición de los residuos.”*
- *“El importador o adquirente en cualquier Estado miembro de la Unión Europea de residuos de construcción y demolición.”*

##### **Constructor (Poseedor de residuos)**

Es la persona física o jurídica que es poseedor y no tiene la condición de gestor de residuos, se encarga de la ejecución de la obra y tiene el control

de los residuos. Según el artículo 2 del Real Decreto 105/2008 se define al poseedor de residuos como:

- *“La persona física o jurídica que tenga en su poder los residuos de construcción y demolición y que no ostente la condición de gestor de residuos. En todo caso, tendrá la consideración de poseedor la persona física o jurídica que ejecute la obra de construcción o demolición, tales como el constructor, los subcontratistas o los trabajadores autónomos. En todo caso, no tendrán la consideración de poseedor de residuos de construcción y demolición los trabajadores por cuenta ajena.”*

### **Gestor residuos**

Persona física o jurídica que llevará a cabo las operaciones de recogida, transporte, valoración y eliminación de los residuos además de controlar la vigilancia de estas operaciones incluyendo también verificar el cumplimiento de la normativa en relación a la gestión ambiental de los residuos. Será designado por el promotor antes de comenzar las obras del edificio.

#### 15.1.2. Obligaciones

### **Promotor (Productor de Residuos)**

Las obligaciones del productor de residuos vienen reflejadas en el Artículo 4 del Real Decreto 105/2008 de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.

### **Constructor (Poseedor de residuos)**

Las obligaciones del poseedor de residuos vienen reflejadas en el Artículo 5 del Real Decreto 105/2008 de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.

### **Gestor residuos**

Las obligaciones del gestor de residuos vienen reflejadas en el Artículo 7 del Real Decreto 105/2008 de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.

#### 15.2. Normativa y legislación aplicable

A continuación se muestra toda la legislación para poder realizar correctamente el estudio de gestión de residuos:

- **Real Decreto 105/2008 de 1 de febrero**, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.
- **Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero**, por la que se publican las operaciones de valoración y eliminación de residuos y la lista europea de residuos.
- **Ley 10/1998, 21 de abril**, de residuos.
- **Real Decreto 108/1991, del 1 de febrero**, sobre la prevención y reducción de la contaminación del medio ambiente producida por el amianto.
- **Directiva 2008/98 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 19 de noviembre de 2008**, sobre los residuos.
- **Plan Nacional de Residuos de construcción y Demolición 2001-2006**, aprobado por acuerdo de Consejo de Ministros, del 1 de junio de 2001.

- **Ley 10/2000, de 12 de diciembre**, de residuos de la Comunidad Valenciana de Presidencia de la Generalitat.

### 15.3. Estimación de la cantidad de Gestión de residuos de Construcción y demolición.

La estimación de los residuos se expresará en toneladas y metros cúbicos, de los residuos de construcción y demolición, que se generarán en la obra, identificados según los códigos de la Lista Europea de Residuos según la Orden MAM 304/2002.

#### 15.3.1. Identificación de residuos

Se identificarán los residuos previstos en la obra según la Lista Europea de residuos

Descripción de los RCD según Lista Europea de Residuos	Código LER
--	------------

RESIDUOS NO PELIGROSOS		
<b>1. Mezclas bituminosas, alquitrán y otros productos alquitranados</b>		
Mezclas bituminosas distintas de las especificadas en el código 17 03 01	17 03 02	
<b>2. Madera</b>		
Madera	17 02 01	x
<b>3. Metales (Incluidas sus aleaciones)</b>		
Cobre, bronce, latón	17 04 01	
Aluminio	17 04 02	x
Plomo	17 04 03	
Zinc	17 04 04	x
Hierro y acero	17 04 05	x
Estaño	17 04 06	
Metales Mezclados	17 04 07	
Cables distintos de los especificados en el código 17 04 10	17 04 11	
<b>4. Papel y cartón</b>		

Papel y cartón	20 01 01	x
<b>5.Plástico</b>		
Plástico	17 02 03	x
<b>6.Vidrio</b>		
Vidrio	17 02 02	x
<b>7.Yeso</b>		
Materiales de construcción a partir de Yeso distintos de los 17 08 02	17 08 02	
<b>8.Basuras</b>		
Residuos biodegradables	20 02 01	x
Mezclas de residuos municipales	20 03 01	x
<b>9.Mezclas</b>		
RCDs mezclados distintos de los códigos 17 09 01, 02 y 03	17 09 04	
<b>10.Otros(Especificar)</b>		

Tabla 21. Identificación de residuos no peligrosos. 2015. Fuente: Propia

RESIDUOS INERTES		
<b>1.Tierras y pétreos de la excavación</b>		
Tierras y piedras distintas de las especificadas en el código 17 05 03	17 05 04	
<b>Residuos de grava y rocas trituradas distintos de los mencionados en el código 17 05 03</b>		
Residuos de grava y rocas trituradas distintos de los mencionados en el código 17 05 03	01 04 08	
Residuos de arena y arcilla	01 04 09	x
<b>3.Hormigón</b>		
Hormigón	17 01 01	x
Mezcla de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos distinta del código 17 01 06	17 01 07	
<b>4.Ladrillos, azulejos y otros cerámicos</b>		
Ladrillos	17 01 02	x
Tejas y materiales cerámicos	17 01 03	
<b>10.Otros(Especificar)</b>		

Tabla 22. Identificación residuos Inertes. 2015. Fuente: Propia

RESIDUOS PELIGROSOS		
Mezcla de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos con sustancias peligrosas	17 01 06	
Madera, vidrio o plástico con sustancias peligrosas o contaminadas por ellas	17 02 04	
Mezclas Bituminosas que contienen alquitrán de hulla	17 03 01	
Alquitrán de hulla y productos alquitranados	17 03 03	x
Residuos Metálicos contaminados con sustancias peligrosas	17 04 09	
Cables que contienen Hidrocarburos, alquitrán de hulla y otras SP's	17 04 10	
Materiales de Aislamiento que contienen Amianto	17 06 01	
Otros materiales de aislamiento que contienen sustancias peligrosas	17 06 03	
Materiales de construcción que contienen Amianto	17 06 05	
Materiales de Construcción a partir de Yeso contaminados con SP's	17 08 01	
Residuos de construcción y demolición que contienen Mercurio	17 09 01	
Residuos de construcción y demolición que contienen PCB's	17 09 02	
Otros residuos de construcción y demolición que contienen SP's	17 09 03	
Materiales de aislamiento distintos de los 17 06 01 y 17 06 03	17 06 04	x
Tierras y piedras que contienen sustancias peligrosas	17 05 03	
Lodos de drenaje que contienen sustancias peligrosas	17 05 05	
Balasto de vías férreas que contienen sustancias peligrosas	17 05 07	
Absorbentes contaminados	15 02 02	
Aceites usados	13 02 05	
Filtros de aceite	16 01 07	
Tubos fluorescentes	20 01 21	
Pilas alcalinas y salinas	16 06 04	
Pilas botón	16 06 03	
Envases vacíos de metal contaminados	15 01 10	
Envases vacíos de plástico contaminados	08 01 11	
Sobrantes de pintura	14 06 03	
Sobrantes de disolventes no halogenados	08 01 11	
Sobrantes de barnices	08 01 11	
Sobrantes de desengrasantes	07 07 01	
Aerosoles vacíos	15 01 11	x
Baterías de plomo	16 06 01	
Hidrocarburos con agua	13 07 03	
RCDs mezclados distintos de los códigos 17 09 01, 02 y 03	17 09 04	
Otros: (especificar)		

Tabla 23. Identificación Residuos Peligrosos.2015. Fuente: Propia

### 15.3.2. Estimación de residuos

La estimación de los residuos de construcción se expresará en toneladas y metros cúbicos con arreglo a la Lista Europea de Residuos:

Debido a no poder utilizar datos más contrastados se van a tomar como valores estadísticos 20 cm de altura de mezcla de residuos por m<sup>2</sup> con una densidad tipo del orden de 1,5 t/m<sup>3</sup> a 0,5 t/m<sup>3</sup>.

$m^2$ de Superficie construida S	$m^3$ volumen residuos (Sx0,2) V	Densidad tipo entre 1,5 y 0,5 t/m <sup>3</sup> D	Toneladas de residuo T
3.051,37	610,27	0,6	366,162

Tabla 24. Estimación cantidad Residuos. 2015. Fuente: Propia

Evaluación Teórica del peso por tipología	Codigo LER	% en peso	Toneladas de cada tipo de RC
<b>RC: Naturaleza no pétreo</b>			
Asfalto	17 03	5	18,30
Madera	17 02	4	14,65
Metales	17 04	2,5	9,15
Papel	20 01	0,3	1,09
Plástico	17 02	1,5	5,49
Vidrio	17 02	0,5	1,83
Yeso	17 08	0,2	0,73
Total Estimación		14	51,26
<b>RC: Naturaleza Pétreo</b>			
Arena, grava y otros áridos	01 04	4	14,64
Hormigón	17 01	12	43,94
Ladrillos, azulejos y otros cerámicos	17 01	54	197,73
Piedra	17 09	5	18,31
Total Estimación		75	274,62
<b>RC: Potencialmente peligrosos y otros</b>			
Basura		7	25,63

Potencialmente peligrosos	07 07 - 08 01 - 13 02 - 13 07 14 06 - 15 01 - 15 02 - 16 01 16 06 - 17 01 17 02 - 17 03 17 04 - 17 05 - 17 06 - 17 08 17 09 - 20 01	4	14,65
Total estimación		11	40,27

*Tabla 25. Cantidad de Residuos por Material.2015. Fuente: Propia*

### 15.3.3. Medidas para la prevención de residuos en obra.

Para poder realizar una correcta gestión de los residuos es recomendable utilizar las siguientes medidas:

- Se separarán en origen todos los residuos peligrosos.
- Se instalará una caseta de almacenaje de productos sobrantes con el fin de poder reutilizarlos.
- Concentración de los productos.
- Aligeramiento de los envases
- Se optimizará lo mayor posible la carga en los palets.
- Reducción de los embalajes y envases de los materiales de construcción.

### 15.3.4. Operaciones de reutilización, valoración o eliminación a la que se destinarán los residuos que se generen en obra.

OPERACIÓN PREVISTA	
	No se prevé operación de reutilización alguna
X	Reutilización de tierras procedentes de la excavación
X	Reutilización de residuos minerales o pétreos en áridos reciclados o en urbanización
	Reutilización de materiales cerámicos
	Reutilización de materiales no pétreos: madera, vidrio...
	Reutilización de materiales metálicos
	Otros (indicar)
VALORACIÓN	
	No se prevé operación alguna de valoración en obra
	Utilización principal como combustible o como otro medio de generar energía
	Recuperación o regeneración de disolventes
X	Reciclado o recuperación de sustancias orgánicas que utilizan no disolventes
X	Reciclado y recuperación de metales o compuestos metálicos
	Reciclado o recuperación de otras materias inorgánicas
	Regeneración de ácidos y bases
X	Tratamiento de suelos, para una mejora ecológica de los mismos.
X	Acumulación de residuos para su tratamiento según el Anexo II.B de la Decisión Comisión 96/350/CE.
	Otros (indicar)
ELIMINACION	
	No se prevé operación de eliminación alguna
X	Depósito en vertederos de residuos inertes
X	Depósito en vertederos de residuos no peligrosos
X	Depósito en vertederos de residuos peligrosos
	Otros (indicar)

Tabla 26. Operaciones previstas para la gestión de Residuos. 2015. Fuente Propia

### 15.3.5. Medidas para la separación de los residuos en obra

En particular, deberán separarse en las siguientes fracciones, cuando, de forma individualizada para cada una de dichas fracciones, la cantidad prevista de generación para el total de la obra supere las siguientes cantidades:

X	Hormigón	80 t
X	Ladrillos	40 t
X	Metal	2 t
X	Madera	1 t
X	Vidrio	1 t
X	Plástico	0,5 t
X	Papel y cartón	0,5 t

Tabla 27. *Materiales a Fraccionar. 2015. Fuente: Propia*

La separación en fracciones se llevará a cabo preferentemente por el poseedor de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra en que se produzcan. Cuando por falta de espacio físico en la obra no resulte técnicamente viable efectuar dicha separación en origen, el poseedor podrá encomendar la separación de fracciones a un gestor de residuos en una instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición externa a la obra.

En este último caso, el poseedor deberá obtener del gestor de la instalación documentación acreditativa de que éste ha cumplido, en su nombre, la obligación recogida en el presente apartado. El órgano competente en materia medioambiental de la comunidad autónoma en que se ubique la obra, de forma excepcional, y siempre que la separación de los residuos no haya sido especificada y presupuestada en el proyecto de obra, podrá eximir al poseedor de los residuos de construcción y

demolición de la obligación de separación de alguna o de todas las anteriores fracciones.

En esta obra se separarán en las siguientes fracciones:

- Hormigón: 1 fracción
- Ladrillos, tejas, cerámicos: 5 fracciones
- Metal: 6 fracciones.
- Madera: 15 fracciones.
- Vidrio: 2 fracciones.
- Plástico: 11 fracciones.
- Papel y cartón: 2 fracciones

#### 15.3.6. Prescripciones técnicas del proyecto para la gestión de residuos

A continuación se muestran las prescripciones a tener en cuenta en relación con el almacenamiento, manejo, separación y en su caso otras operaciones de gestión de los residuos de construcción dentro de la obra.

- El depósito temporal de los escombros, se realizará bien en sacos industriales iguales o inferiores a 1 metro cúbico, contenedores metálicos específicos con la ubicación y condicionado que establezcan las ordenanzas municipales. Dicho depósito en acopios, también deberá estar en lugares debidamente señalizados y segregados del resto de residuos.
- El depósito temporal para RC valorizables (maderas, plásticos, chatarra,...), que se realice en contenedores o en acopios, se deberá señalar y segregar del resto de residuos de un modo adecuado.

- En los contenedores, sacos industriales u otros elementos de contención, deberá figurar los datos del titular del contenedor, a través de adhesivos, placas, etc... Los contenedores deberán estar pintados en colores que destaquen su visibilidad, especialmente durante la noche, y contar con una banda de material reflectante.
- El responsable de la obra a la que presta servicio el contenedor adoptará las medidas necesarias para evitar el depósito de residuos ajenos a la misma. Los contenedores permanecerán cerrados o cubiertos, al menos, fuera del horario de trabajo, para evitar el depósito de residuos ajenos a las obras a la que prestan servicio.
- En el equipo de obra se deberán establecer los medios humanos, técnicos y procedimientos de separación que se dedicarán a cada tipo de RC.
- Se deberá asegurar en la contratación de la gestión de los RC, que el destino final (Planta de Reciclaje, Vertedero, Cantera, Incineradora, Centro de Reciclaje de Plásticos / Madera, ...) son centros con la autorización autonómica de la Consejería de Medio Ambiente. Se deberá contratar sólo transportistas o gestores autorizados por dicha Consejería, e inscritos en los registros correspondientes. Se realizará un estricto control documental, de modo que los transportistas y gestores de RC deberán aportar los vales de cada retirada y entrega en destino final. Para aquellos RC (tierras, pétreos, ...) que sean reutilizados en otras obras o proyectos de restauración, se deberá aportar evidencia documental del destino final.
- Se deberán atender los criterios municipales establecidos (ordenanzas, condicionados de la licencia de obras),

especialmente si obligan a la separación en origen de determinadas materias objeto de reciclaje o deposición. En este último caso se deberá asegurar por parte del contratista realizar una evaluación económica de las condiciones en las que es viable esta operación. Y también, considerar las posibilidades reales de llevarla a cabo: que la obra o construcción lo permita y que se disponga de plantas de reciclaje / gestores adecuados. La Dirección de Obras será la responsable última de la decisión a tomar y su justificación ante las autoridades locales o autonómicas pertinentes.

- La gestión (tanto documental como operativa) de los residuos peligrosos que se hallen en una obra de derribo o se generen en una obra de nueva planta se regirá conforme a la legislación nacional vigente (Ley 10/1998, Real Decreto 833/88, R.D. 952/1997 y Orden MAM/304/2002 ), la legislación autonómica y los requisitos de las ordenanzas locales. Asimismo los residuos de carácter urbano generados en las obras (restos de comidas, envases, lodos de fosas sépticas...), serán gestionados acorde con los preceptos marcados por la legislación y autoridad municipales.

### 15.3.7. Valoración económica de la gestión de residuos de construcción

ESTIMACION ECONÓMICA			
Tipología RC	Estimación m <sup>3</sup>	Precio gestión €/m <sup>3</sup>	Importe €
Naturaleza pétreo	457,70	15	6.865,50
Naturaleza no pétreo	85,44	15	1.281,60
Potencialmente peligroso	67,13	20	1342,6
TOTAL			9489,70

Tabla 28. Valoración económica estimada. 2015. Fuente. Propia

## Capítulo 2.

### Conclusiones

A lo largo de todo el desarrollo del TFG, me he podido dar cuenta que todo lo estudiado a lo largo de estos años ha servido en gran medida para poder llevar a cabo dicho trabajo.

A modo general, uno de los objetivos principales era conseguir abarcar en este proyecto, en su mayoría todas las ramas posibles que permite esta titulación, consiguiendo que este proyecto sea lo más completo posible. Dicho esto, no ha sido posible integrar todos los aspectos integradores de la disciplina que me hubiese gustado realizar, como puede ser la realización del presupuesto de ejecución de la nave industrial o el propio cálculo de la estructura de esta, aunque en un futuro es uno de los objetivos que tengo planteado realizar.

Este trabajo me ha otorgado una visión cercana de lo que puede llegar a ser la vida laboral después de adquirir el título de Graduado en Arquitectura Técnica, ya que durante el desarrollo del TFG he trabajado en ciertos momentos conjuntamente con la empresa PACADAR o con el Ayuntamiento del Municipio de Xirivella además de haber tenido que comunicarme con otras empresas consiguiendo así orientación e información que después he aplicado al trabajo.

Después de haber culminado el TFG y haber profundizado y recabado mucha información para diseñar la nave con prefabricados de hormigón,

he podido averiguar que ejecutar edificios, ya no solo naves industriales si no otros tipos de edificaciones, que la construcción modular con dichos elementos es un sistema adecuado para la construcción, ya que en mi opinión en España está implantado en menor medida respecto a otros países que conforman Europa.

Según lo dicho, este proyecto pretende mostrar las ventajas de la construcción modular, sobretodo por las ventajas constructivas y organizativas, las cuales, en los últimos años, la construcción en España es de lo que más ha carecido.

Con todo esto no pretendo presentar esta construcción como la única o la mejor, sino que es una buena opción para muchos casos, siempre considerando para cada caso cual es la que mejor se adapta a cada uno de ellos.

Cabe destacar la satisfacción que ha supuesto poder crear desde cero el diseño de un edificio, siempre tomando las mejores decisiones para el proyecto, de acuerdo a la ayuda y orientación de mi tutor, varias empresas y gente especializada en este sector.

Por otra parte, a diferencia de lo que ya he nombrado antes respecto a dar a conocer la construcción prefabricada, también se puede considerar una limitación en este TFG, ya que reduce las posibilidades de ejecutar la nave, sin permitirte contemplar otras opciones, y ya no solo por los prefabricados de hormigón sino también por la necesidad imperiosa de utilizar un sistema de cubierta *deck*.

Finalmente y a modo personal, tengo la satisfacción de haber conseguido llevar cabo este trabajo, siendo una gran experiencia todo lo que conlleva.

# Capítulo 3.

## Bibliografía

AENOR. (Diciembre 2011). *UNE-EN 197-1 Cemento Parte1: Composición, especificaciones y criterios de conformidad de los cementos comunes*. (AENOR, Ed.) Madrid: AENOR.

Ajuntamen de Valencia. (Mayo de 2012). *PROYECTO DE URBANIZACIÓN DE LA UNIDAD DE EJECUCIÓN A.4/1 PARQUE CENTRAL DE VALENCIA. ANEJO 15: ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS*.

Arán Molina, Y. (Junio 2011). *Proyecto Final de Carrera, FACHADAS LIGERAS MUROS CORTINA*. Valencia: Escuela Técnica Superior de Edificación.

ASOCIACIÓN NACIONAL DE FABRICANTES DE FACHADAS DE HORMIGÓN ARQUITECTÓNICO, INSTITUTO ESPAÑOL DEL CEMENTO Y SUS APLICACIONES. (2015). *MONTAJE DE FACHADAS DE HORMIGÓN ARQUITECTÓNICO*. Madrid.

Bartolomé Alonso, M., Arévalo Sarrate, C., & Pascual del Valle, J. P. (2012). *Buenas prácticas preventivas en el uso de prefabricados de hormigón*. (C. y. Fundación Agustín de Betancourt de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, I. R. Trabajo, T. y. Consejería de Empleo, & C. d. Madrid, Edits.) Comunidad de Madrid.

- Burgos Lorenzo, J. (12 de Febrero de 2009). *MEMORIA DDESCRIPTIVA*. Escuela Politécnica de Linares.
- Burón Maestro, M., & Fernandez-Ordoñez Hernández, D. (1997). *EVOLUCIÓN DE LA PREFABRICACIÓN PARA LA EDIFICACIÓN EN ESPAÑA. MEDIO SIGLO DE EXPERIENCIA*. Madrid: Informes de la Construcción, Vol 48.
- Camarasa, R. A. (Septiembre de 2009). *Diseño de una nave industrial sin uso específico en la localidad de Vilamalla*. Universidad de Lleida.
- CAMPISA, srl. (2015). *TECNICAS DE RÁPIDA CONSTRUCCIÓN DE MUELLES CON FOSOS PARA RAMPAS DE CARGA*. ITALIA: CAMPISA, srl.
- Cid Baena, R. (2015). *DISEÑO DE UNA INDUSTRIAL DESTINADA A LOGÍSTICA*. Barcelona.
- Cobo Escamilla, A. (2010). *HORMIGÓN PRETENSADO*. Madrid: Fundación Escuela Edificación.
- Corcho, C. T. (Marzo 2008). *UNE 56801:2008*. AENOR.
- CORPORACIÓN MIYASATO. (2015). *Sistema de Muro Cortina Serie 4565*. Madrid.
- CUBIERTAS, I. I. (2015). *DESCRIPCION CUBIERTA DECK*. Toledo.
- De Rubias, S. (2015). *PROYECTO BÁSICO Y DE EJECUCIÓN, MEMORIA CONSTRUCTIVA, "PORTA PARQUE CALVOS DE RANDÍN", REHABILITACIÓN DE LA RECTORAL*. Ourense, Calvos de Randín.

- Escrig Pérez, C. (2010). *EVOLUCIÓN DE LOS SISTEMA DE CONSTRUCCIÓN INDUSTRIALIZADOS A BASE DE ELEMENTOS PREFABRICADOS DE HORMIGÓN*. Barcelona.
- FORTE HORMIGONES TECNOLÓGICOS S.L. (2015). *EDIFICACIÓN INDUSTRIAL*. Yecla, Murcia.
- García Buza, M. A. (Enero de 2009). *PROYECTO BÁSICO Y DE EJECUCIÓN DE NAVE INDUSTRIAL SIN USO ESPECÍFICO*. Carmona, Sevilla.
- GILVA. (2009). *CATÁLOGO GENERAL*. Calanda, Teruel.
- GOBIERNO DE ESPAÑA, MINISTERIO DE FOMENTO, & SECRETARÍA GENERAL TÉCNICA. (2011). *EHE-08 Instrucción de Hormigón Estructural* (5 ed.). (Centro de Publicaciones, Secretaría General Técnica, & Ministerio de Fomento, Edits.) España: Serie Normativas.
- González-Posada Delgado, Á., & Danosa, A. T. (Octubre 2008). *Soluciones para cubiertas ligeras metálicas*. Directivas Construcción.
- GRUPO KNAUF GmbH. (Octubre de 2008). *Tabiques con estructura metálica*. Madrid.
- Grupo PACADAR, & PACADAR EDIFICACIÓN. (2009). *CATÁLOGO DE PRODUCTOS DE EDIFICACIÓN. Prefabricando Ideas*. Valencia.
- INGREMAES S.L. (2007). *MUROS NERVADOS PREFABRICADOS CATÁLOGO 2007*. Cartagena.
- INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO. (2015). *Evaluación de Riesgos Laborales*. España: MINISTERIO DE TRABAJO Y ASUNTOS SOCIALES.

INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO y Grupo de Trabajo Federación Europea de Manutención/Asociación Española de Manutención(FEM-AEM). (2013). *NTP 985 Muelle de carga y descarga: seguridad*. España.

López López, J. (1 febrero de 2008). *ESTUDIO DE GESTIÓN RESIDUOS*. 22 de Abril de 2010: Arktec, S.A.

Ministerio de Fomento, S. d. (2009, comentarios 2015). *Documento Básico HS- Salubridad*.

Monzón Sanjuan, C. (Junio 2014). *Trabajo Fin de Grado, NAVE INDUSTRIAL HORMIGÓN PREFABRICADO EN ALMUSSAFES*. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia.

NORTEN PREFABRICADOS DE HORMIGON, S. (2015). *CATÁLOGO ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN PREFABRICADO*. MADRID.

Novas Cabrera, J. A. (Septiembre 2010). *Proyecto Fin de Máster, SISTEMAS CONSTRUCTIVOS PREFABRICADOS A LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES EN PAÍSES EN DESARROLLO*. Madrid.

novoferm alsal. (2015). *Catalogo Gama Industrial*. Madrid.

PRECAT Hormigones Prefabricados de Cataluña. (2015). *Pilares y Cimentaciones*. Cataluña.

R, J. C. (1 febrero de 2008). *REAL DECRETO 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición*. BOE núm. 38. Madrid: Ministerio de la Presidencia.

- Riphorsa, Riospre Riojana de Estructuras Prefabricadas, S.L. (2015). *Catalogo Riphorsa*. Logroño, La Rioja.
- Rochina, R. P. (2014). *CONSTRUCCIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL SIN USO, EJECUTADA CON ELEMENTOS PREFABRICADOS DE HORMIGÓN Y CUBIERTA TIPO DECK EN LA LOCALIDAD DE BUGARRA*. Valencia.
- Romea Rosas, C. (Mayo 2010). *Proyecto Final de Carrera, PROYECTO DE IMPLANTACIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL DESTINADA A LA PRODUCCIÓN DE VINOS PARA CAPACIDAD DE PRODUCTO DE 20.000 BOTELLAS/AÑO*. Terrassa.
- Schinca, J., Torres-Pardo, A., & Morales, F. (2011). *Sistemas Constructivos: Hormigón pretelado y postelado*.
- SIKA. (Mayo 2010). *Tecnología Sika para Prefabricado Pesado*. España.
- TECNYCONTA. (2008). *Jacenas*. Zaragoza.
- TECNYCONTA. Prefabricados de hormigón. (2015). *PILARES*. Zaragoza.
- TECTUM INGENIERÍA S.L., A. (2006). *ESTUDIO SOBRE EDIFICACIÓN INDUSTRIAL EN ESPAÑA*.
- Teide. Prefabricados Especiales. (2015). *VIGAS PILARES*. Tenerife, Arico.
- Vaquero, J., Castro, T., Concejo, F., González, J. C., Lleyda, J. L., & Valle, J. (1996). *EDIFICACIÓN CON PREFABRICADOS DE HORMIGÓN*. Madrid: Instituto Nacional del Cemento y sus Aplicaciones (IECA).
- Xavier Grabuleda, F., & Caula, L. (Junio 2010). *artículo, AISLAMIENTO TÉRMICO DE CUBIERTAS METÁLICAS TIPO DECK RELIZADO*

*MEDIANTE PANEL DE ESPUMA RIGIDA DE POLIISOCIANURATO(PIR): UNA SOLUCIÓN VENTAJOSA.*

Xirivella, A. d. (1989, Revisión aprobada el 27 de marzo de 2008). *PLAN GENERAL DE ORDENACIÓN URBANA*. Xirivella.

Xirivella, A. d. (21 de marzo 1997). *ANEXO I: ORDENANZAS PLAN PARCIAL SECTOR D*. Xirivella.

Xirivella, A. d. (21 de Marzo de 1997). *PLAN PARCIAL AREA INDUSTRIAL SECTOR DXIRIVELLA*. Xirivella.

Zarabozo Galán, Á. (Septiembre 1981). Problemática del hormigón en elementos prefabricados. *REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS*, 641-654.

## Páginas web consultadas

<http://www.urbanismo.com/prefabricados-de-hormigon/>

<http://www.andece.org/index.php/prefabricados-de-hormigon>

<http://www.pacadar.es/edificacion/edificacion>

<http://procedimientosconstruccion.blogs.upv.es/category/maquinaria-y-procedimientos-constructivos-de-cimentaciones-y-estructuras/plantas-de-prefabricados-de-hormigon/>

<http://www.isover.es/Aislamiento-en-la-Edificacion/Aplicaciones/Aplicaciones-Edificacion-Industrial/Cubiertas/Cubiertas-Deck>

<http://www.ursa.es/es-es/aplicaciones/cubierta-deck/Paginas/descripcion.aspx>

[http://www.construmatica.com/construpedia/Ventajas\\_y\\_Desventajas\\_de\\_la\\_Construcci%C3%B3n\\_Prefabricada](http://www.construmatica.com/construpedia/Ventajas_y_Desventajas_de_la_Construcci%C3%B3n_Prefabricada)

<http://www.prefabricadosteide.com/historia-del-hormigon/>

<http://www.promateriales.com/>

<http://www.soloarquitectura.com/foros/threads/estructura-prefabricada-de-hormigon-o-de-acero-para-nave.42782/>

<http://www.rockwool.es/productos+y+soluciones/u/2011.construction/2899/cubierta-plana/cubierta-deck/deckrock-sintetica-fm>

[http://www.logismarket.es/transgruas-cial/remolques-y-semiremolques-vehiculos-para-transporte-especial/1349098475-928143403-p.html?alt=2&utm\\_expid=295519-66.8LvL0n3FQ0SNLhdQVO1ahw.1&utm\\_referrer=https%3A%2F%2Fwww.google.es%2F](http://www.logismarket.es/transgruas-cial/remolques-y-semiremolques-vehiculos-para-transporte-especial/1349098475-928143403-p.html?alt=2&utm_expid=295519-66.8LvL0n3FQ0SNLhdQVO1ahw.1&utm_referrer=https%3A%2F%2Fwww.google.es%2F)

<http://www.precat.com/>

<http://www.incoperfil.com/componentes-e-instalacion-cms-1-50-383/>

<http://www.gilva.com/>

<http://www.tecnyconta.es/index.php?sec=23&id=25>

<http://www.rubiera.com/>

<http://www.mabeton.com/productos7.htm>

<http://www.mabeton.com/productos3.htm>

<http://www.prefabricadosteide.com/>

<http://www.hormipresa.com/>

<http://www.inconal.es/series/?acc=series&idc=15&idp=2&idm=15>

<http://www.knauf.es/>

<http://www.alugom.com/>

<http://www.sanilock.com/>

[http://www.murocortina.es/Murocortina\\_estructura\\_vista.htm](http://www.murocortina.es/Murocortina_estructura_vista.htm)

<http://www.riphorsa.com/>

<http://www.isover.es/Aislamiento-en-la-Edificacion/Aplicaciones/Aplicaciones-Edificacion-Industrial/Cubiertas/Cubiertas-Deck>

<http://civilgeeks.com/2011/03/15/hormigon-pretensado-ventajas-y-desventajas/>

[http://www.fomento.gob.es/MFOM/LANG\\_CASTELLANO/DIRECCIONES\\_GENERALES/TRANSPORTE\\_TERRESTRE/\\_INFORMACION/NORMATIVA/EstadoMercPeli.htm](http://www.fomento.gob.es/MFOM/LANG_CASTELLANO/DIRECCIONES_GENERALES/TRANSPORTE_TERRESTRE/_INFORMACION/NORMATIVA/EstadoMercPeli.htm)

# Capítulo 4.

## Índice de Figuras

Ilustración 1. Cimentación por Vainas. 2015. Fuente: Propia .....	40
Ilustración 2. Cimentación por anclaje mecánico. 2015. Fuente: Propia .....	41
Ilustración 3. Cimentación atornillada. 2015. Fuente: Propia.....	42
Ilustración 4. Cimentación por cáliz. 2015. Fuente: Propia.....	43
Ilustración 5. Curva Axil/Momento Soporte.2015.Fuente: Propia. Datos Recogidos del Catálogo PRECAT .....	44
Ilustración 6.Armaduras de pilares prefabricados.2015.Fuente: Propia	45
Ilustración 7. Diferentes tipos de ménsulas en soportes prefabricados. 2015 Fuente: Catalogo Pacadar.....	46
Ilustración 8. Ejemplos de viga T invertida, viga L y viga Rectangular. 2015. Fuente: Propia .....	48
Ilustración 9. Tipos de placas Alveolares. 2010. Fuente: Catálogo Riphorsa .....	52
Ilustración 10. Paneles de Cerramiento Horizontales. 2010. Fuente: Catalogo Riphorsa.....	53
Ilustración 11. Paneles de Cerramiento Verticales. 2010 Fuente: Catálogo Riphorsa.....	53
Ilustración 12.Muro macizo rectangular. 2015. Catálogo Pacadar .....	56
Ilustración 13. Muro Nervado Prefabricado. 2015. Fuente: Catálogo de Productos de Prefabricación. Pacadar.....	57
Ilustración 14. Premuto. 2015. Fuente: <a href="http://www.rubiera.com/">http://www.rubiera.com/</a> .....	58

Ilustración 15. Ejemplo viga Peraltada. 2015. Fuente: Propia.....	60
Ilustración 16. Vigas Peraltadas. 2010. Fuente: Catálogo Riphorsa .....	60
Ilustración 17. Vigas de sección Constante. 2010. Catálogo Riphorsa ...	62
Ilustración 18. Tipos de correas tubulares. 2015. Fuente: Catálogo Riphorsa.....	64
Ilustración 19. Tipos de correas T. 2015. Fuente: Catalogo Pacadar.....	65
Ilustración 20. Disposición de vigas Carril. 2010. Fuente: Catálogo Riphorsa.....	66
Ilustración 21. Vigas Canal. 2015. Fuente: Catálogo Pacadar.....	67
Ilustración 22. Molde para escalera de madera fenólica.2015. Fuente: Propia.....	70
Ilustración 23. Silo de almacenaje y cinta transportadora de materiales.2015.Fuente: Propia .....	72
Ilustración 24. Armado pilar y viga.2015. Fuente: Propia .....	75
Ilustración 25. Mesa para paneles.2015. Fuente: Propia .....	77
Ilustración 26. Panel en fabricación.2015. Fuente: Propia.....	78
Ilustración 27. Muesca en panel para izado.2015. Fuente: Propia .....	78
Ilustración 28. Distintos acabados de paneles.2015. Fuente: Propia.....	79
Ilustración 29. Línea de placa alveolar.2015. Fuente: Propia.....	80
Ilustración 30. Colocación acero.2015.Fuente: Propia.....	81
Ilustración 31. Cabeza de tesado.2015. Fuente: Propia .....	82
Ilustración 32. Máquina extrusora.2015. Fuente: Propia.....	83
Ilustración 33. Acopios placas alveolares. 2015. Fuente: prefabricadashormigon.blogspot .....	84
Ilustración 34. Pista de encofrado para viga delta.2015. Fuente: Propia .....	85
Ilustración 35. Situación Xirivella.2015.Fuente: GOOGLE MAPS.....	90
Ilustración 36. Situación Solar.2015.Fuente: Sede Electrónica del Catastro. ....	92

Ilustración 37. Cimentación por cáliz. 2015. Fuente: Propia .....98

Ilustración 38. Cimentación por Cáliz con doble soporte. 2015 Fuente:  
 Propia.....100

Ilustración 39. Cimentación por cáliz con doble soporte. 2015. Fuente:  
 Propia.....100

Ilustración 40. Zapata corrida con muro de contención  
 prefabricado.2015. Fuente: Propia .....101

Ilustración 41. Soportes con ménsulas utilizados en la Nave Industrial.  
 2015. Fuente: Propia .....105

Ilustración 42. Soportes circulares. Unión con panel de cerramiento.  
 2015. Fuente: Catálogo Riphorsa .....107

Ilustración 43. Detalle viga T y forjado de placa alveolar. 2015. Fuente:  
 Propia.....108

Ilustración 44. Unión viga T y placa alveolar de forjado. 2015. Fuente.  
 Propia.....109

Ilustración 45. Unión Viga Peraltada y soporte. 2015. Fuente: Propia 111

Ilustración 46. Unión Vigas Hastiales con soporte en zona central. 2015.  
 Fuente: Propia .....112

Ilustración 47. Unión correa tubular con viga peraltada. 2015. Fuente:  
 Propia.....114

Ilustración 48. Cubierta Deck. 2015. Fuente: Propia.....115

Ilustración 49. Unión entre Paneles. 2015. Fuente: Propia.....118

Ilustración 50.Sistema de unión entre viga canal con viga peraltada y  
 paneles de cerramiento verticales. 2015. Fuente: Propia.....119

Ilustración 51.Juntas de sellado paneles de cerramiento. 2015. Fuente:  
 Propia.....120

Ilustración 52. Compactación terreno Ilustración 53. Excavación pozos  
 de .....134

Ilustración 54. Armadura zapata con cáliz. 2015. Fuente Propia .....135

Ilustración 55. Hormigonado zapatas y vigas riostras.2015.Fuente Propia .....	135
Ilustración 56. Izado y colocación de soportes. 2015. Fuente Propia ..	136
Ilustración 57. Cuñas de madera en soporte. 2015. Fuente Propia .....	137
Ilustración 58. Constitución vigas de forjado. 2015. Fuente: Catálogo Riphorsa.....	138
Ilustración 59. Colocación Placa alveolar Ilustración 60. Mallazo en forjado. 2015 .....	139
Ilustración 61. Izado viga Delta. 2015. Fuente: www.youtube.com ....	140
Ilustración 62. Colocación Viga Delta. Ilustración 63. Vigas Canal H. 2015 .....	141
Ilustración 64. Correas colocadas en Vigas Hastiales y Delta. 2015. Fuente: Prefabricados aljema.....	142
Ilustración 65. Montaje paneles de cerramiento. 2015. Fuente: Propia .....	143
Ilustración 66. Unión soporte-panel de cerramiento. 2015 Fuente: Propia .....	144
Ilustración 67. Izado y montaje de la chapa de cubierta. 2015. Fuente: Propia.....	146
Ilustración 68. Montaje aislamiento Ilustración 69. Fijación aislamiento Cubierta Deck. 2015. Fuente: Propia Cubierta Deck. 2015. Fuente: Isover .....	147
Ilustración 70. Colocación lamina Ilustración 71. Instrumento de fijación .....	148
Ilustración 72. Colocación de la lámina y armadura. 2015. Fuente: Propia .....	150
Ilustración 73. Hormigonado solera. 2015. Fuente: Propia.....	151
Ilustración 74. Solera terminada. 2015. Fuente: Propia.....	151
Ilustración 75. Red horizontal de seguridad. 2015. Fuente Propia .....	162

Ilustración 76. Barandilla de Seguridad. 2015. Fuente: www.lineaprevencion.com.....	163
Ilustración 77. Línea de vida. 2015. Fuente: www.lineasdevidaparacubiertas.com .....	163
Ilustración 78. Marquesina de seguridad. 2015. Fuente: www.lineaprevencion.com.....	164
Ilustración 79.Tabla 91.5.3.4. EHE-08, elementos controlados.2015 Fuente: Instrucción del hormigón estructural EHE-08 .....	173
Ilustración 80. Tabla 86.9.2. Control Resistencia Prefabricados de hormigón.2015. Fuente: Instrucción del hormigón Estructural EHE-08. ....	176
Ilustración 81. Tabla de lotes de ejecución. 2015. Fuente: Propia Datos recogidos de la Instrucción del Hormigón Estructural EHE-08 Tabla 92.4 .....	181
Ilustración 82.Tabla 92.5 EHE-08. Unidades de Inspección.2015. Fuente: Instrucción del hormigón estructural EHE-08 .....	182
Ilustración 83. Tabla Frecuencias de comprobación. 2015. Fuente: Propia Datos obtenidos Tabla 92.6 Instrucción del Hormigón Estructural.....	183
Ilustración 84.Remolque.2013.Fuente: Logismarket .....	187
Ilustración 85. Vehículo Góndola.2015.Fuente: Transgruas COMETTO .....	187
Ilustración 86.Plataforma Extensible.2015.Transgruas.COMETTO .....	188
Ilustración 87.Equipor Modular.2015.Fuente: Logismarket.....	189
Ilustración 88.Camión Autocargante.2015.Fuente: Vulka .....	189

## Índice de Tablas

Tabla 1. Dimensión pilares y ménsulas.2015.Fuente: Propia. Datos Catálogo Pacadar .....	46
Tabla 2.Dimensiones Viga T Invertida.2015.Fuente: Propia. Datos Catálogo Pacadar .....	49
Tabla 3.Dimensiones Viga L.2015. Fuente: Propia. Datos Catalogo Pacadar .....	49
Tabla 4. Dimensiones Viga Rectangular.2015.Fuente: Propia. Datos Catalogo Pacadar .....	50
Tabla 5. Características Placas Alveolares.2015. Fuente Propia- Datos Catalogo Pacadar .....	51
Tabla 6. Características Placa alveolar.2015.Fuente: Propia.....	55
Tabla 7. Características paneles de cerramiento. 2015. Fuente: Propia	55
Tabla 8. Características vigas peraltadas.2015.Fuente: Propia. Datos recogidos Catalogo Pacadar .....	61
Tabla 9.Características Vigas especiales.2015.Fuente: Propia .....	63
Tabla 10. Parámetros Urbanísticos-Datos Recogidos del Anexo I .Ordenanzas Plan Parcial Sector D de Xirivella.2015.Fuente: Propia .....	90
Tabla 11. Dimensiones Soportes. 2015. Fuente: Propia.....	107
Tabla 12.Características Panel Arquitectónico Aligerado. Datos Catálogo Pacadar Edificación.2015.Fuente.Propia .....	117
Tabla 13. Tolerancias montaje. 2015. Fuente: Propia. Datos Instituto Español del cemento y sus aplicaciones.....	144
Tabla 14. Carga admisible. 2015. Fuente: Propia. Datos Protocolo ejecución Hormiplaser S.A.....	152
Tabla 15. Riesgos en fase de movimiento de tierras. 2015. Fuente Propia .....	155

Tabla 16. Riesgos en fase de Cimentación. 2015. Fuente Propia .....	156
Tabla 17. Riesgos en fase de Estructura. 2015. Fuente Propia .....	158
Tabla 18. Riesgos en fase de Cubierta. 2015. Fuente Propia .....	159
Tabla 19. Riesgos en fase de Instalaciones. 2015. Fuente Propia .....	160
Tabla 20. Medios a utilizar en la ejecución. 2015. Fuente Propia .....	161
Tabla 21. Identificación de residuos no peligrosos. 2015. Fuente: Propia .....	194
Tabla 22. Identificación residuos Inertes. 2015. Fuente: Propia .....	194
Tabla 23. Identificación Residuos Peligrosos. 2015. Fuente: Propia .....	195
Tabla 24. Estimación cantidad Residuos. 2015. Fuente: Propia .....	196
Tabla 25. Cantidad de Residuos por Material. 2015. Fuente: Propia .....	197
Tabla 26. Operaciones previstas para la gestión de Residuos. 2015. Fuente Propia .....	198
Tabla 27. Materiales a Fraccionar. 2015. Fuente: Propia .....	199
Tabla 28. Valoración económica estimada. 2015. Fuente. Propia .....	202

# Anexos

## INDICE

ANEXO 1: Planning de obra

ANEXO 2: Planos de la nave industrial

ANEXO 3: Fichas Técnicas Elementos Prefabricados

ANEXO 4: Fichas Técnicas Elementos de Cubierta

ANEXO 5: Fichas Técnicas Otros Elementos

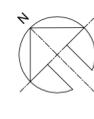
# ANEXO I. PLANNING DE OBRA



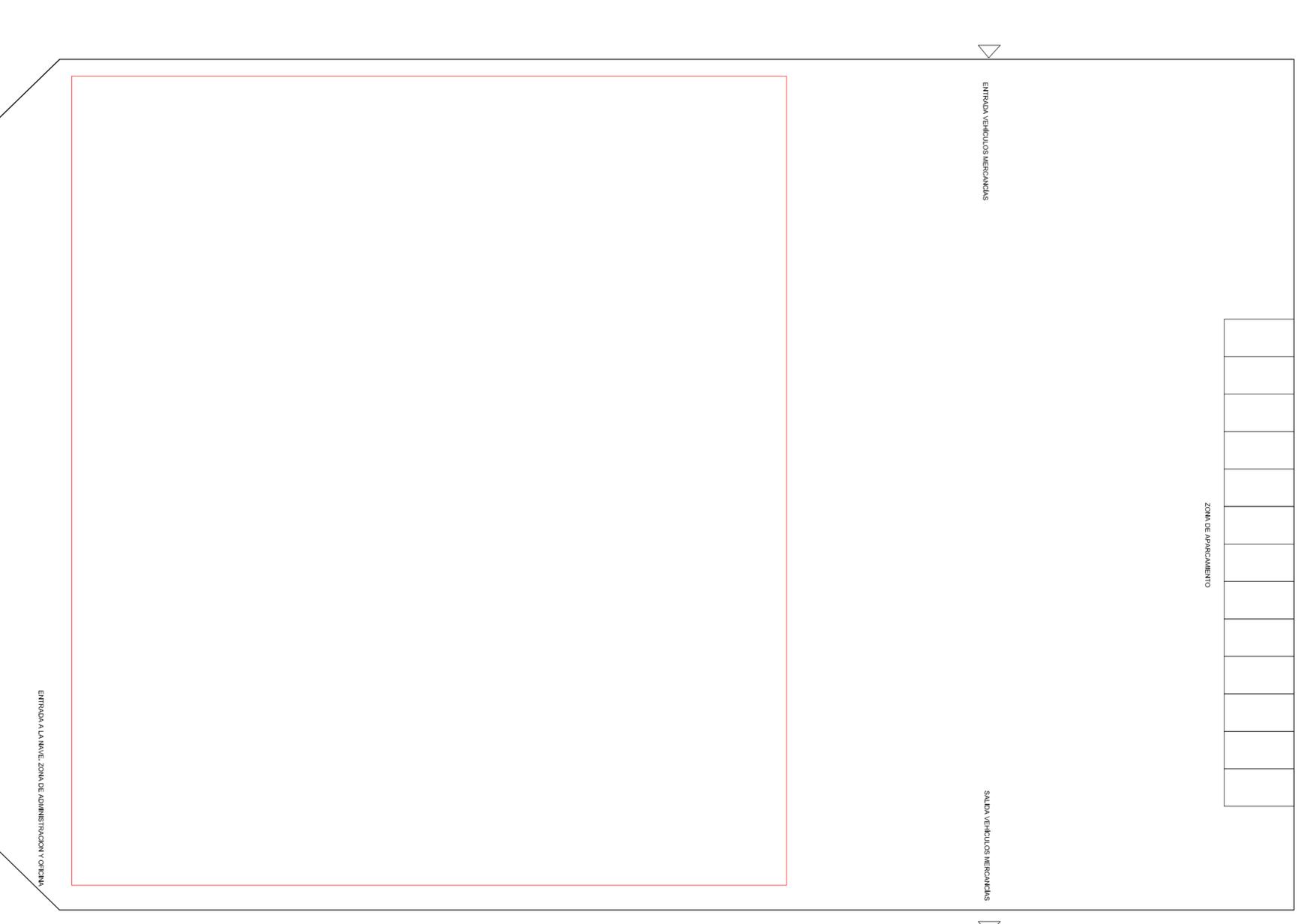
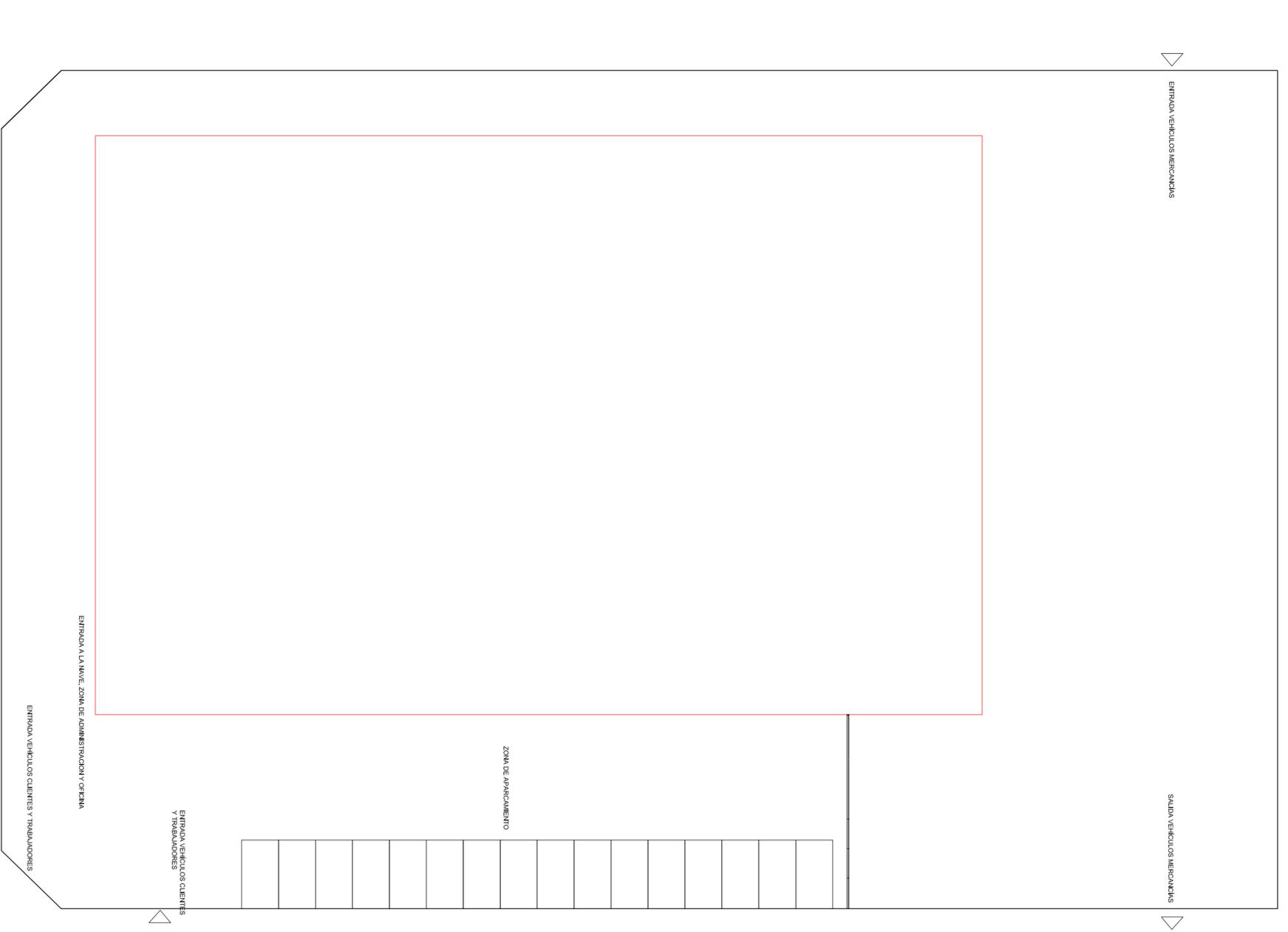
## ANEXO 2. PLANOS

## INDICE PLANOS

- PLANO 01. OPCIONES SITUACIÓN NAVE
- PLANO 02. SITUACIÓN
- PLANO 03. EMPLAZAMIENTO
- PLANO 04. IMPLANTACIÓN
- PLANO 05. CIMENTACIÓN
- PLANO 06. ALZADOS. SITUACIÓN PANELES DE CERRAMIENTO
- PLANO 07. ALZADOS 2. SITUACIÓN PANELES DE CERRAMIENTO
- PLANO 08. SECCION A-A' Y SECCIÓN B-B'
- PLANO 09. SECCIÓN C-C' Y SECCIÓN D-D'
- PLANO 10. SECCIÓN E
- PLANO 11. ESTRUCTURA DE CUBIERTA
- PLANO 12. ESTRUCTURA DE FORJADO
- PLANO 13. EVACUACIÓN DE AGUAS
- PLANO 14. DISTRIBUCIÓN OFICINAS
- PLANO 15. DETALLE 1 ZAPATAS
- PLANO 16. DETALLE 2 MUELLES DE CARGA
- PLANO 17. DETALLE 3 UNIÓN VIGAS-SOPORTE
- PLANO 18. DETALLE 4 PANELES CERRAMIENTO 1
- PLANO 19. DETALLE 5 PANELES CERRAMIENTO 2
- PLANO 20. DETALLE 6 VIGAS DE FORJADO
- PLANO 21. DETALLE 7 HUECO FORJADO
- PLANO 22. DETALLE 8 CORREAS DE CUBIERTA
- PLANO 23. DETALLE 9 BAJANTES
- PLANO 24. DETALLE 10 ESCALERA
- PLANO 25. DETALLE 11 MURO CORTINA
- PLANO 26. DETALLE 12 TABIQUERIA INTERIOR
- PLANO 27. DETALLE 13 PETO DE CUBIERTA
- RENDERIZADOS



— PERIMETRO NAVE  
— LIMITE PARCELA



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA



ESCUOLA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA DE EDIFICACION

TFG: CONSTRUCCIÓN NAVE INDUSTRIAL SIN USO EJECUTADA CON ELEMENTOS PREFABRICADOS DE HORMIGÓN Y CUBIERTA TIPO DECK EN EL MUNICIPIO DE XIRIVELLA

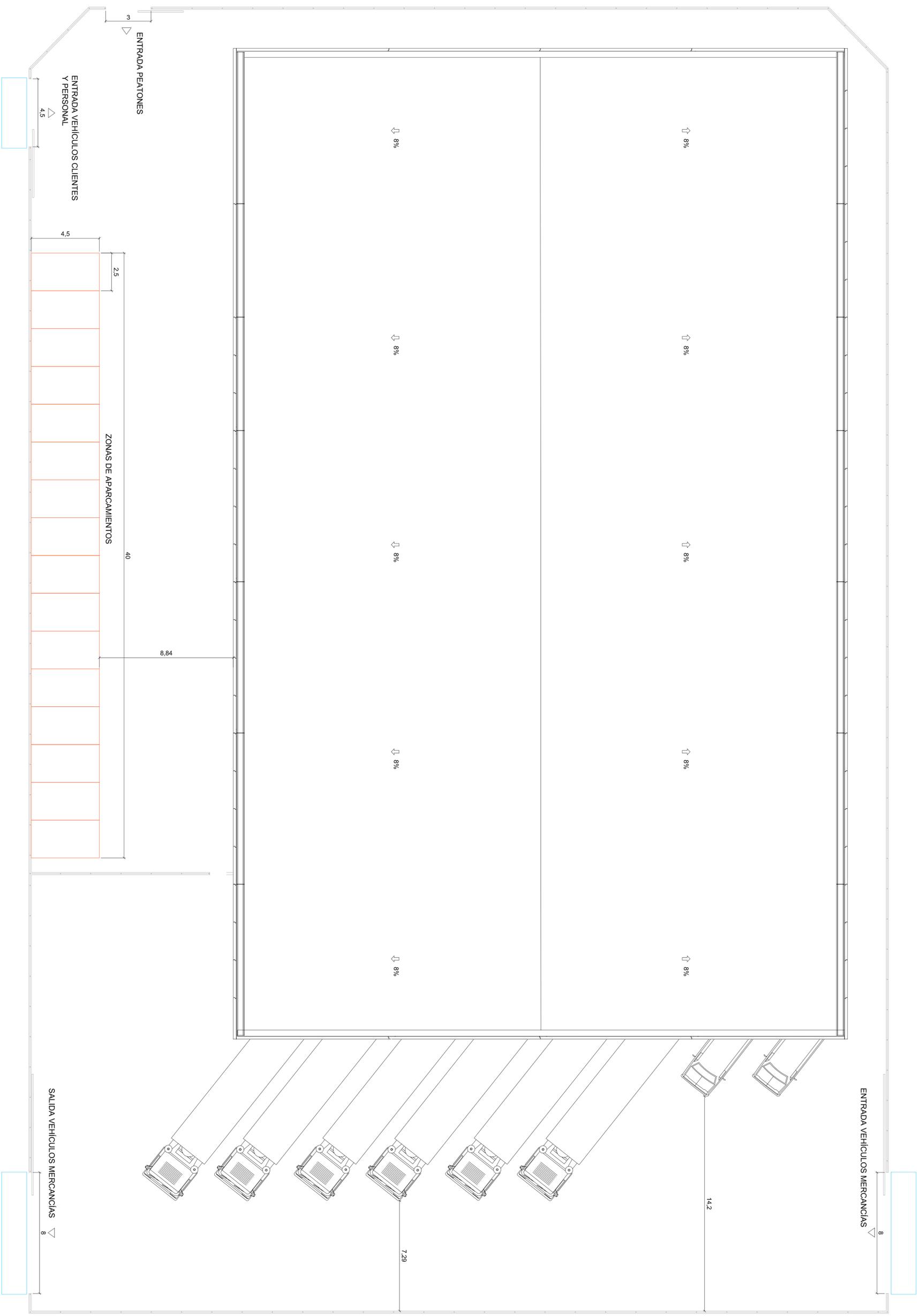
AUTOR: RAÚL CAÑADA BASTIDA  
TUTOR: HECTOR NAVARRO CALVO  
CURSO: 2014/2015

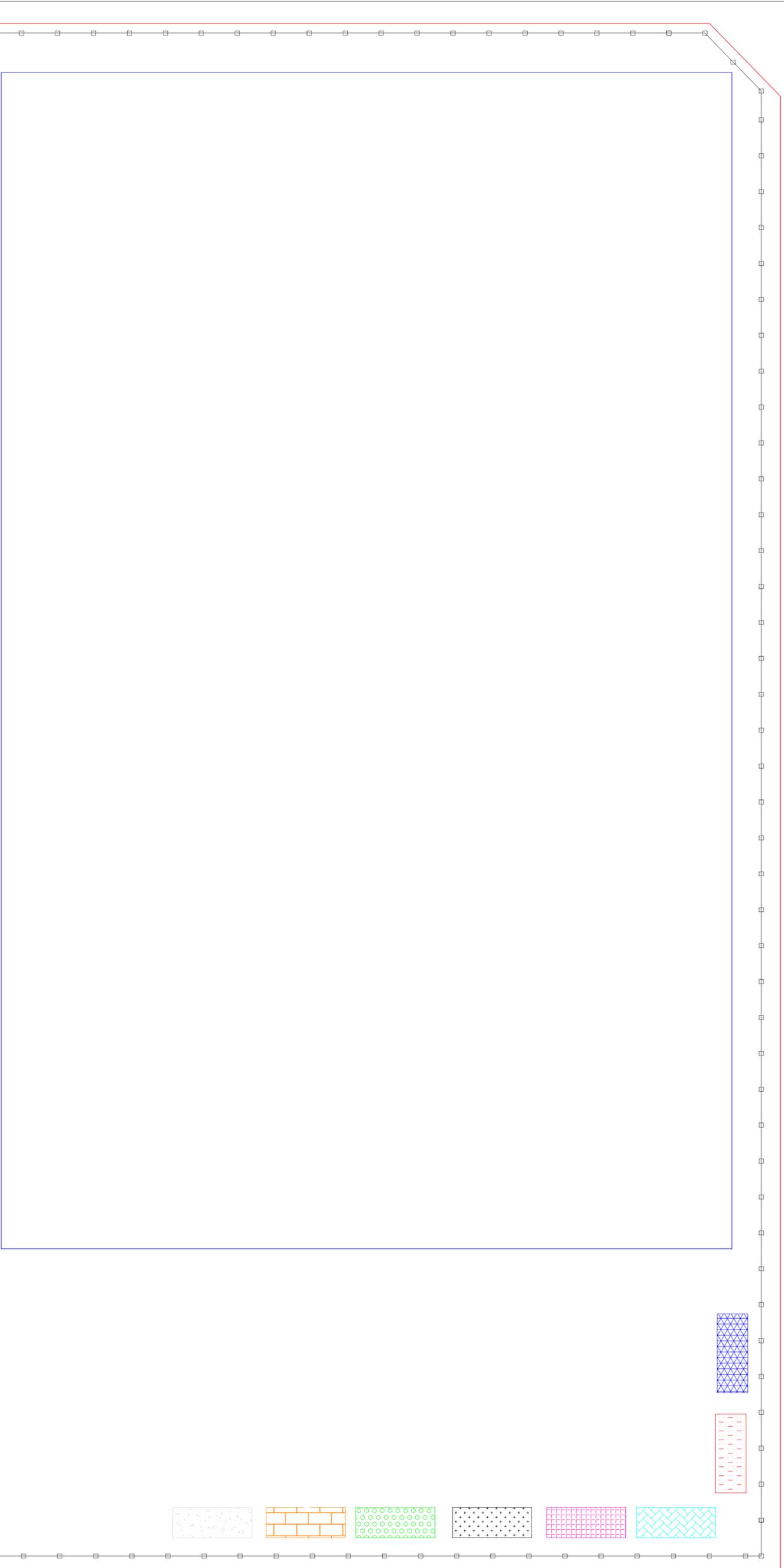
DESIGNACIÓN PLANO: OPCIONES DE DISTRIBUCIÓN NAVE  
REFERENCIA: ODN  
ESCALA: 1/250



LOCALIZACIÓ PARCELA







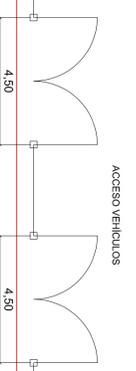
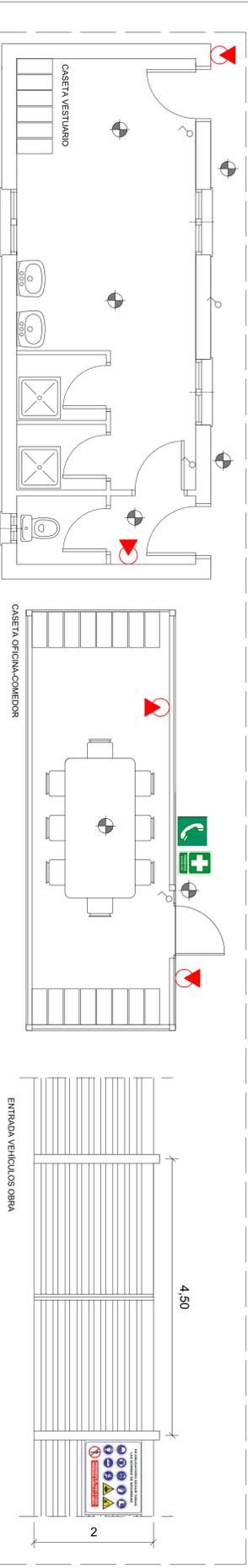
# ZONA DE ACOPIOS

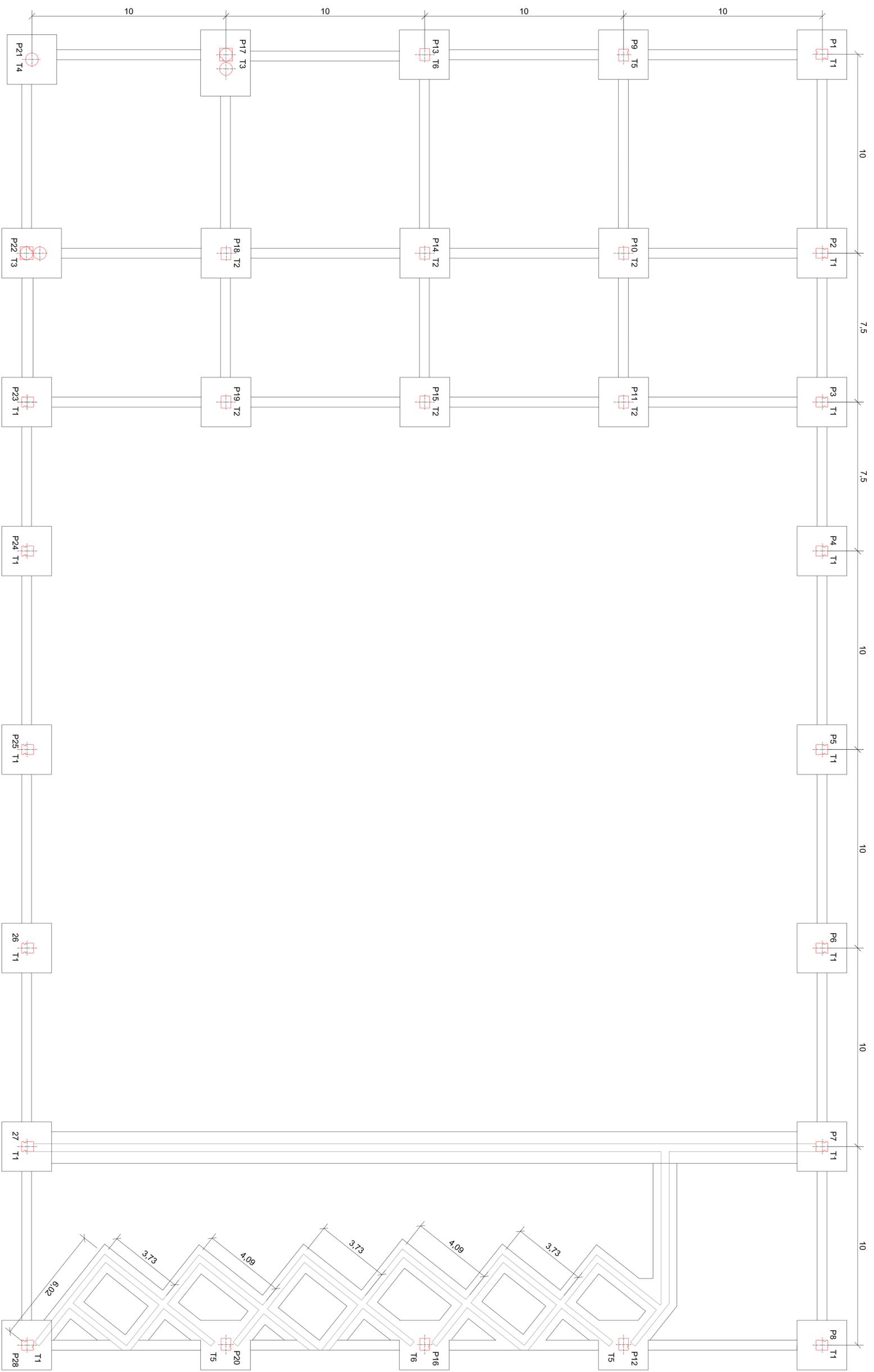


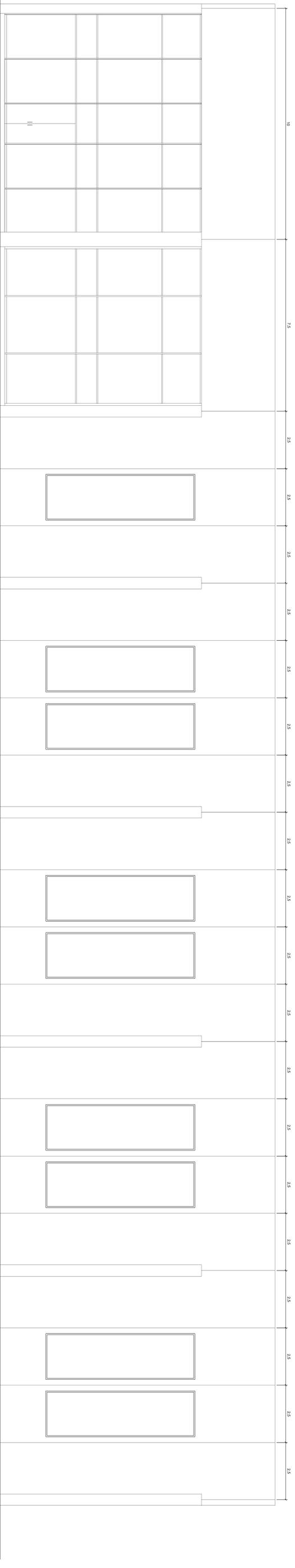
- LEYENDA CONTENEDOR DE RESIDUOS**
- RESIDUOS PLASTICO
  - RESIDUOS MADERA
  - RESIDUOS POTENCIALMENTE PELIGROSOS
  - RESIDUOS MADERA
  - RESIDUOS METAL
  - RESIDUOS PAPER Y CARTON
  - RESIDUOS CERAMICOS
  - RESIDUOS HORMIGON

- LEYENDA SEÑALES**
- TELEFONO PRIMEROS AUXILIOS
  - PRIMEROS AUXILIOS
  - PUNTO DE LUZ
  - INTERRUPTOR
  - EXTINTOR

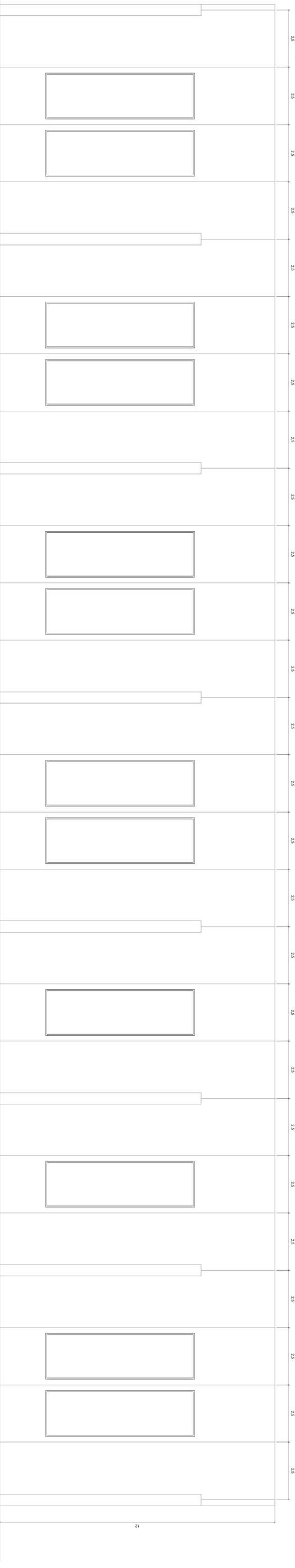
- LEYENDA DELIMITACION**
- PERIMETRO EDIFICACION
  - PERIMETRO PARCELA
  - VALUADO CHAPA GRECADA
  - PANEL DE ENTRADA A OBRA



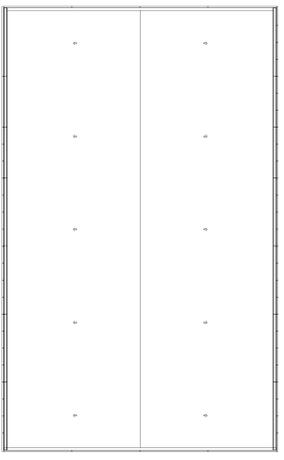




FACADA SUPERIOR



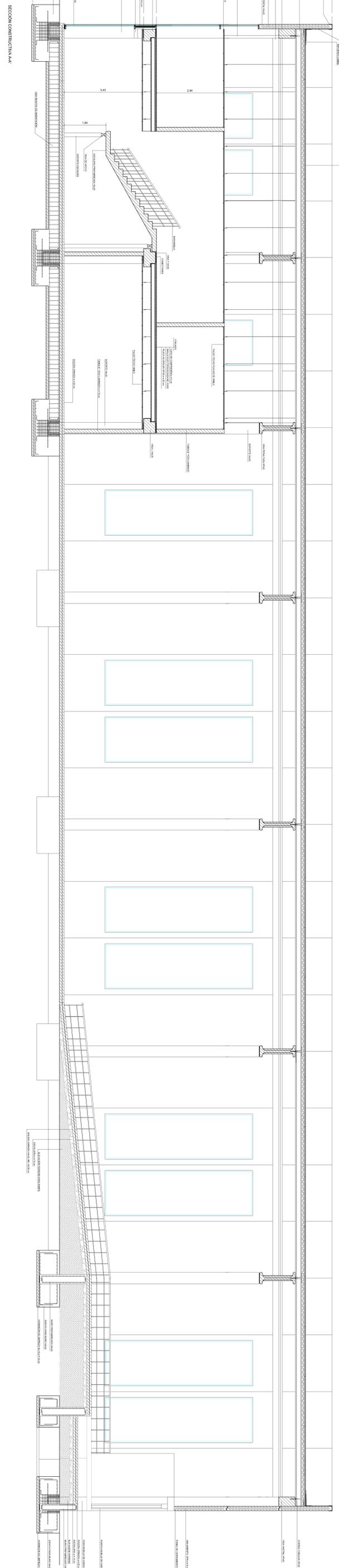
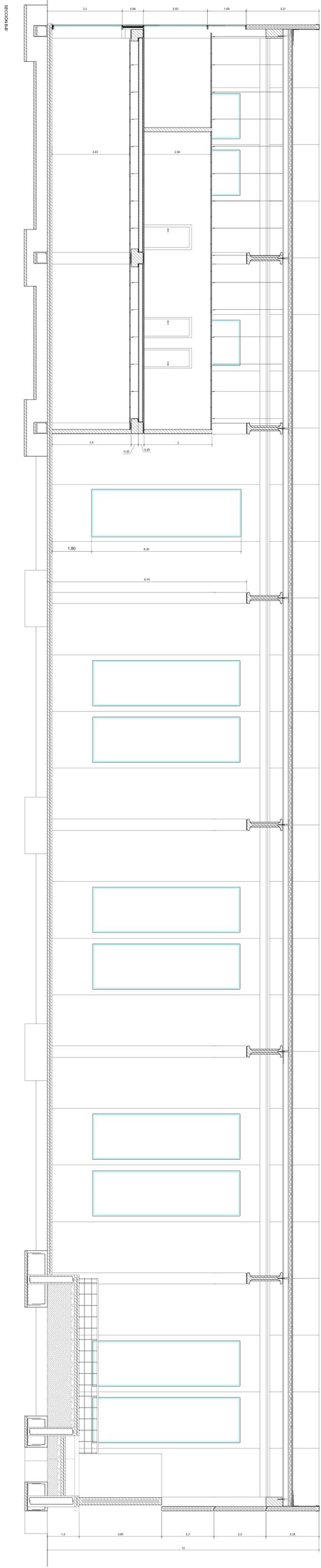
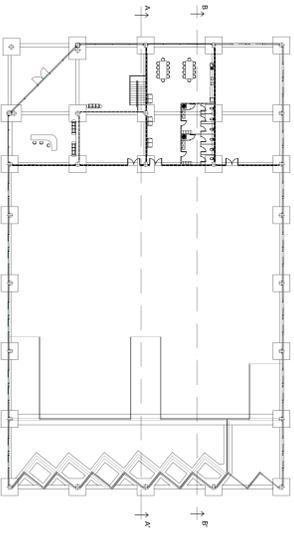
FACADA INFERIOR



PLANTA

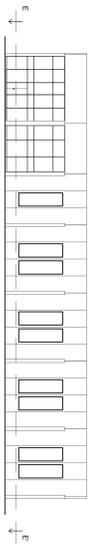
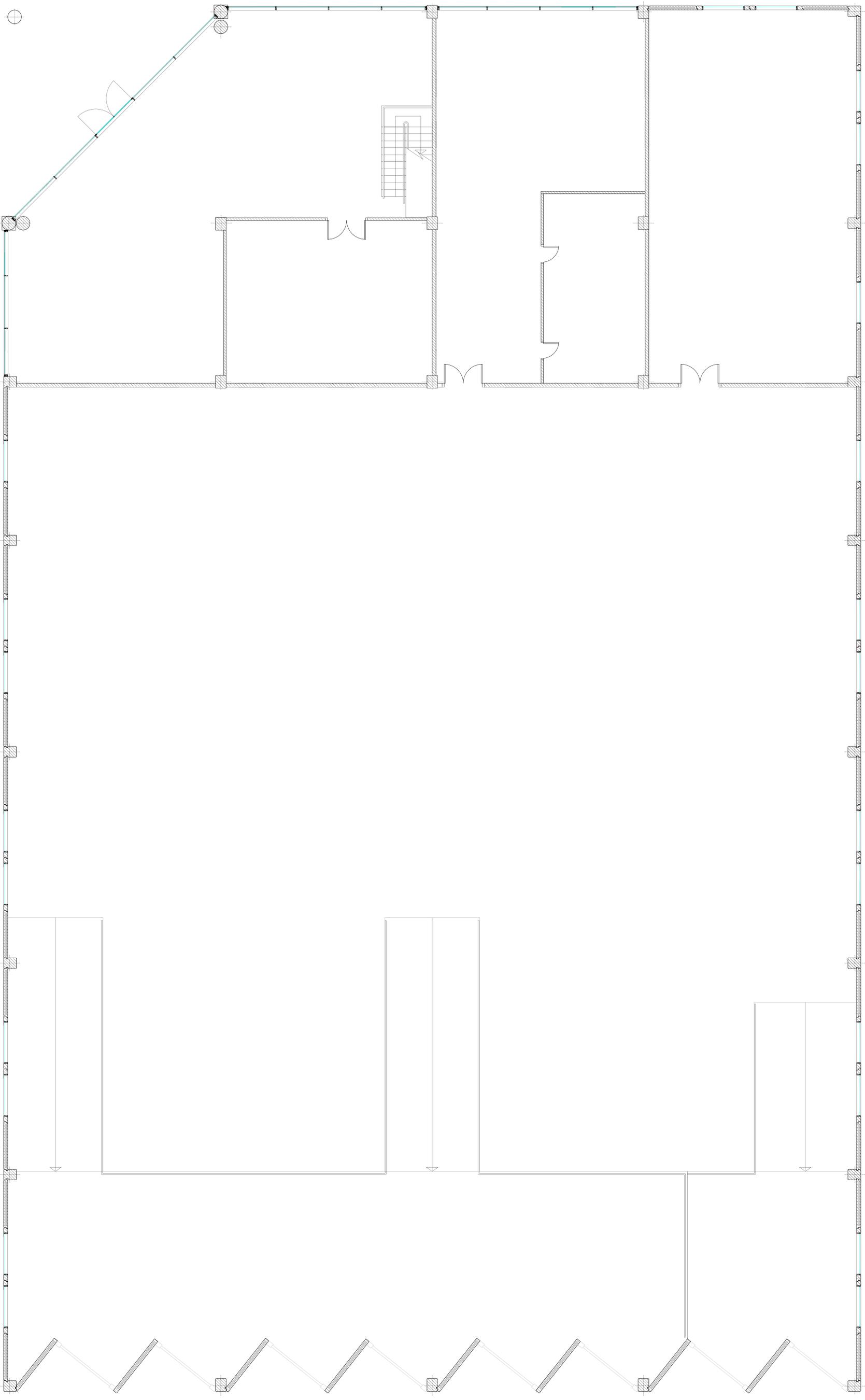






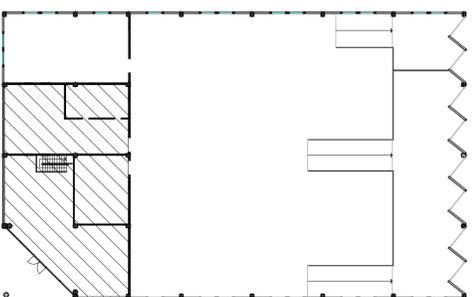
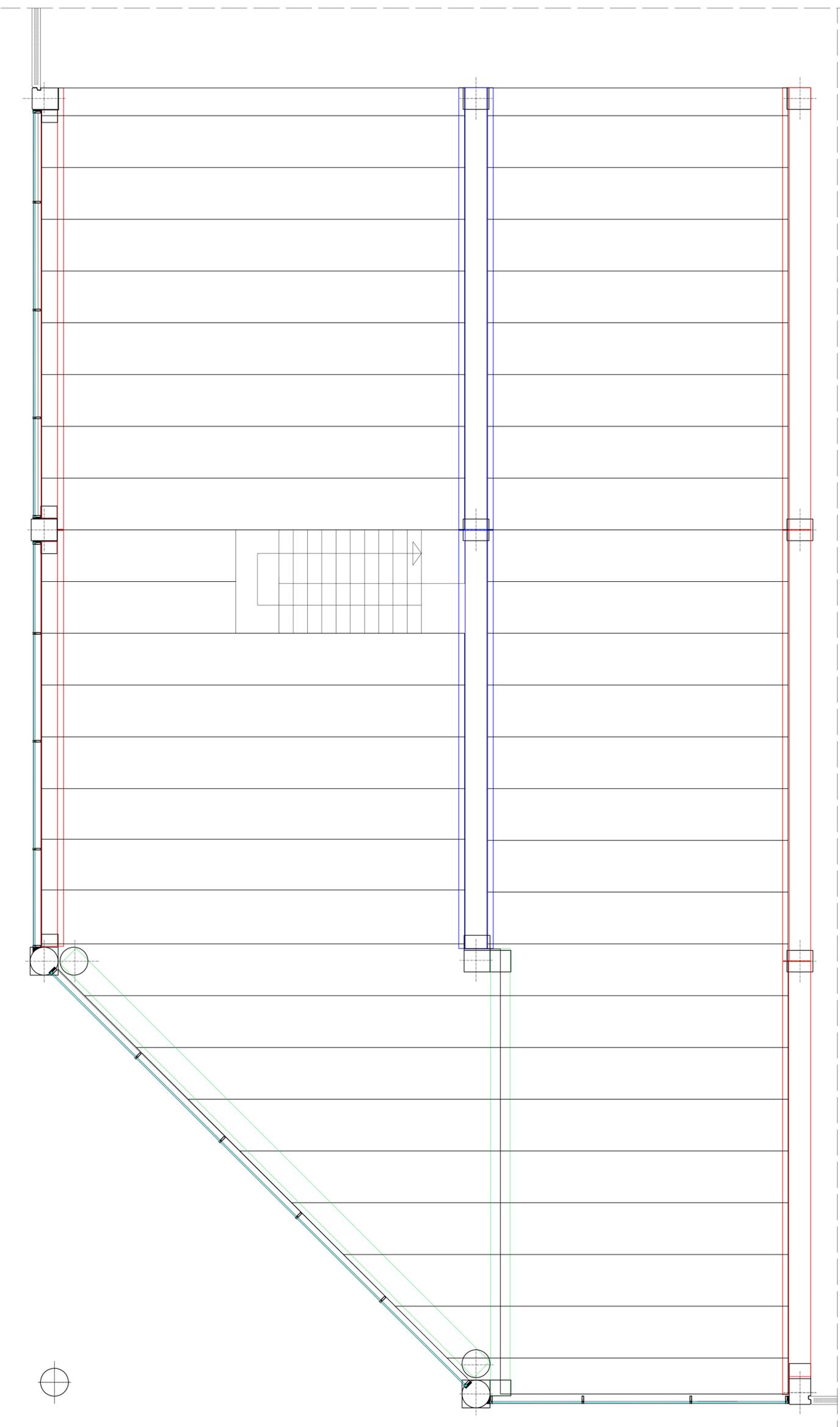


SECCION EF

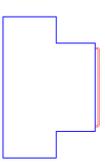




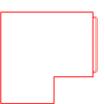
PLANTA ESTRUCTURA DE CUBIERTA



SITUACION FORJADO



VIGA T INVERTIDA



VIGA L



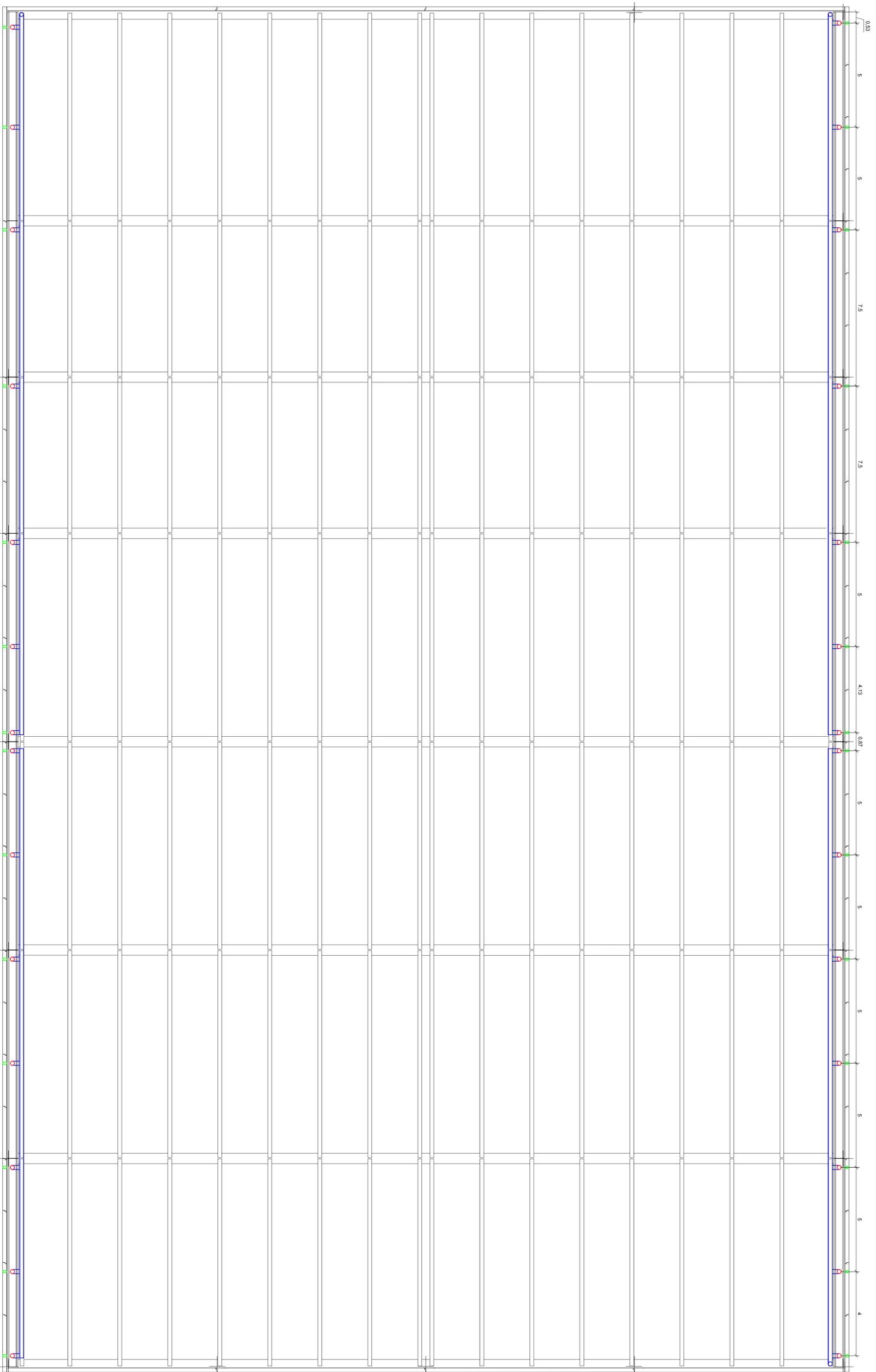
VIGA RECTANGULAR



PLACA ALVEOLAR



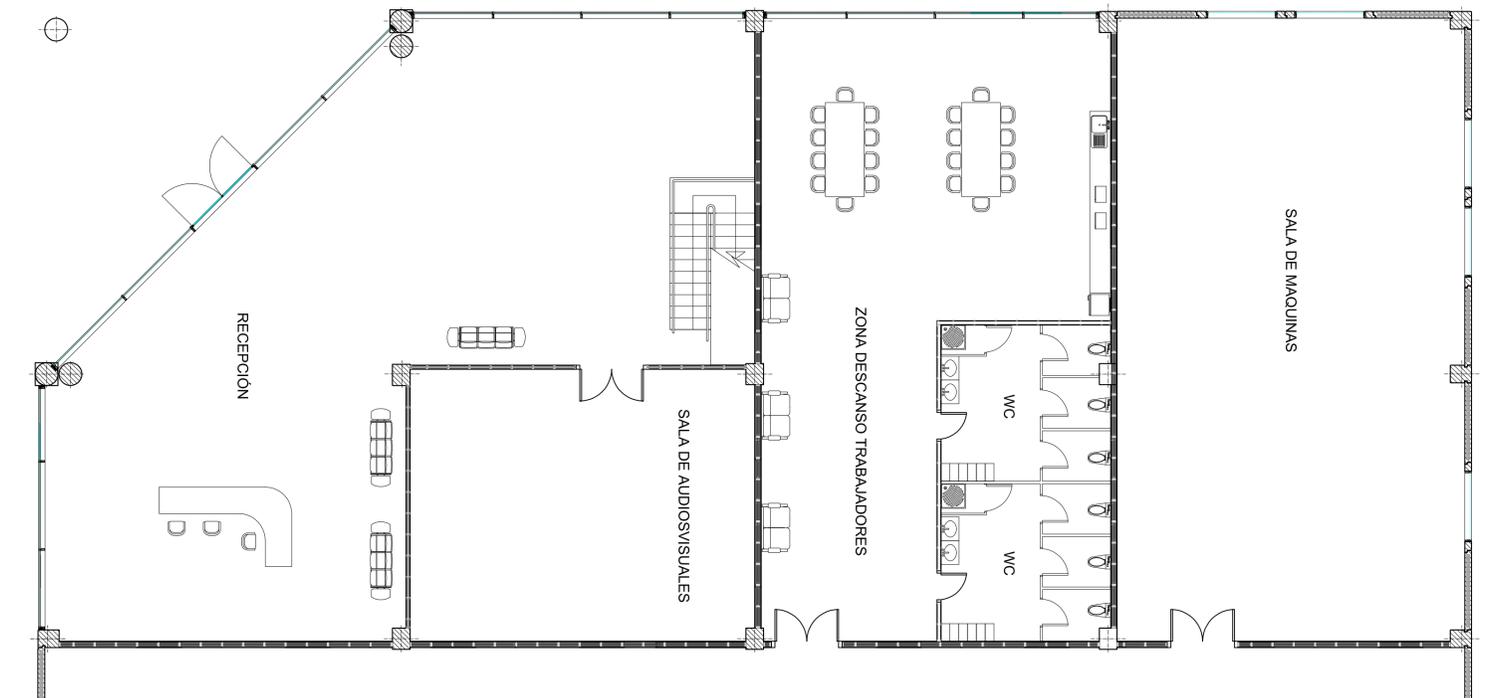
DISTRIBUCIÓN ESTRUCTURA DE FORJADO



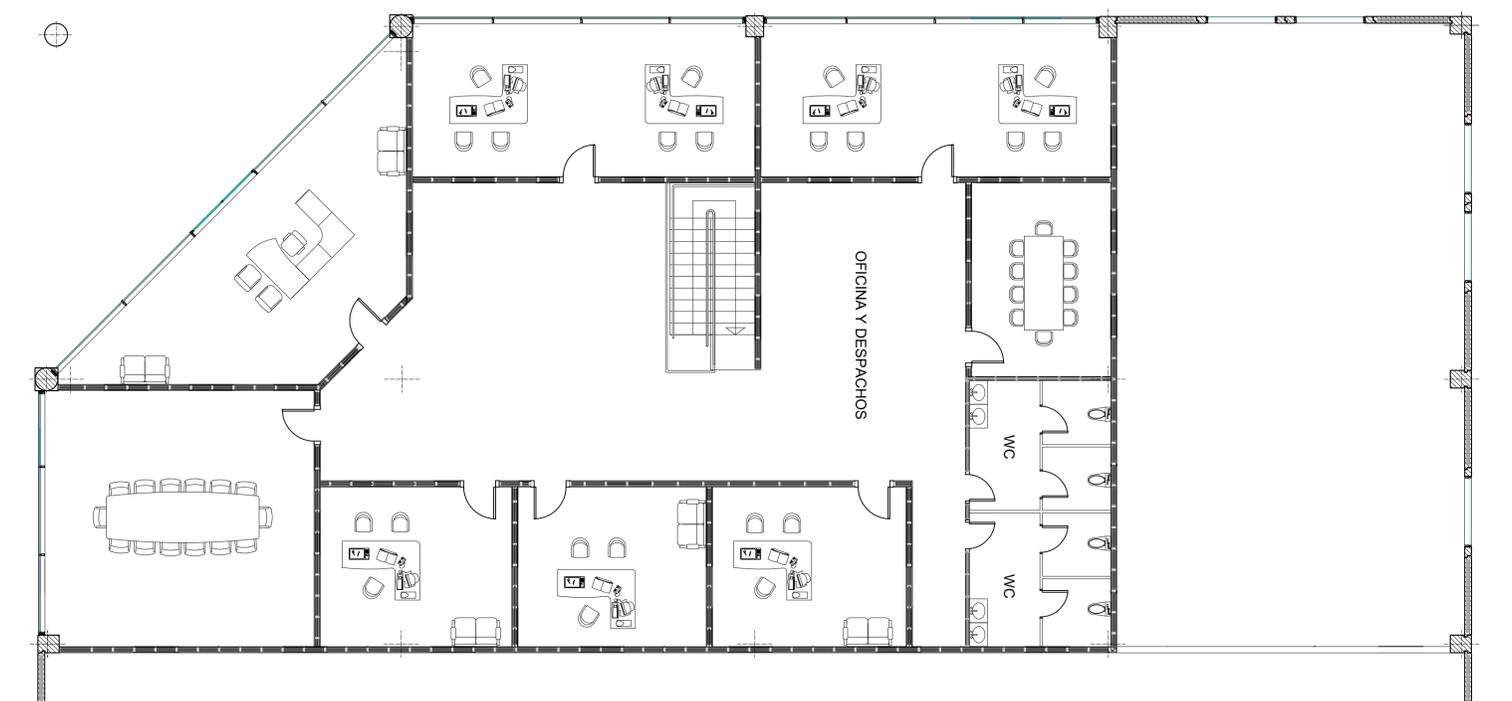
PLANTA CUBIERTA. DISTRIBUCION TUBERIAS PARA EVACUACION DE AGUAS

LEYENDA

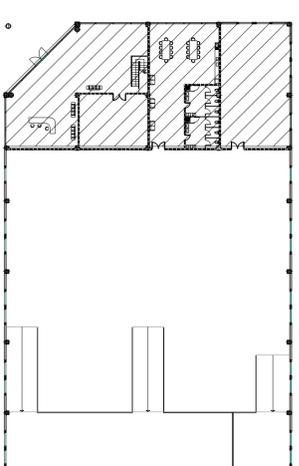
- ORIFICIO CERRAMIENTO PARA EVACUACION AGUA EXCESIVA
- BAJANTE/TUBERIA
- SUMIDERO



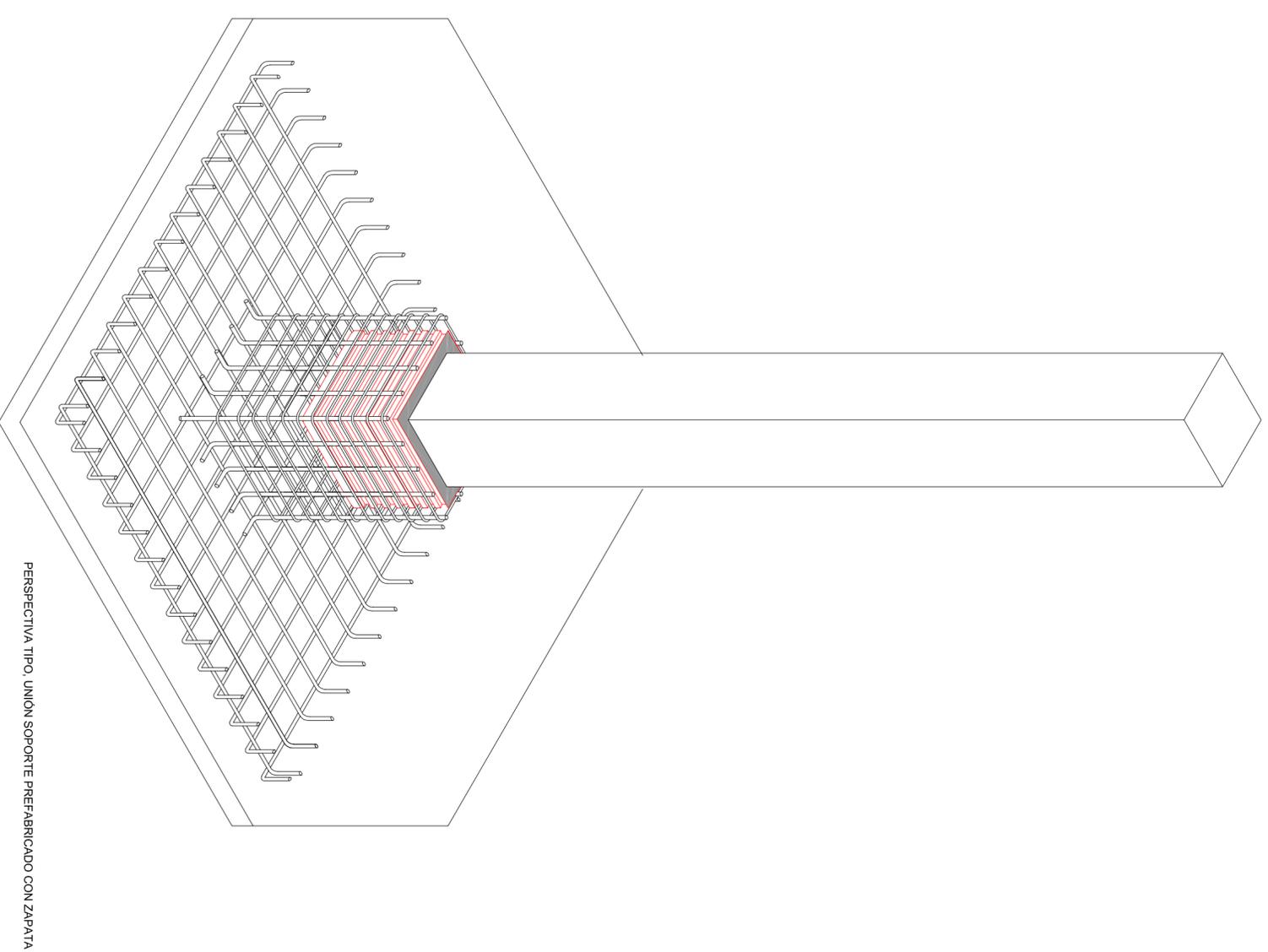
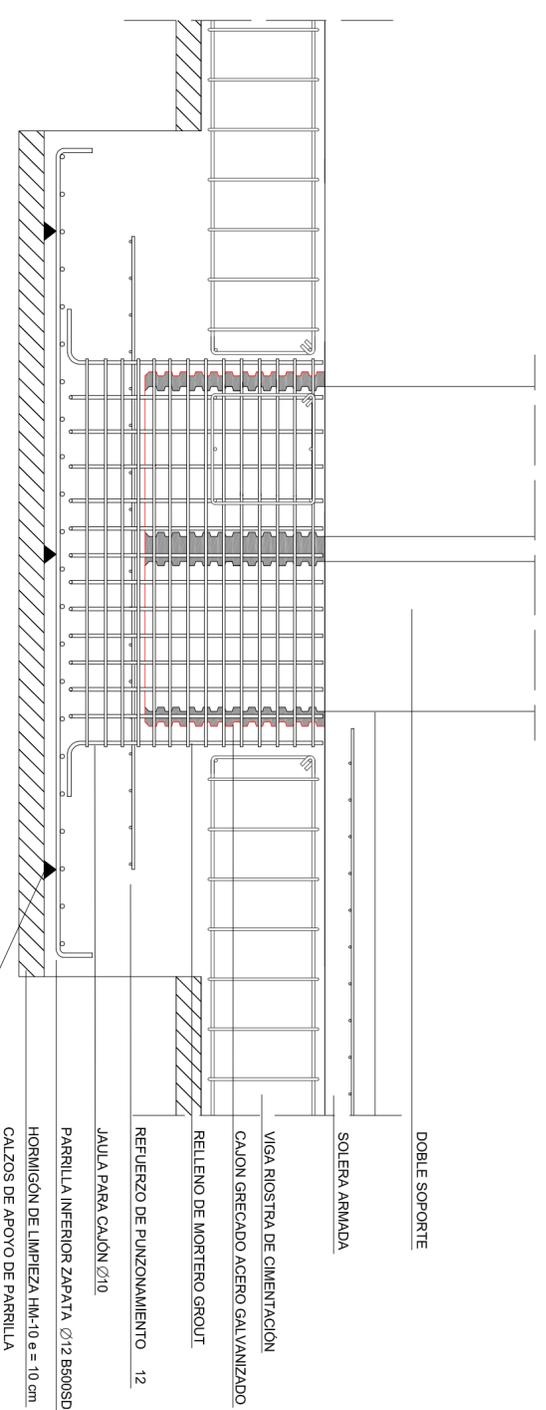
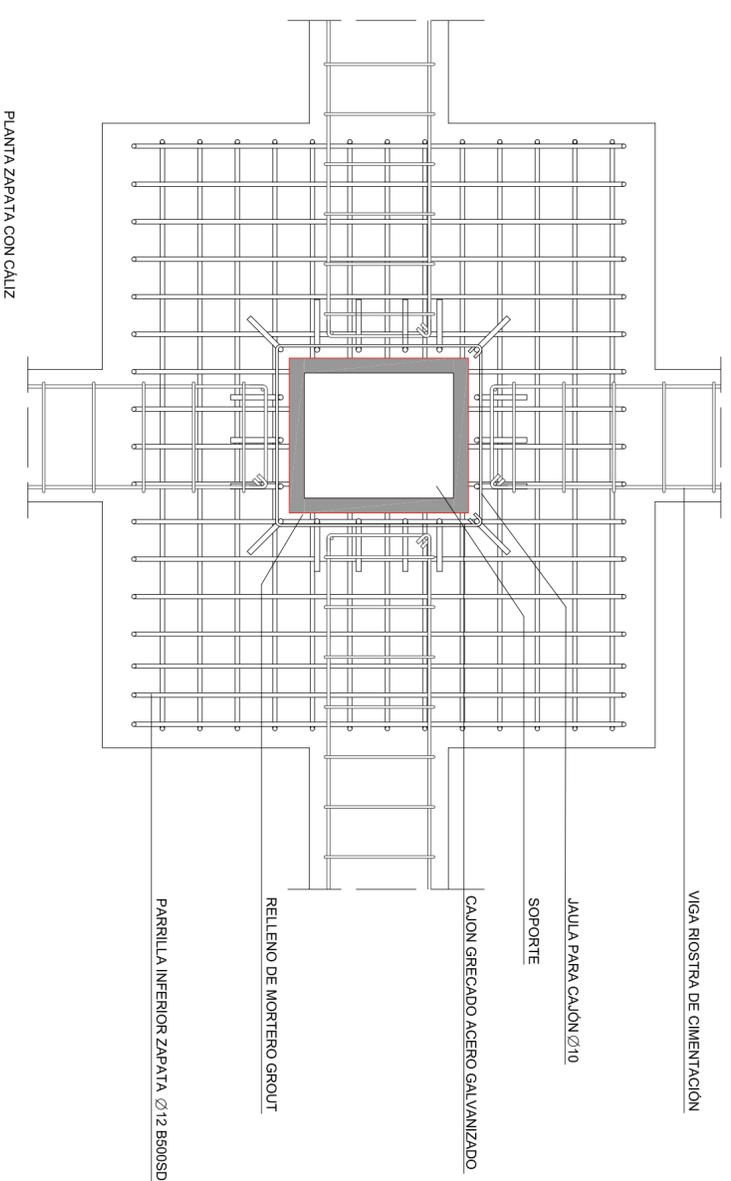
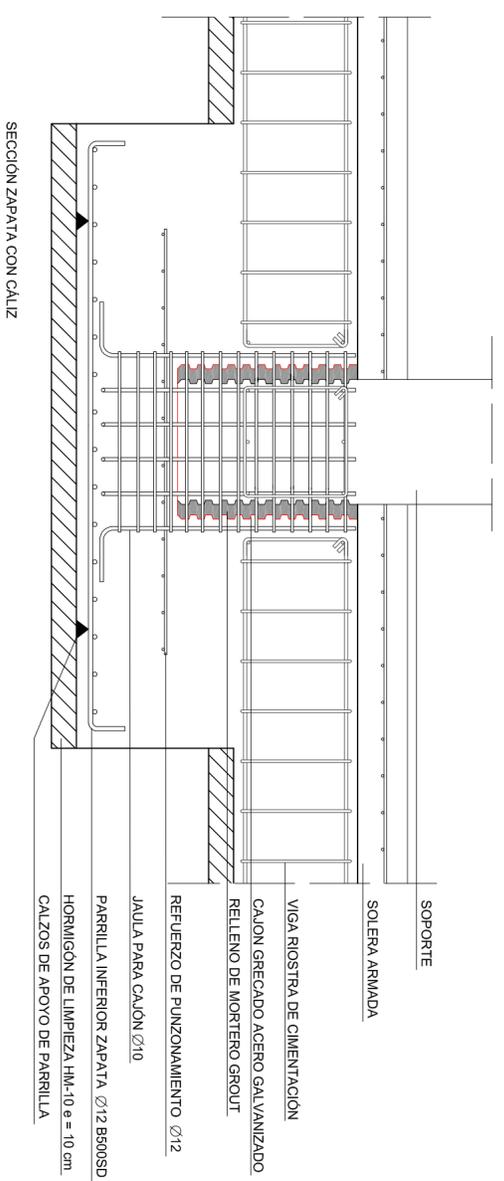
PLANTA BAJA

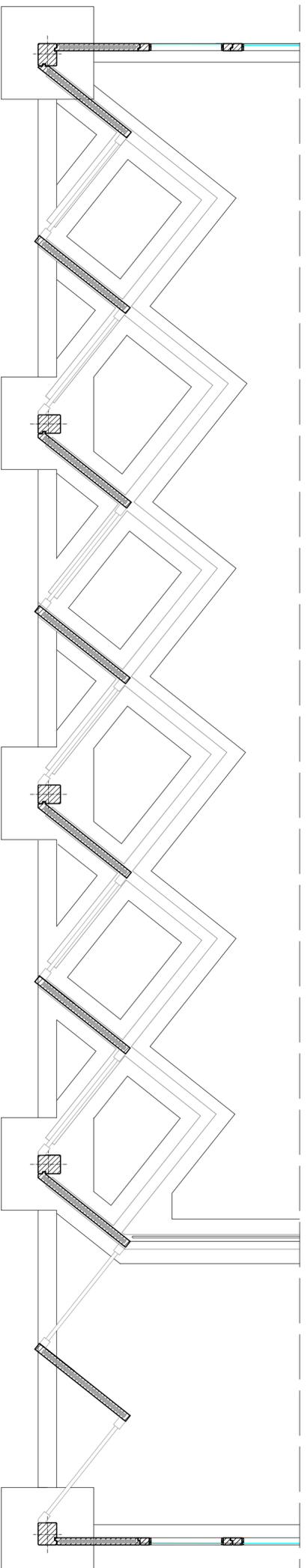


PLANTA OFICINA

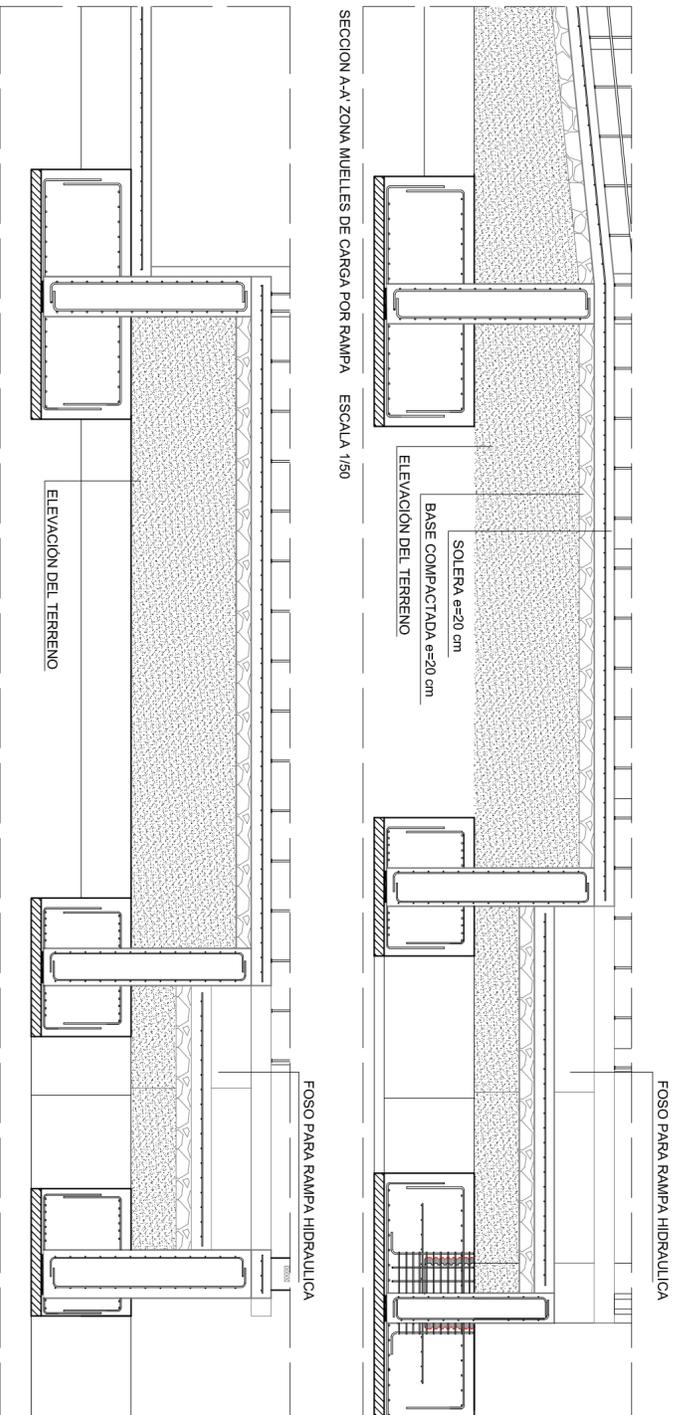


SITUACION PLANTA DE OFICINAS





DISPOSICIÓN DE LOS MUELLES DE CARGA CON RAMPA HIDRÁULICA

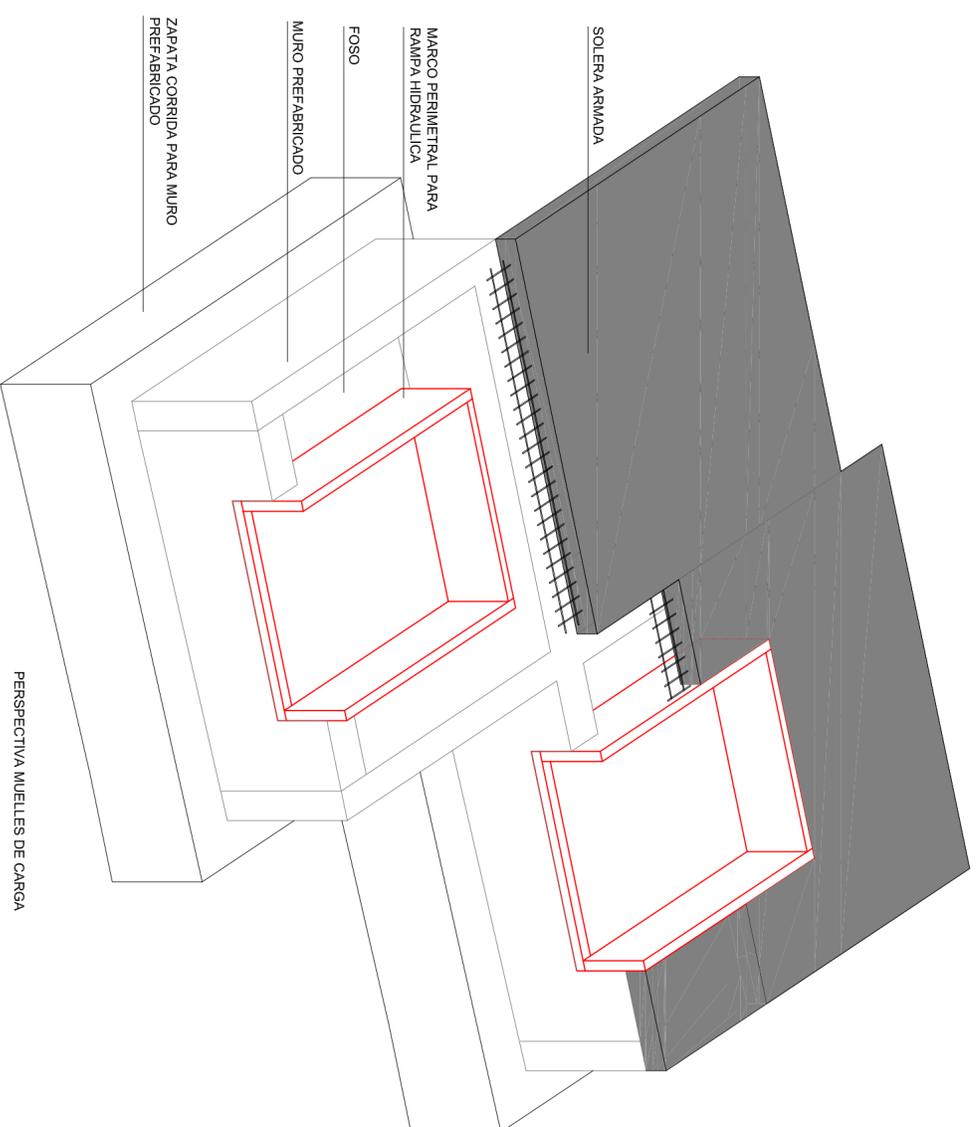


SECCION A-A- ZONA MUELLES DE CARGA POR RAMPA

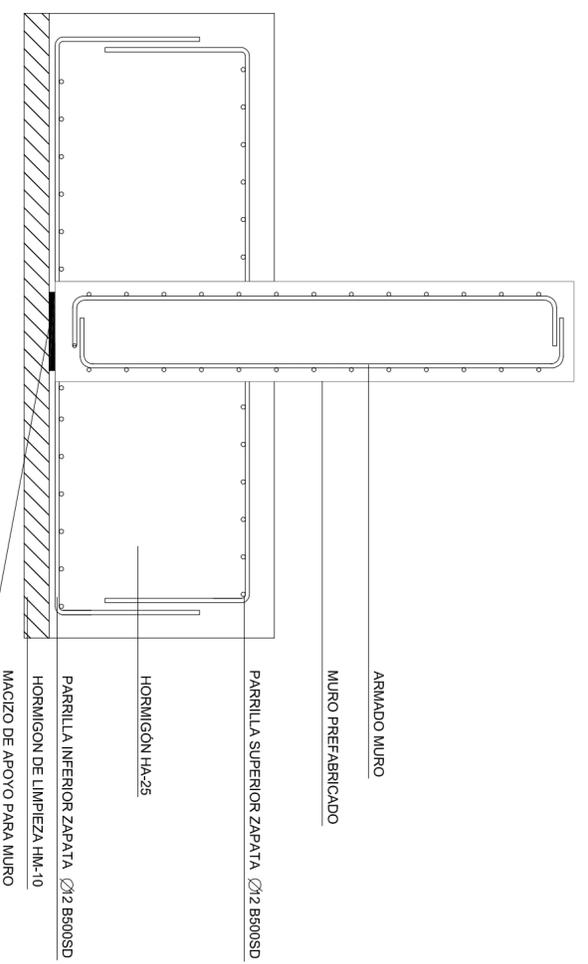
ESCALA 1/50

SECCION B-B- ZONA MUELLES DE CARGA POR RAMPA

ESCALA 1/50



PERSPECTIVA MUELLES DE CARGA



ZAPATA CORRIDA PARA MURO DE CONTENCIÓN PREFABRICADO

ESCALA 1/20

ARMADO MURO

MURO PREFABRICADO

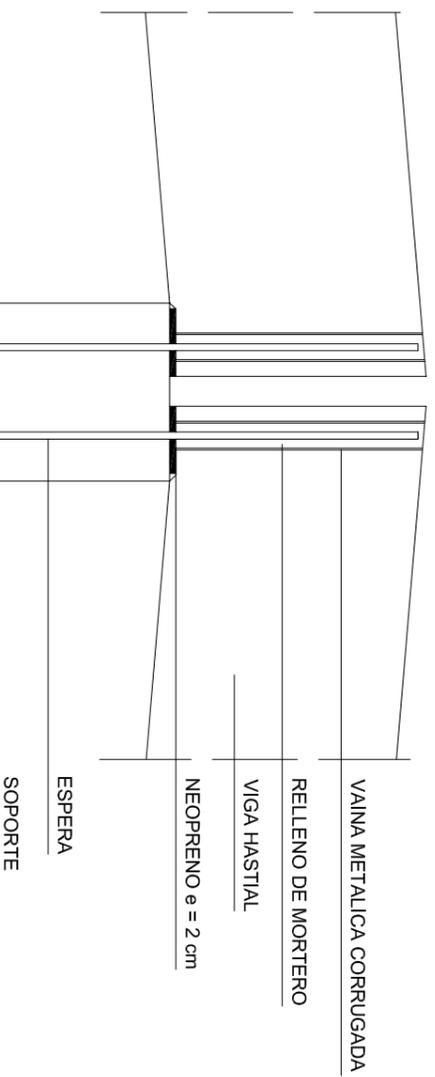
PARRILLA SUPERIOR ZAPATA Ø12 B500SD

HORMIGÓN HA-25

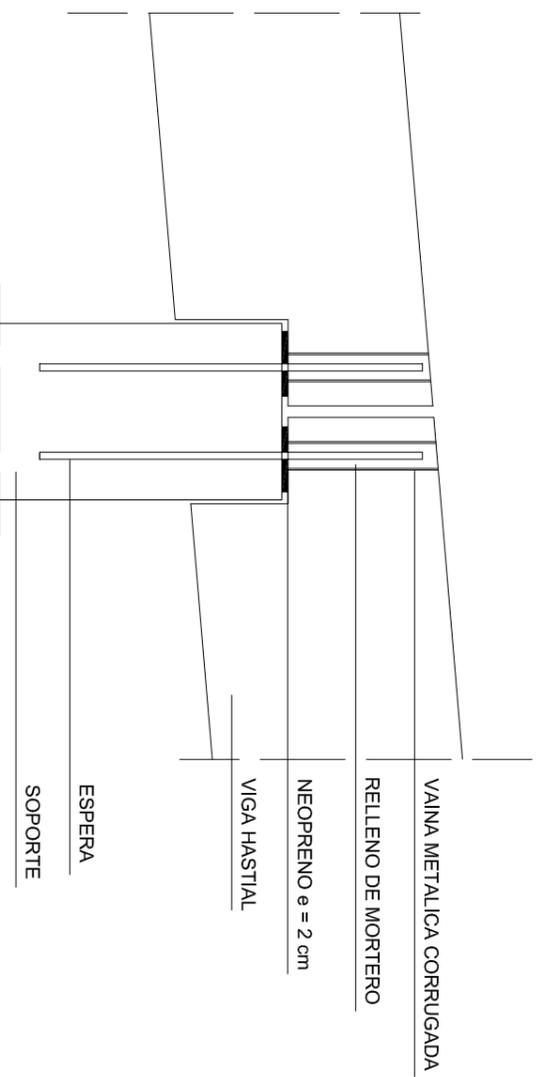
PARRILLA INFERIOR ZAPATA Ø12 B500SD

HORMIGÓN DE LIMPIEZA HM-10

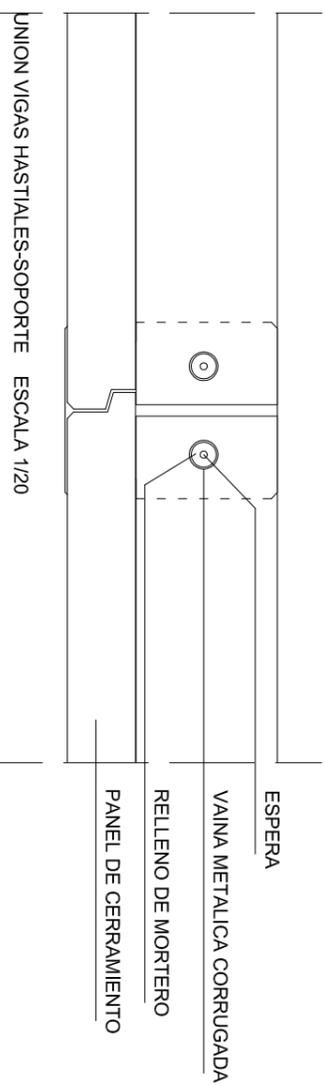
MACIZO DE APOYO PARA MURO



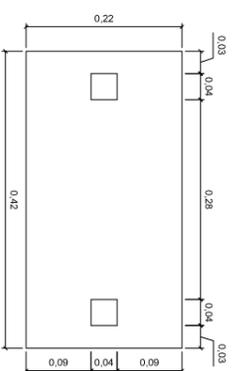
UNION VIGAS HASTALES-SOPORTE CENTRAL ESCALA 1/20



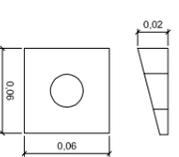
UNION VIGAS HASTALES-SOPORTE INTERMEDIO ESCALA 1/20



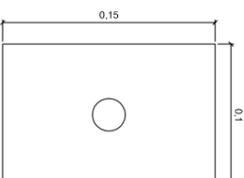
UNION VIGAS HASTALES-SOPORTE ESCALA 1/20



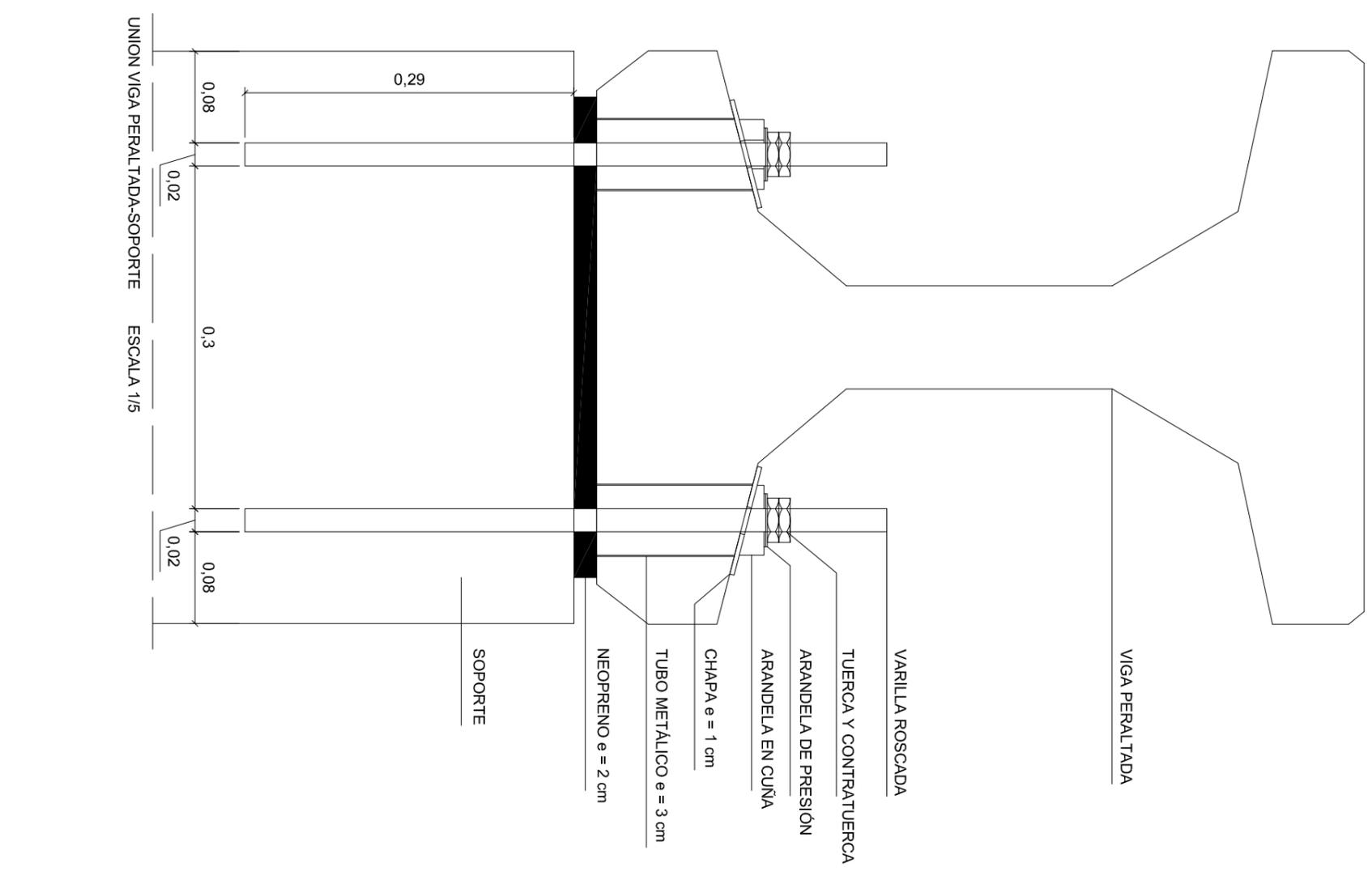
NEOPRENO e = 2 cm



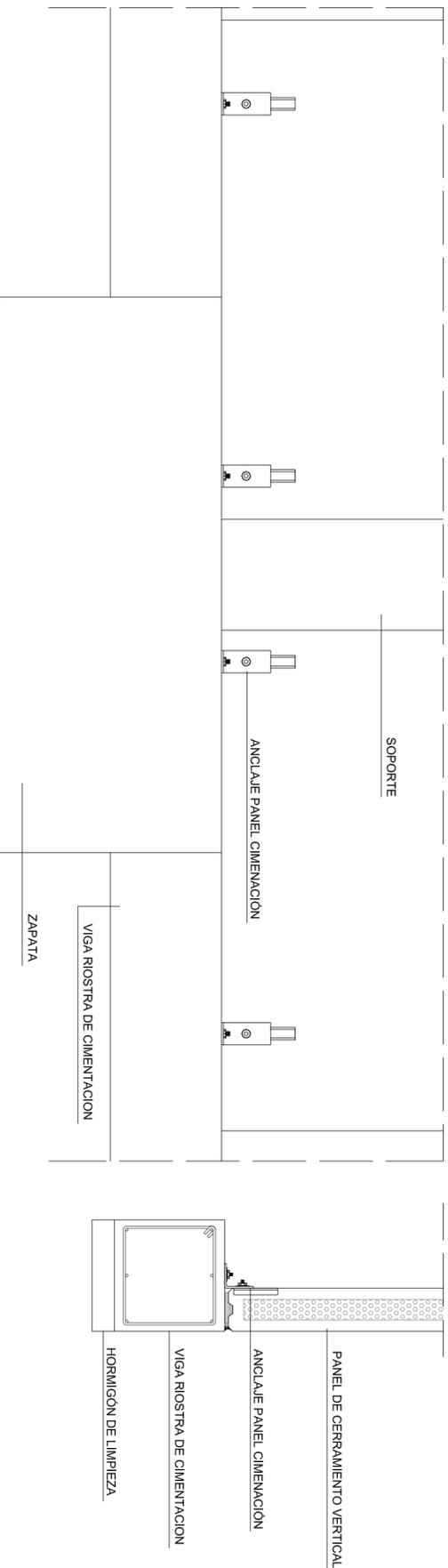
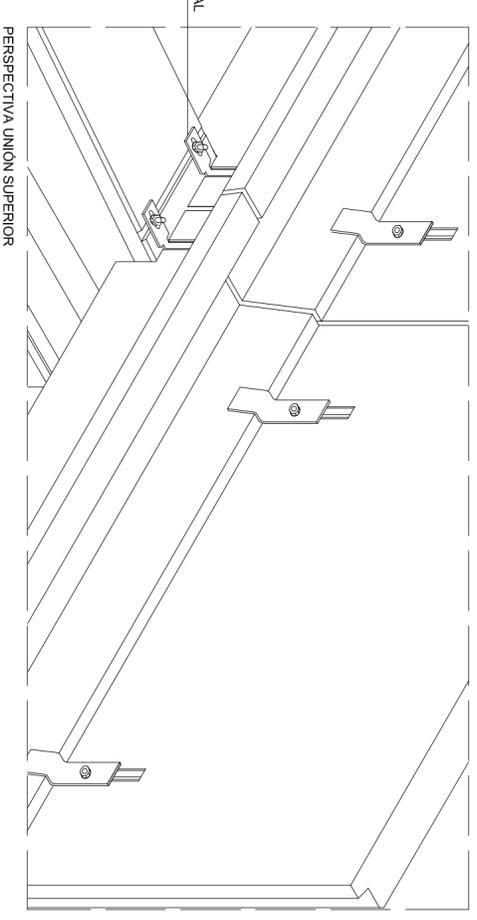
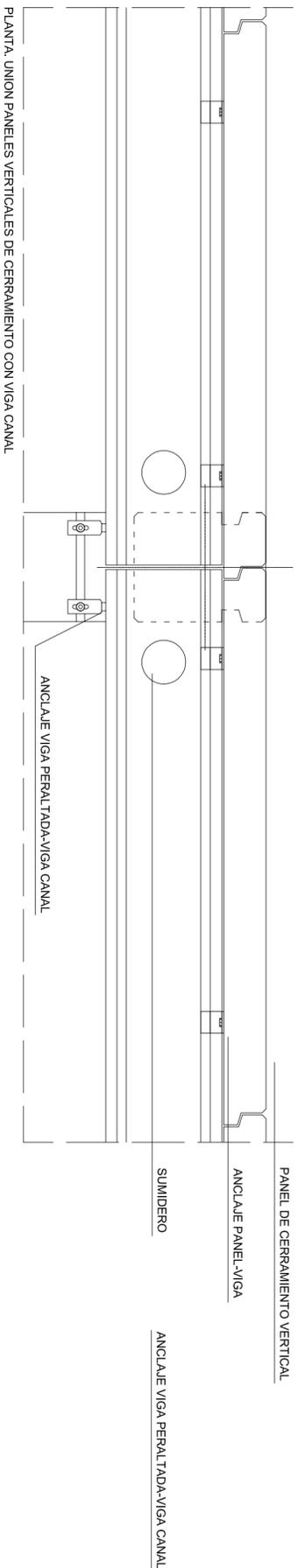
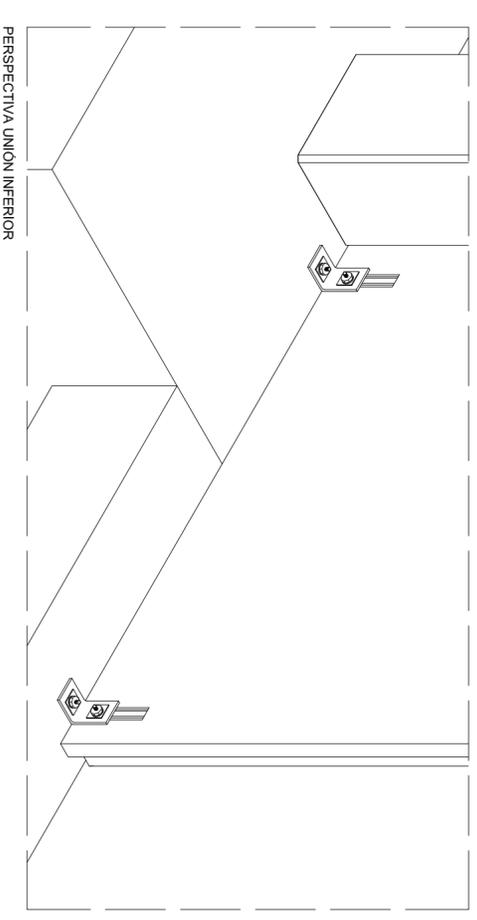
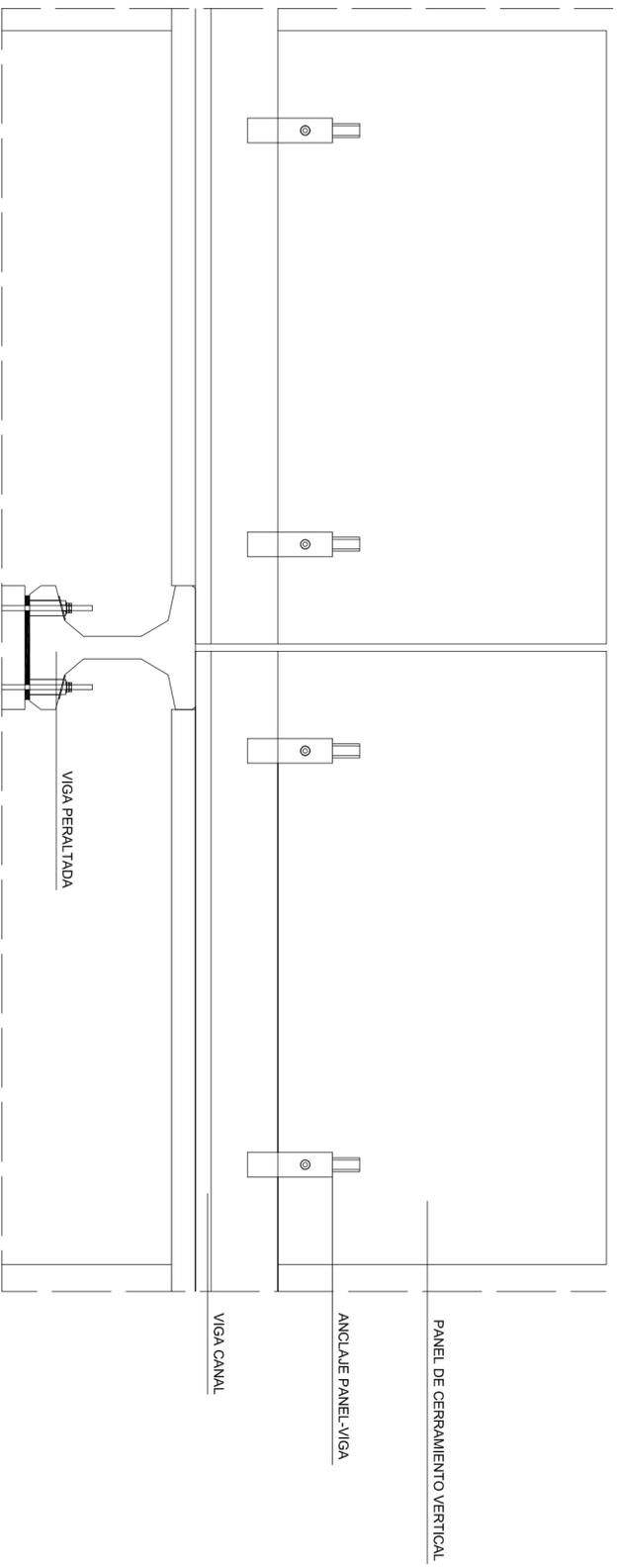
ARANDELA EN CUÑA



CHAPA e = 1 cm

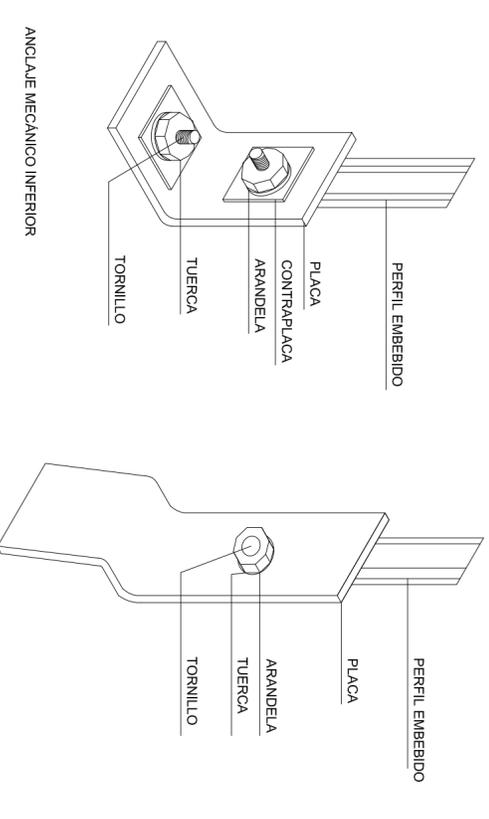


UNION VIGA PERALTADA-SOPORTE ESCALA 1/5

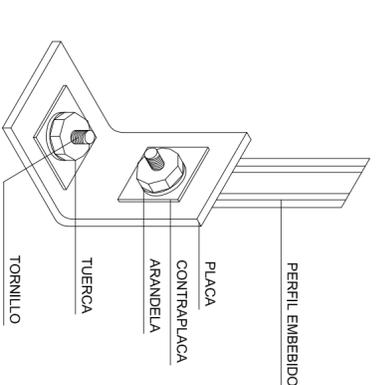


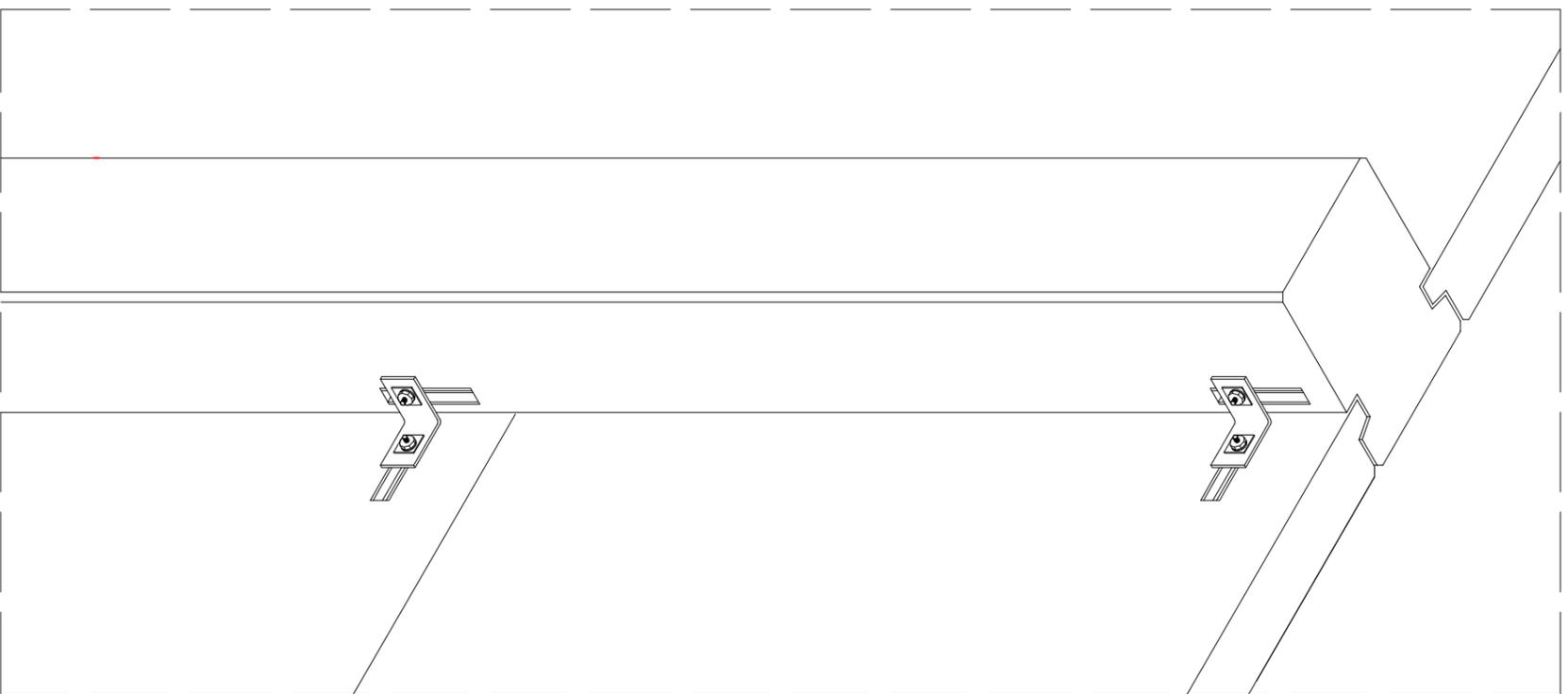
SECCION

ANCLASE MECANICO SUPERIOR

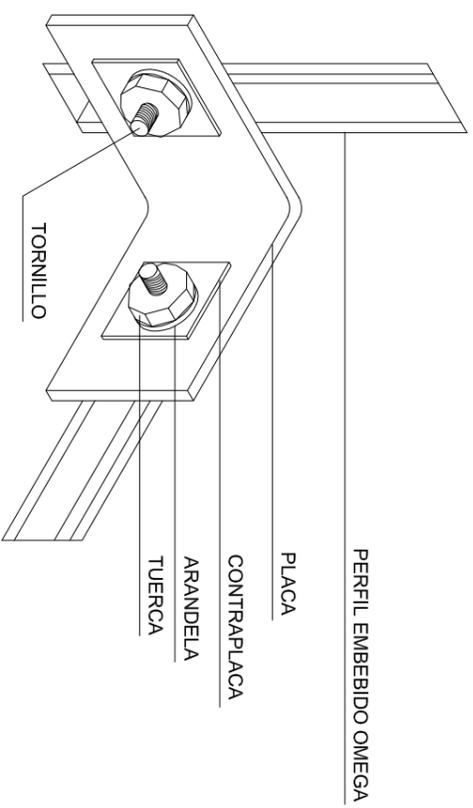


ANCLASE MECANICO INFERIOR

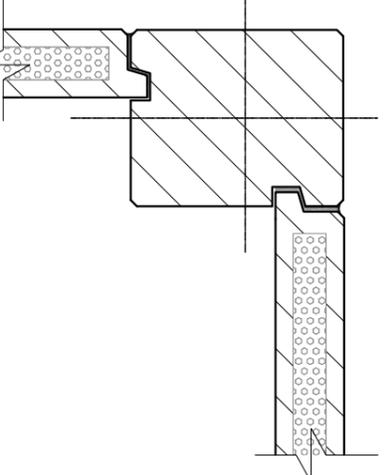




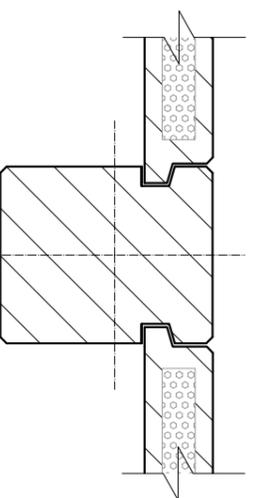
PERSPECTIVA UNION PANELES HORIZONTALES CON SOPORTE



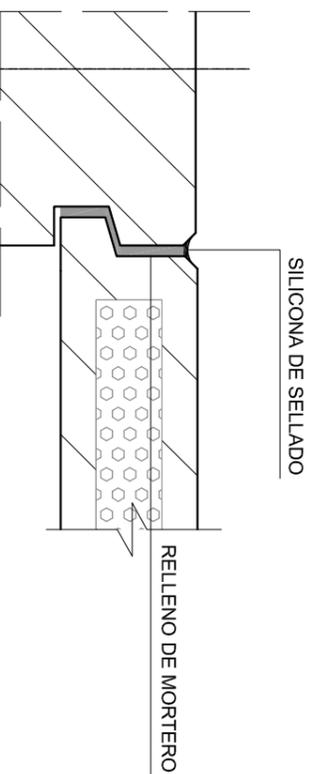
SISTEMA DE ANCLAJE MECANICO



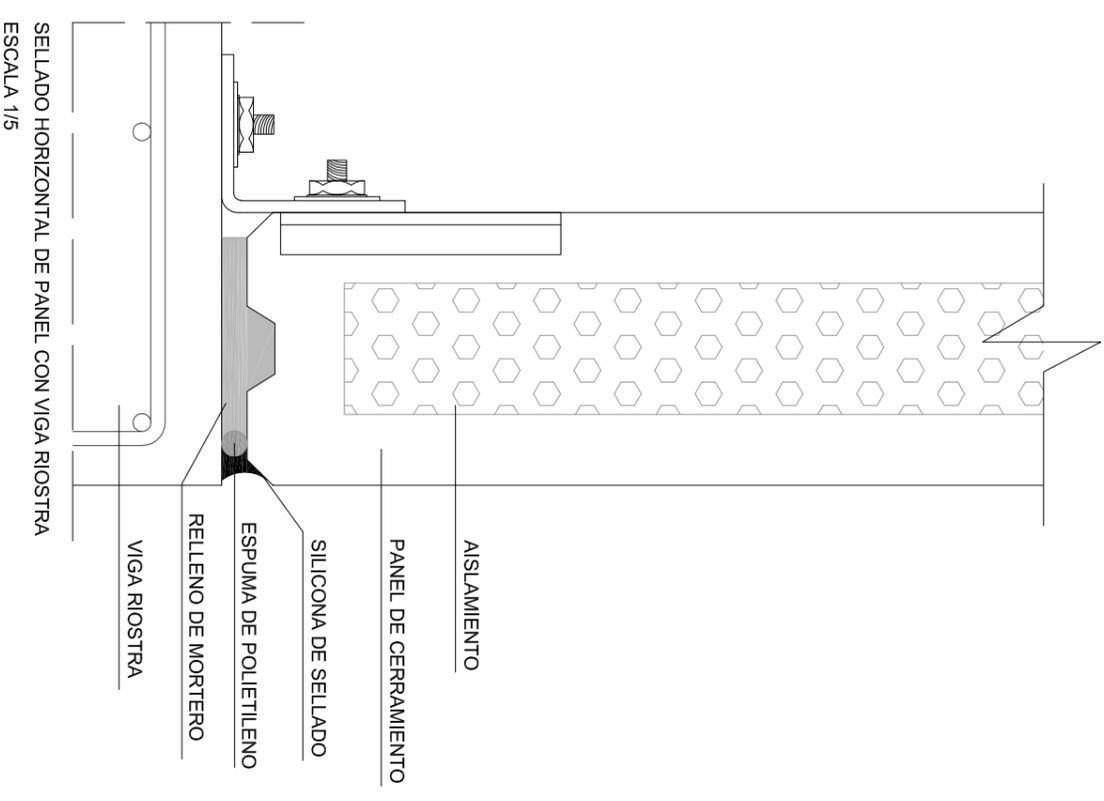
UNION PANELES Y SOPORTE EN ESQUINA ESCALA 1/20



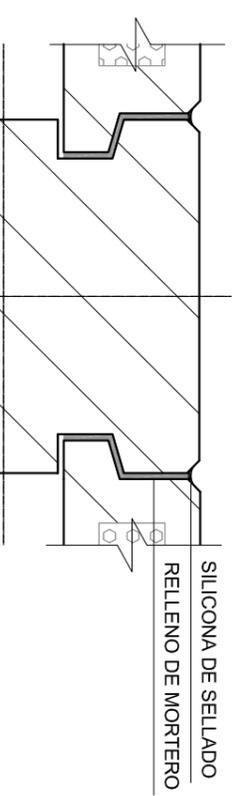
UNION PANELES Y SOPORTE CENTRAL ESCALA 1/20



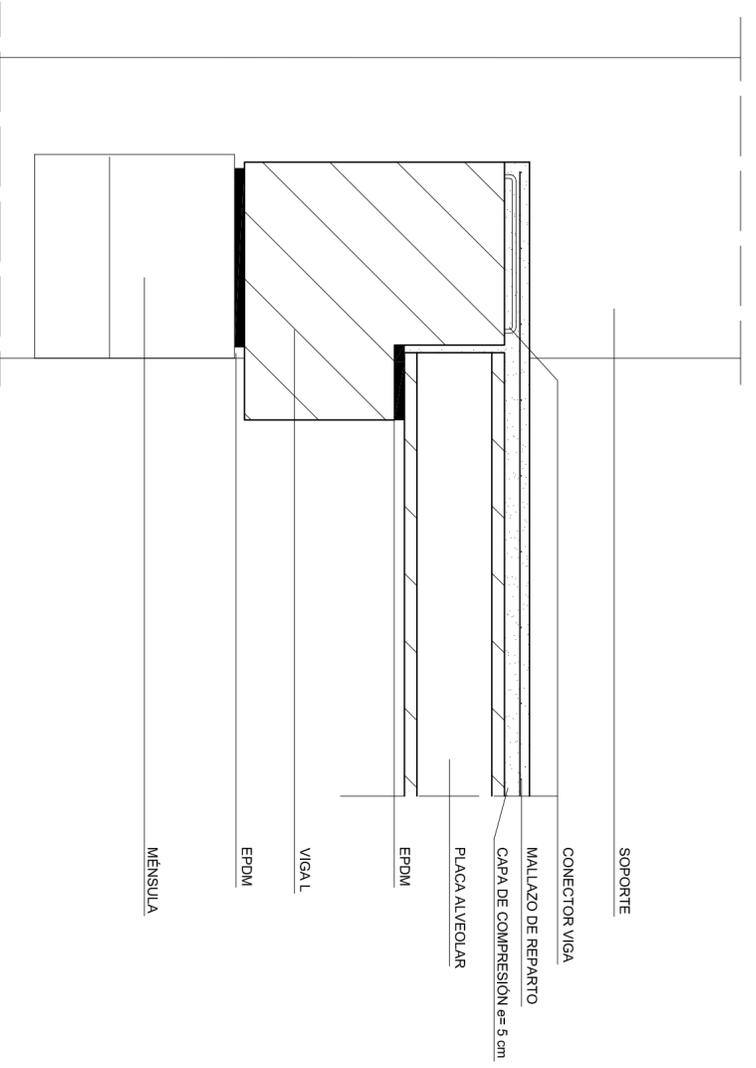
SELLADO VERTICAL SOPORTE ESQUINA  
ESCALA 1/10



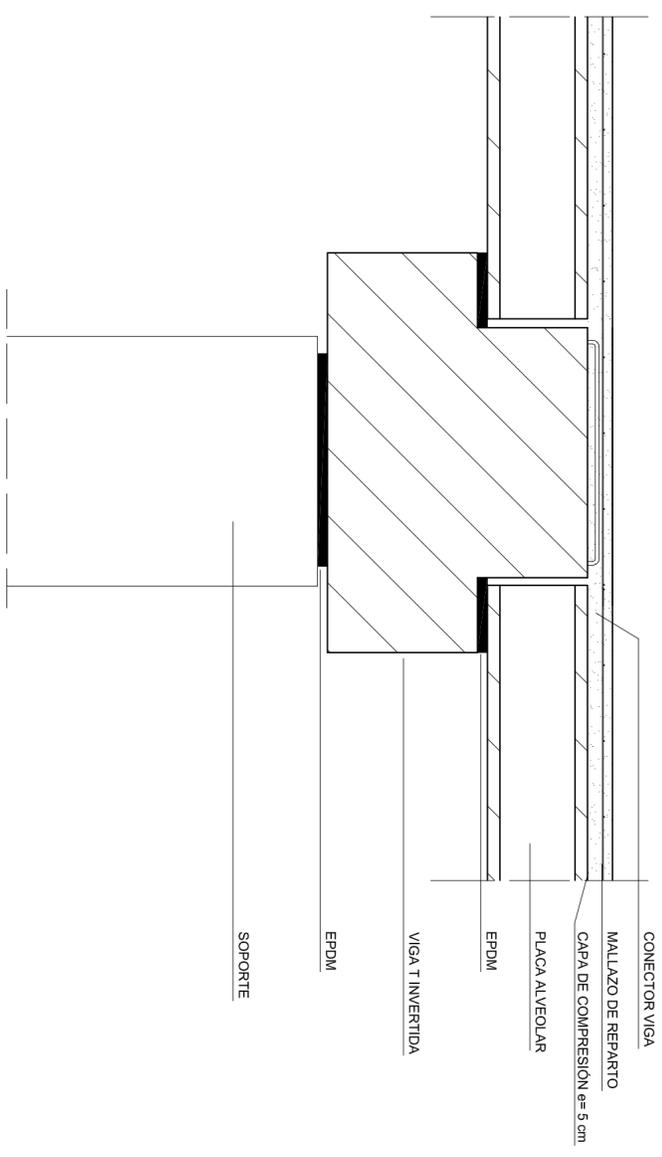
SELLADO HORIZONTAL DE PANEL CON VIGA RIOSTRA  
ESCALA 1/5



SELLADO VERTICAL SOPORTE CENTRAL  
ESCALA 1/10



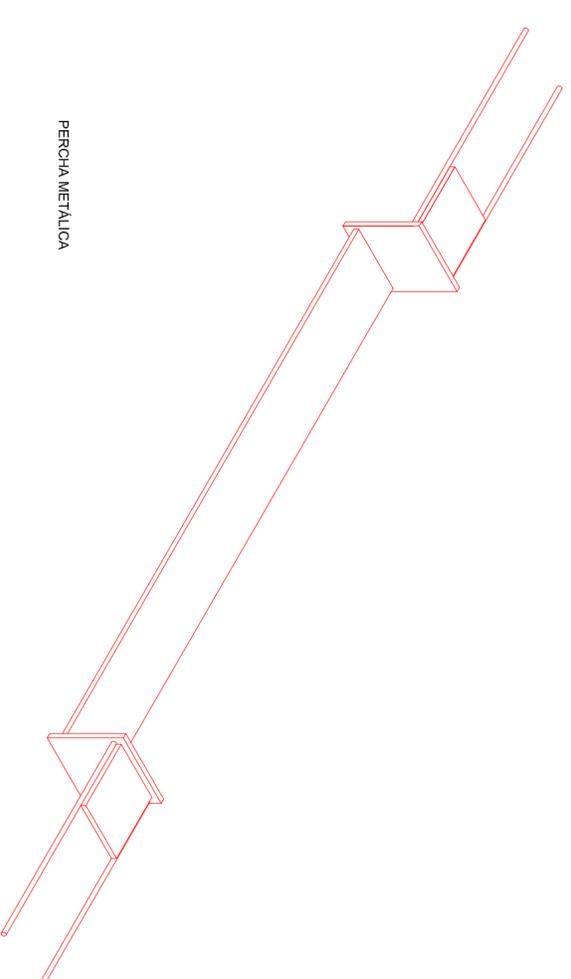
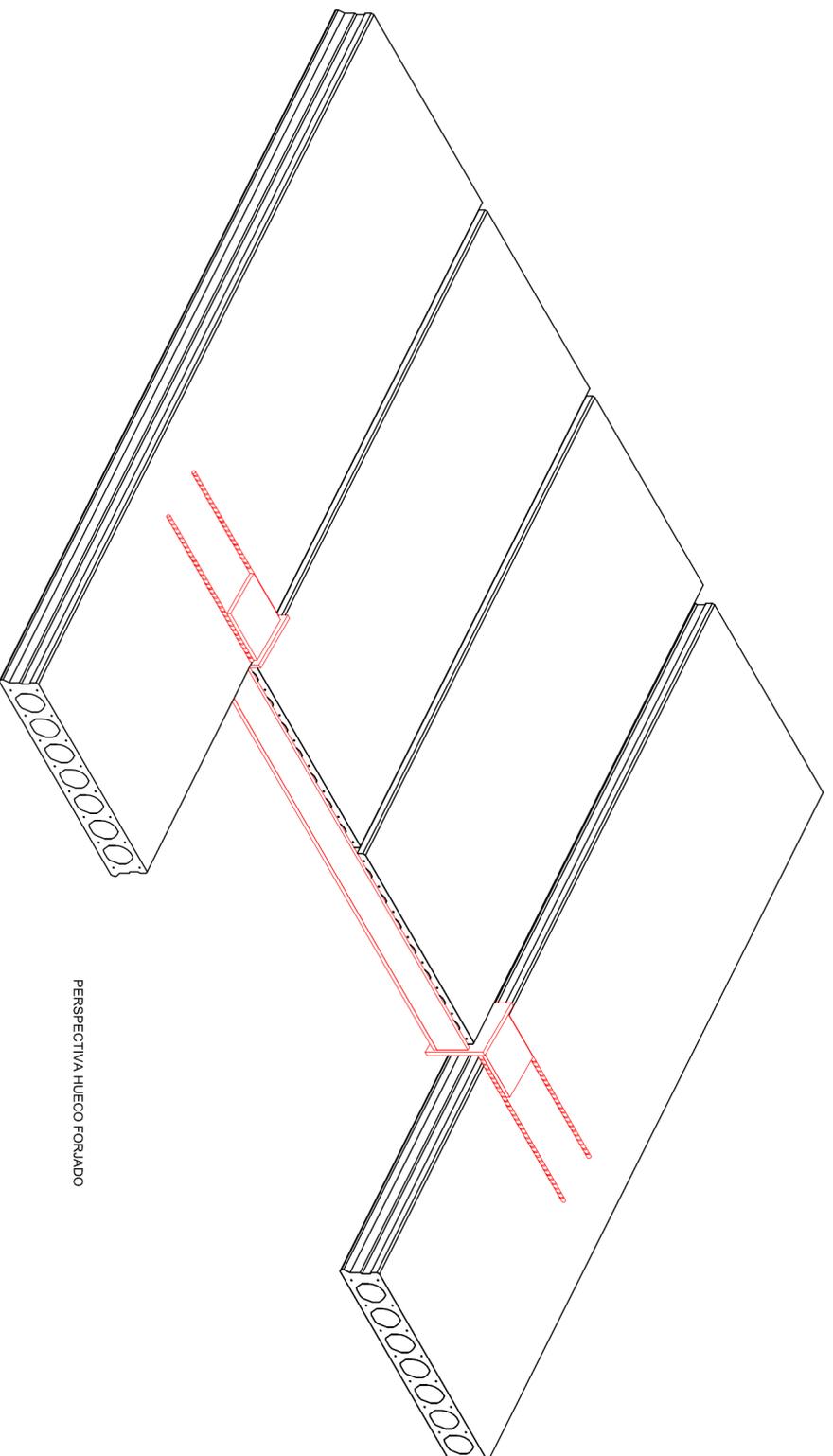
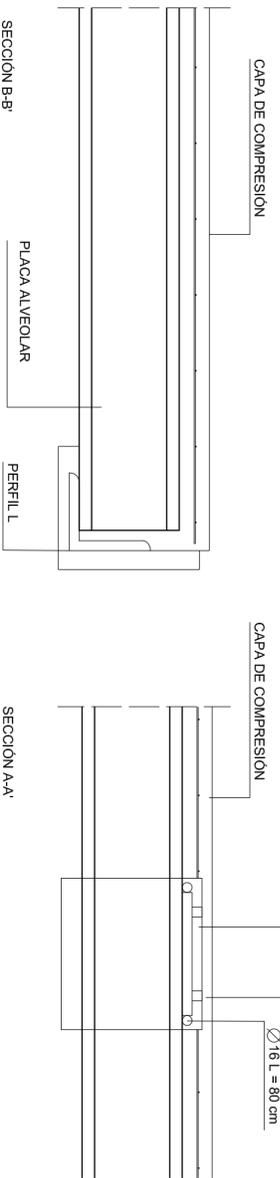
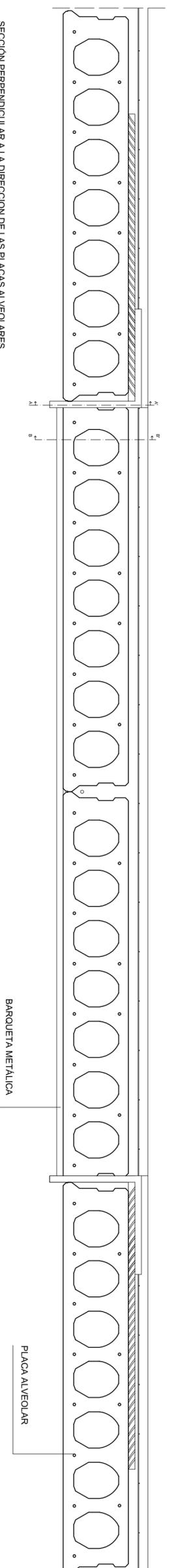
DETALLE CONJUNTO ESTRUCTURAL SOPORTE, VIGA L Y PLACA ALVEOLAR



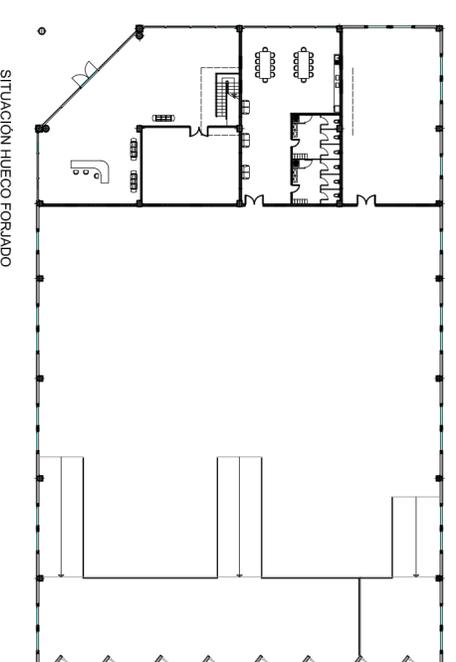
DETALLE CONJUNTO ESTRUCTURAL SOPORTE, VIGA T Y PLACA ALVEOLAR

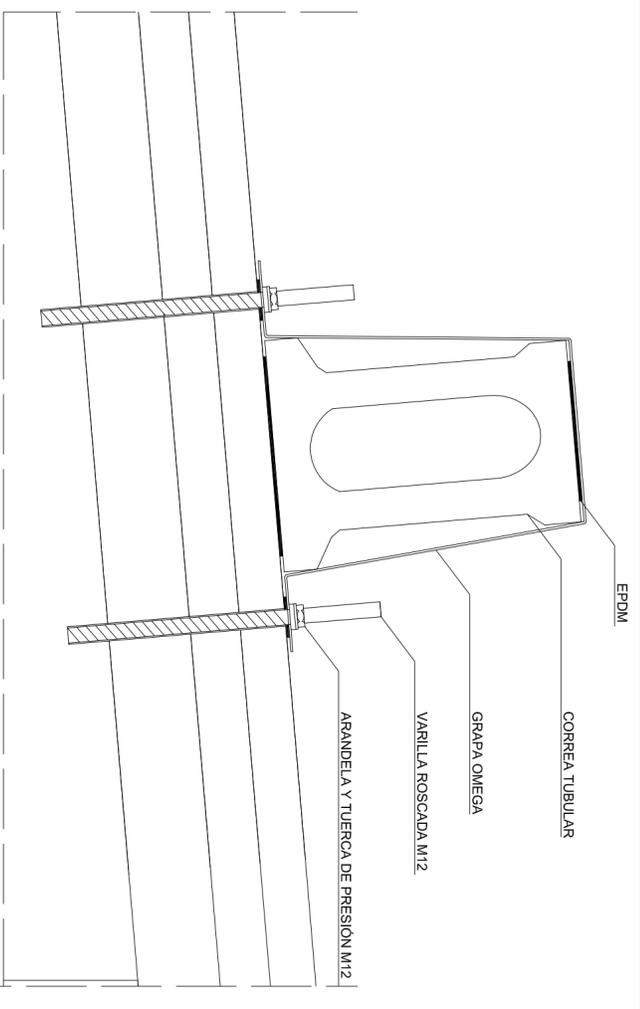


DETALLE CONJUNTO ESTRUCTURAL SOPORTE CIRCULAR, VIGA RECTANGULAR Y PLACA ALVEOLAR



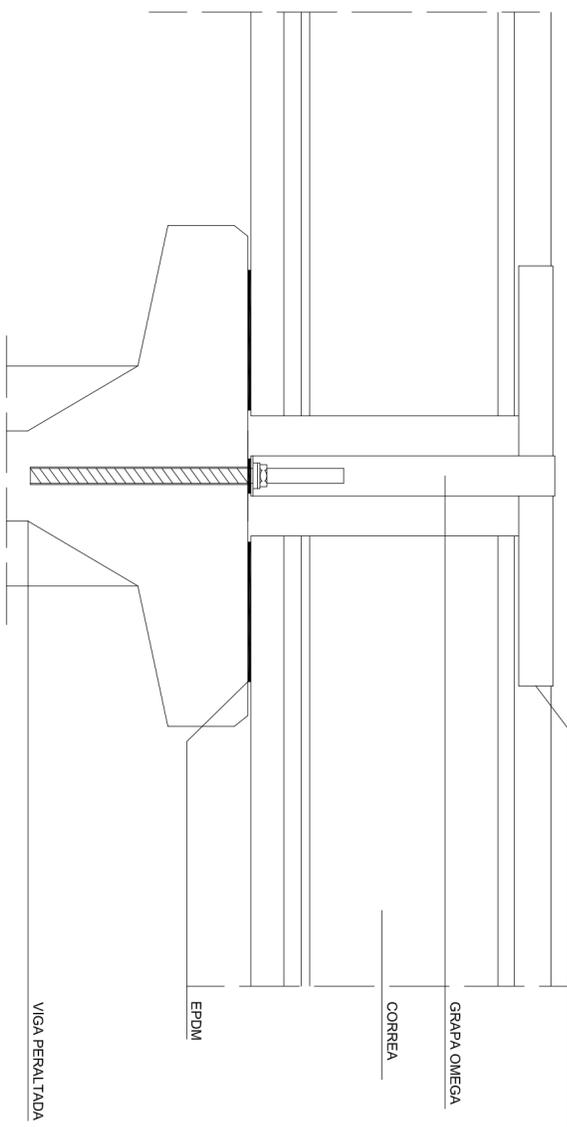
- PROCESO DE EJECUCIÓN
1. REPLANTEO DE LAS PLACAS ADYACENTES AL HUECO CON LAS PERCHAS QUE VAN SOPORTAR LAS PLACAS CORTADAS.
  2. COLOCACIÓN DE LA PERCHA NECESARIA SOBRE LAS PLACAS LATERALES.
  3. APOYO E LA PLACA RECORTADA CONSIGUIENDO FORMAR EL HUECO.





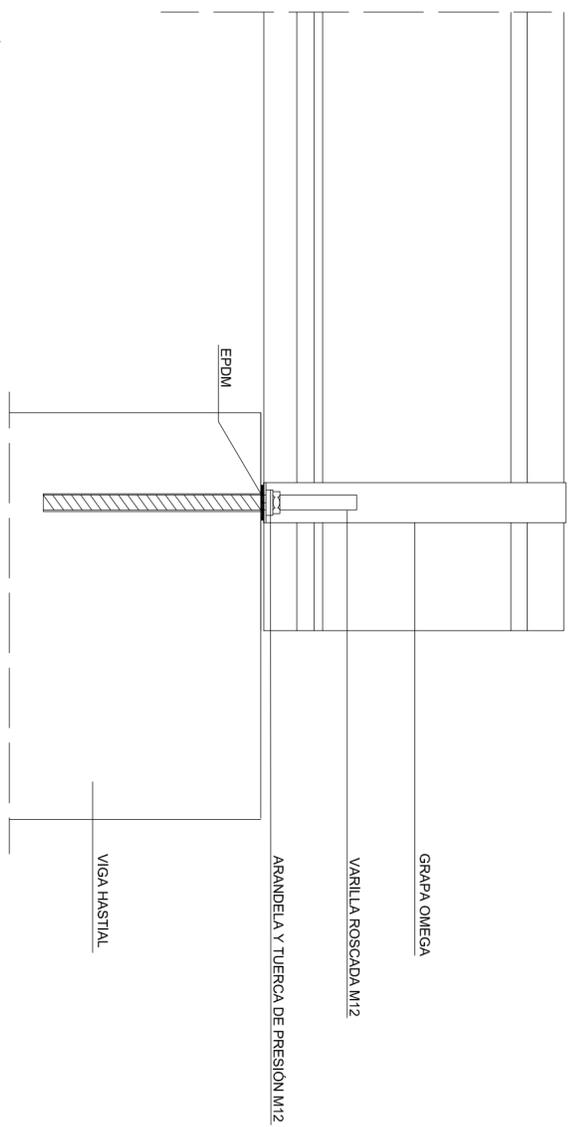
UNIÓN CORREA TUBULAR-VIGA PERALTADA

CHAPA DE ATADO ENTRE CORREAS

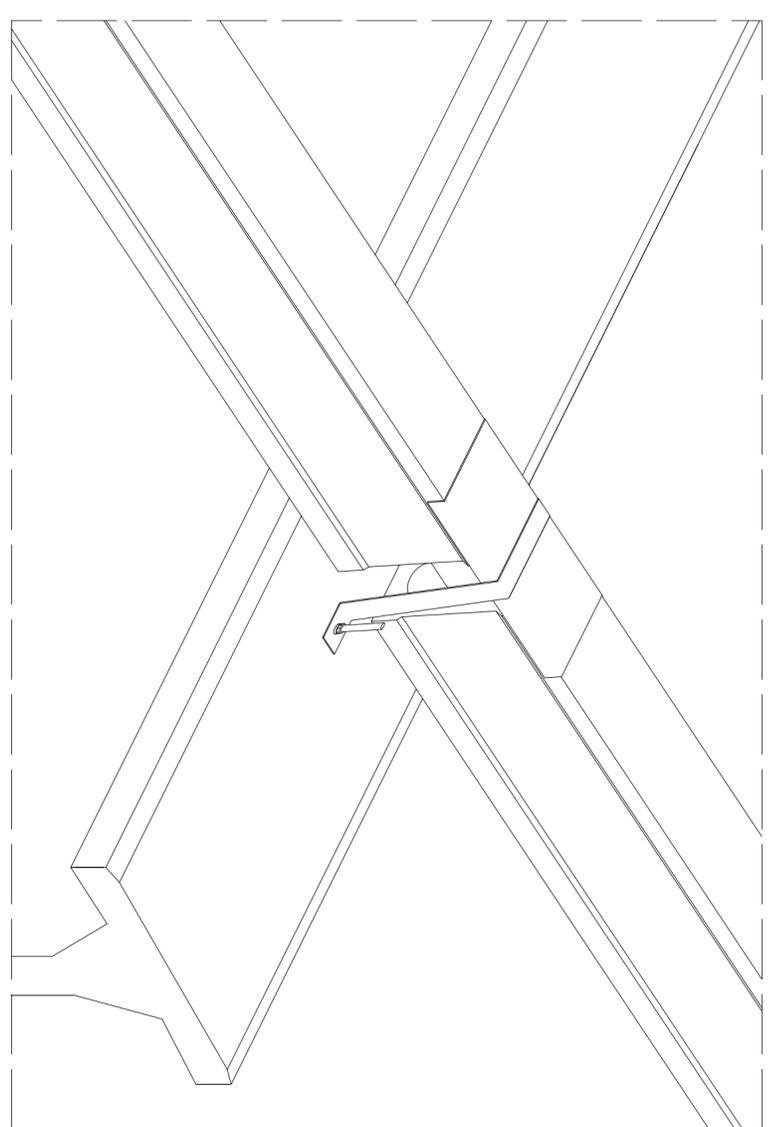


UNIÓN CORREA TUBULAR-VIGA PERALTADA

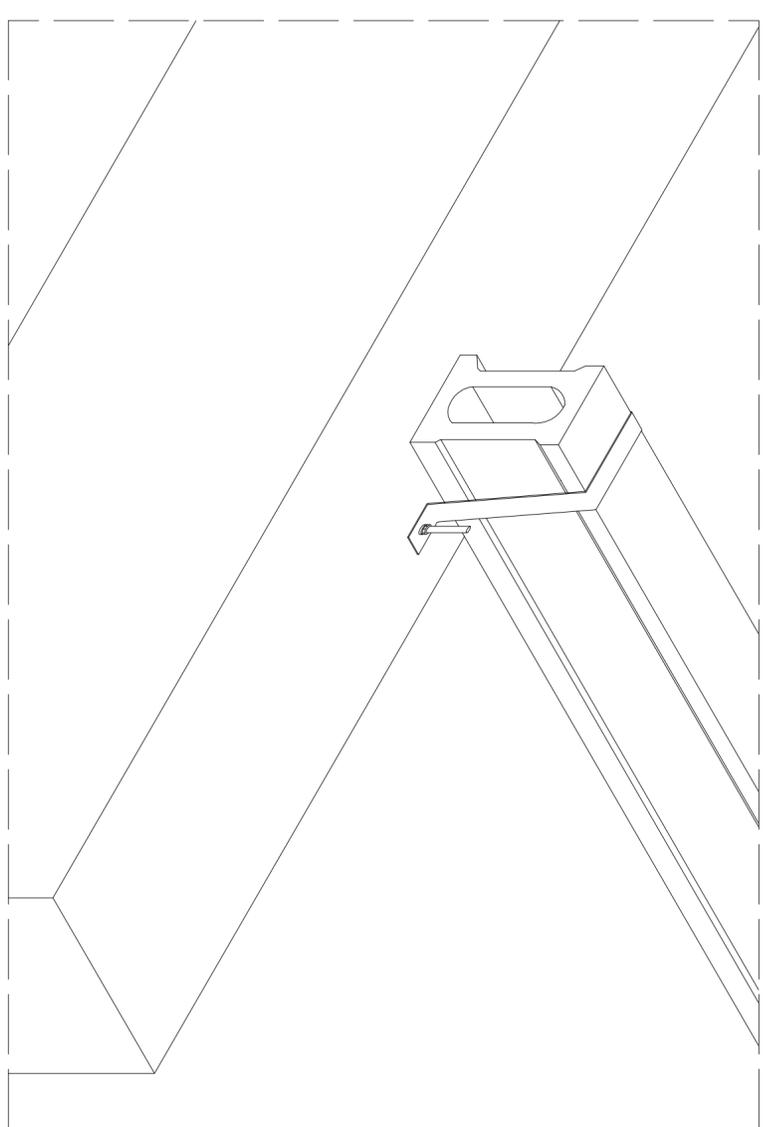
VIGA PERALTADA



UNIÓN CORREA TUBULAR-VIGA HASTIAL



PERSPECTIVA VIGA DELTA-CORREA TUBULAR



PERSPECTIVA VIGA HASTIAL-CORREA TUBULAR



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

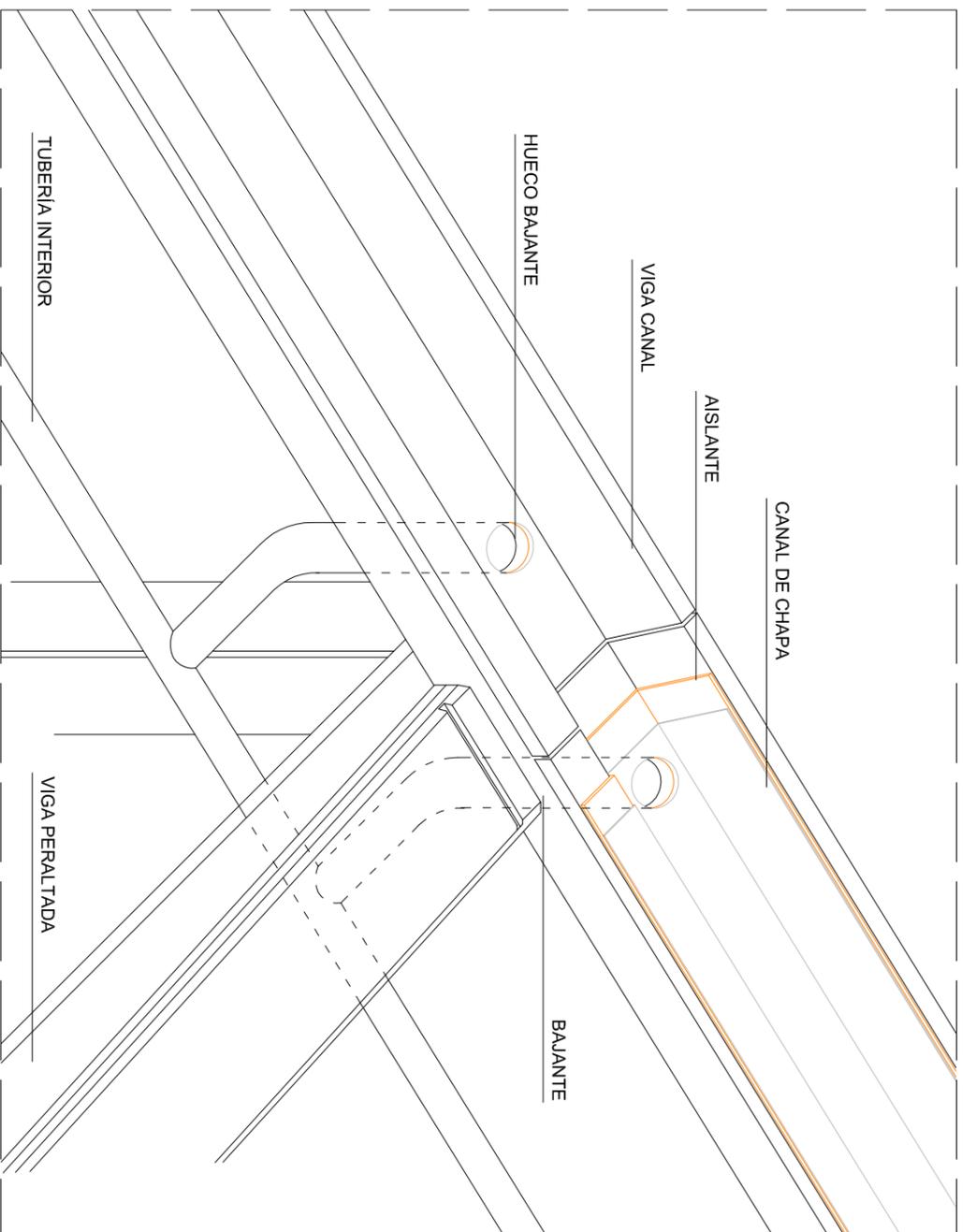


ESCUOLA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA DE EDIFICACIÓN

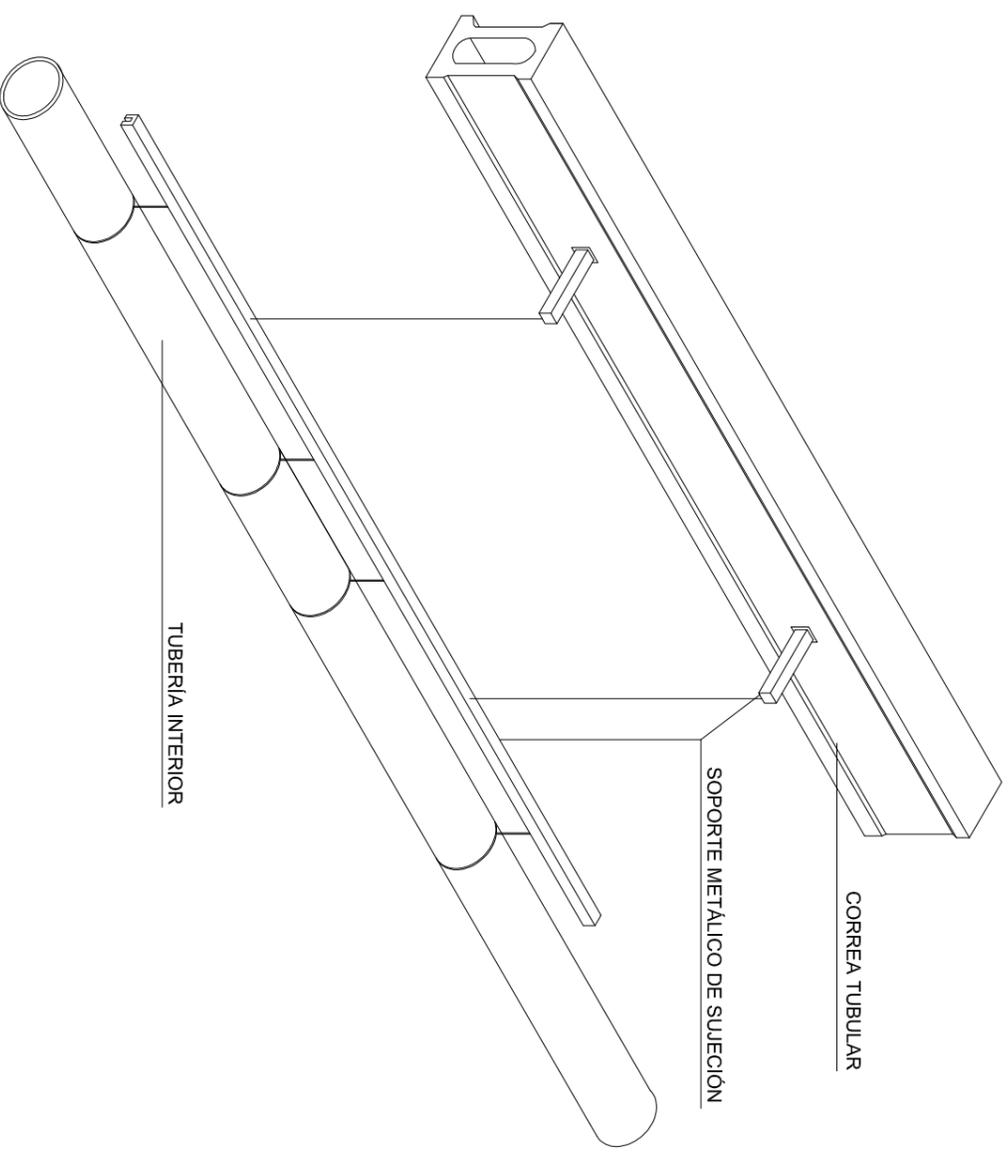
TFG: CONSTRUCCIÓN NAVE INDUSTRIAL SIN USO EJECUTADA CON ELEMENTOS PREFABRICADOS DE HORMIGÓN Y CUBIERTA TIPO DECK EN EL MUNICIPIO DE XIRIVELLA

AUTOR: RAÚL CAÑADA BASTIDA  
TUTOR: HECTOR NAVARRO CALVO  
CURSO: 2014/2015

DESIGNACIÓN PLANO: DETALLE CORREAS TUBULARES  
REFERENCIA: D08  
ESCALA: 1/5



PERSPECTIVA BAJANTES UNIDAS A TUBERÍA INTERIOR ESCALA 1/30



SOPORTE DE TUBERÍA INTERIOR A CORREA TUBULAR DE CUBIERTA ESCALA 1/20



IMÁGENES DEL SISTEMA DE SUECIÓN DE TUBERÍA INTERIOR A UTILIZAR



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR  
INGENIERÍA DE  
EDIFICACION

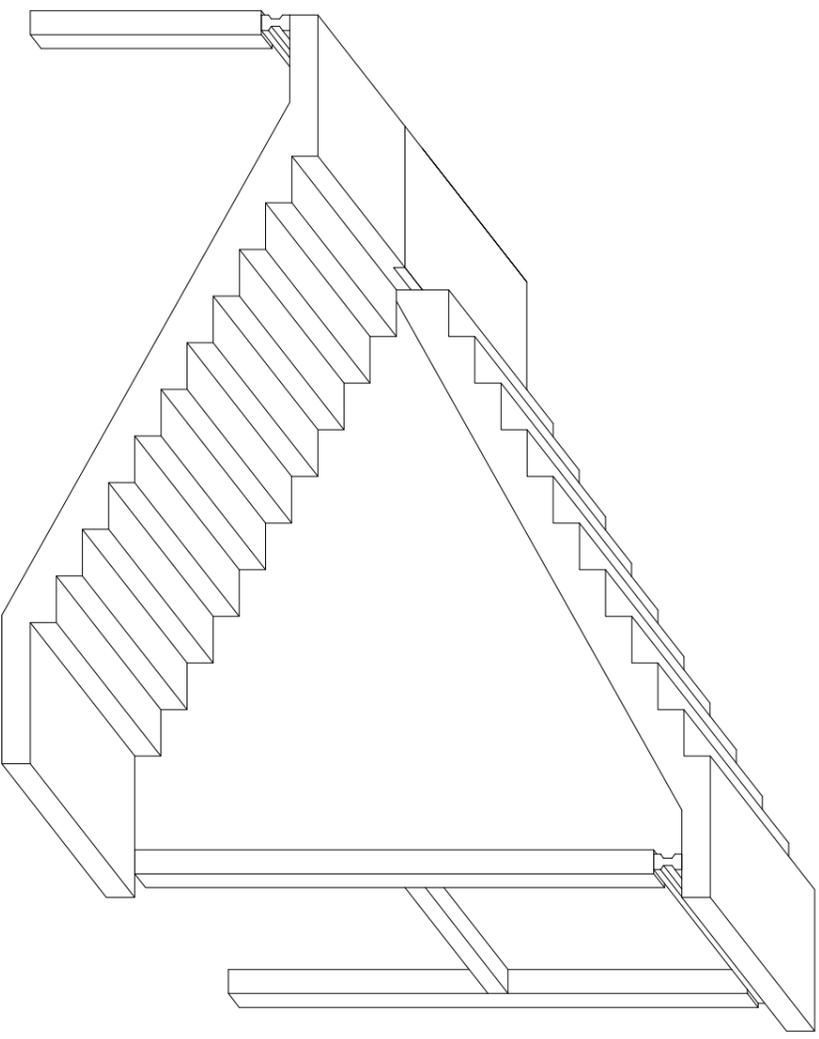
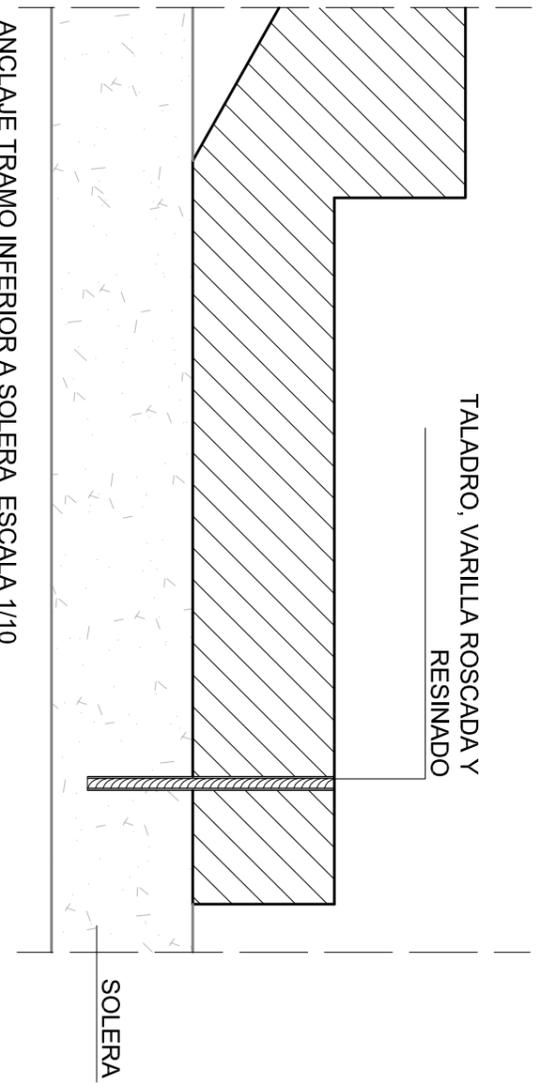
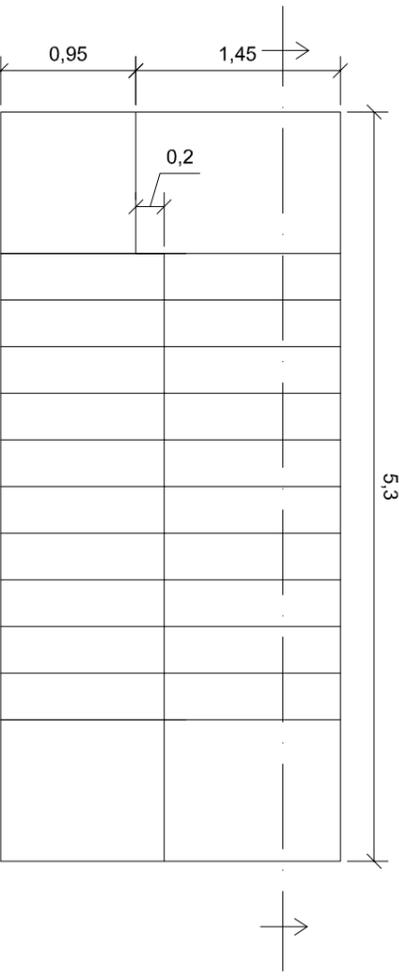
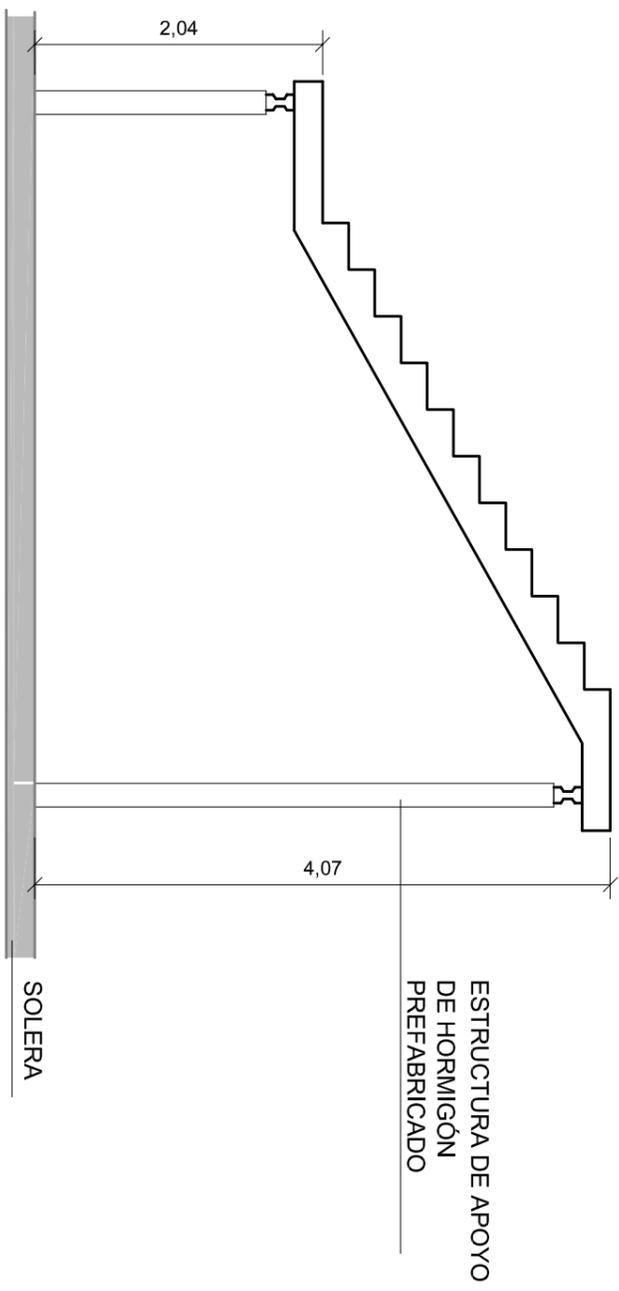
TFG: CONSTRUCCIÓN NAVE INDUSTRIAL SIN USO EJECUTADA CON  
ELEMENTOS PREFABRICADOS DE HORMIGÓN Y CUBIERTA TIPO DECK  
EN EL MUNICIPIO DE XIRIVELLA

AUTOR: RAÚL CANADA BASTIDA  
TUTOR: HECTOR NAVARRO CALVO  
CURSO: 2014/2015

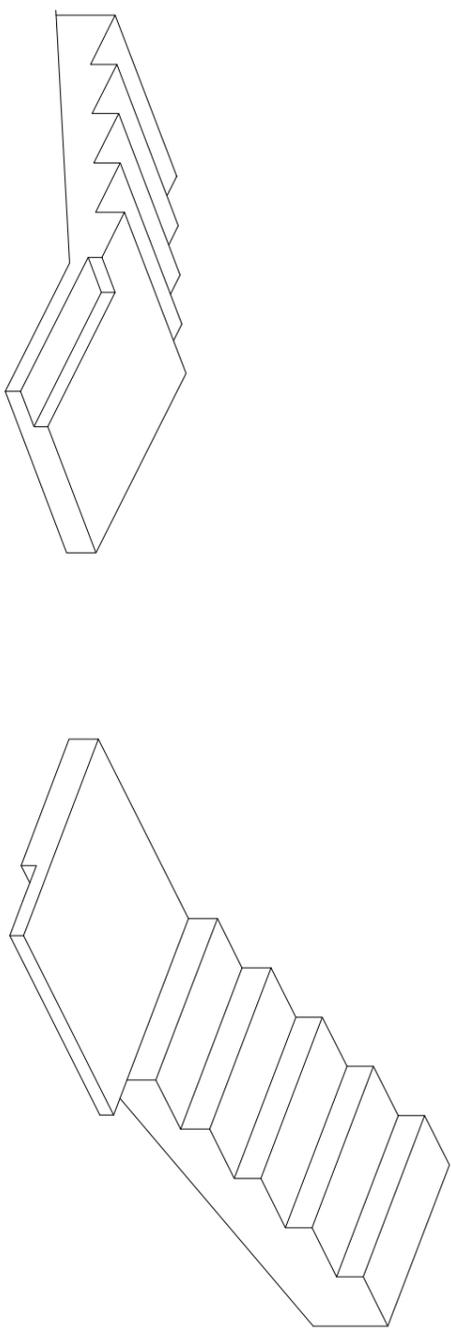
DESIGNACIÓN PLANO: DETALLE BAJANTES  
REFERENCIA: D09  
ESCALA: 1/20, 1/30

Nº PLANO

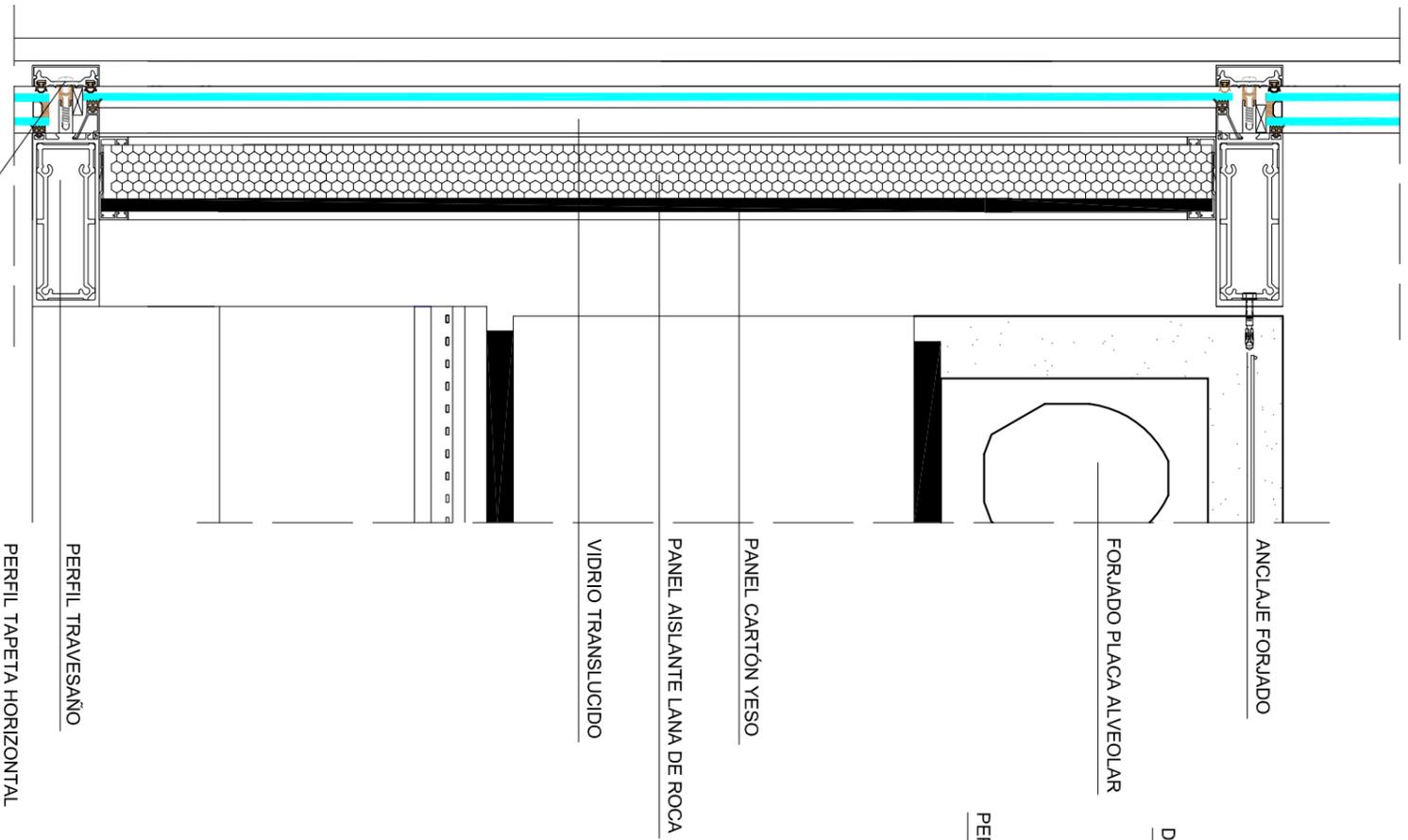
23



PERSPECTIVA ESCALERA

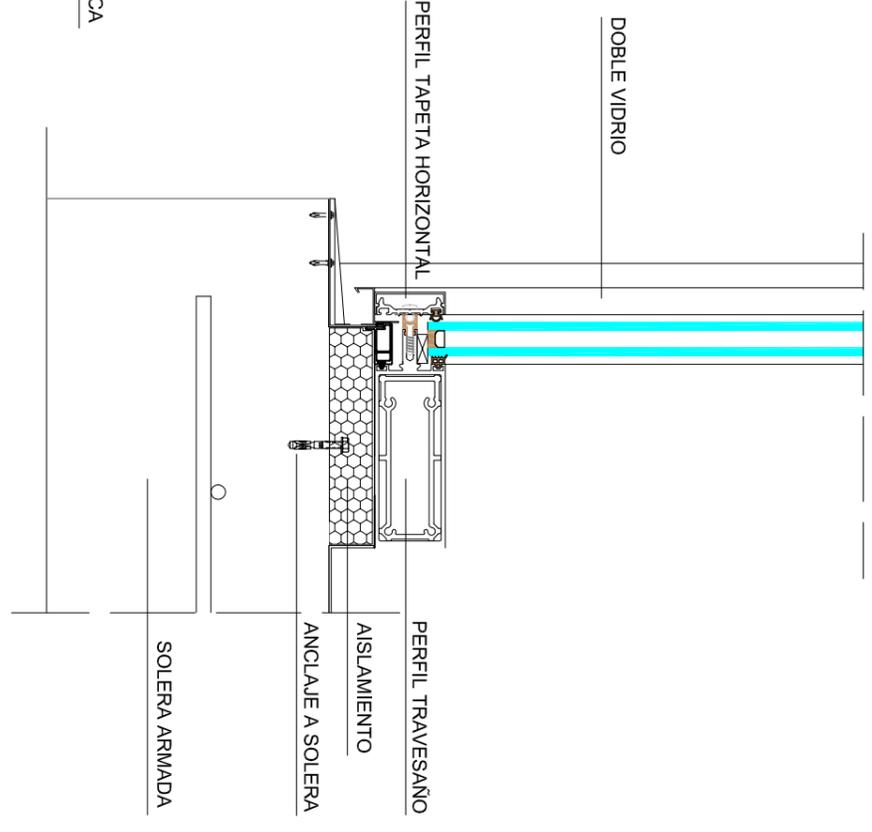


REBAJE PARA LA UNIÓN ENTRE LOS DOS TRAMOS



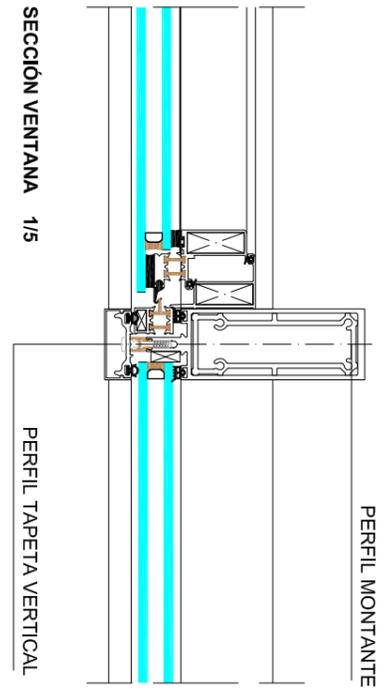
SECCIÓN PASO POR FORJADO ESCALA 1/5

ANCLAJE FORJADO  
 FORJADO PLACA ALVEOLAR  
 PANEL CARTÓN YESO  
 PANEL AISLANTE LANA DE ROCA  
 VIDRIO TRANSLUCIDO  
 PERFIL TRAVESAÑO  
 PERFIL TAPETA HORIZONTAL



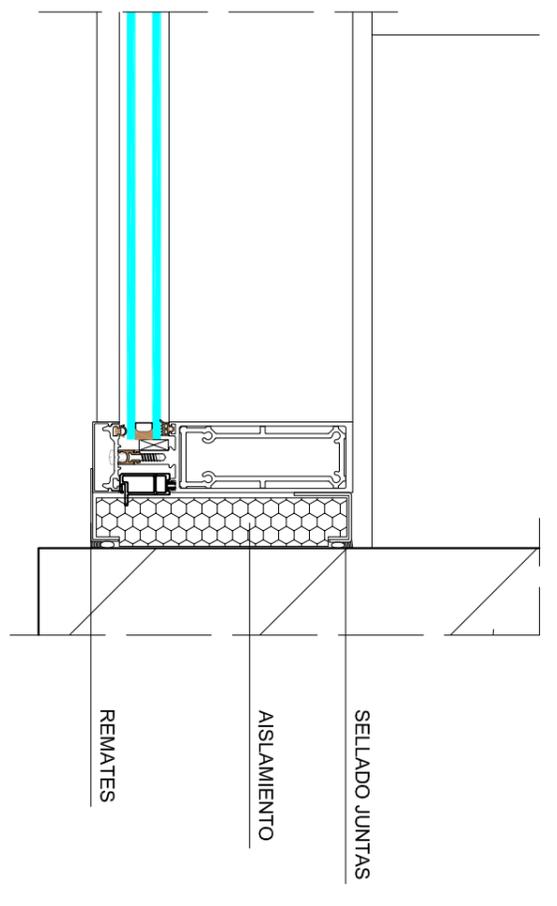
DETALLE REMATE INFERIOR ESCALA 1/5

SOLERA ARMADA  
 ANCLAJE A SOLERA  
 AISLAMIENTO  
 PERFIL TRAVESAÑO  
 PERFIL TAPETA HORIZONTAL  
 DOBLE VIDRIO



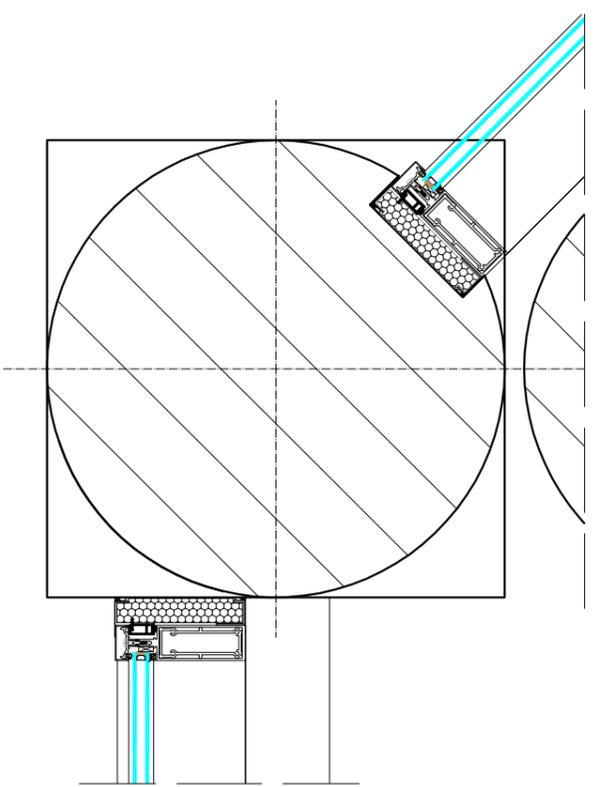
SECCIÓN VENTANA 1/5

PERFIL MONTANTE  
 PERFIL TAPETA VERTICAL

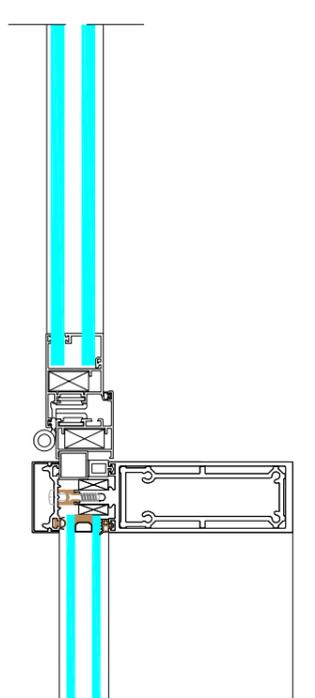


ENCUENTRO MURO CORTINA-SOPORTE ESCALA 1/5

SELLADO JUNTAS  
 AISLAMIENTO  
 REMATES

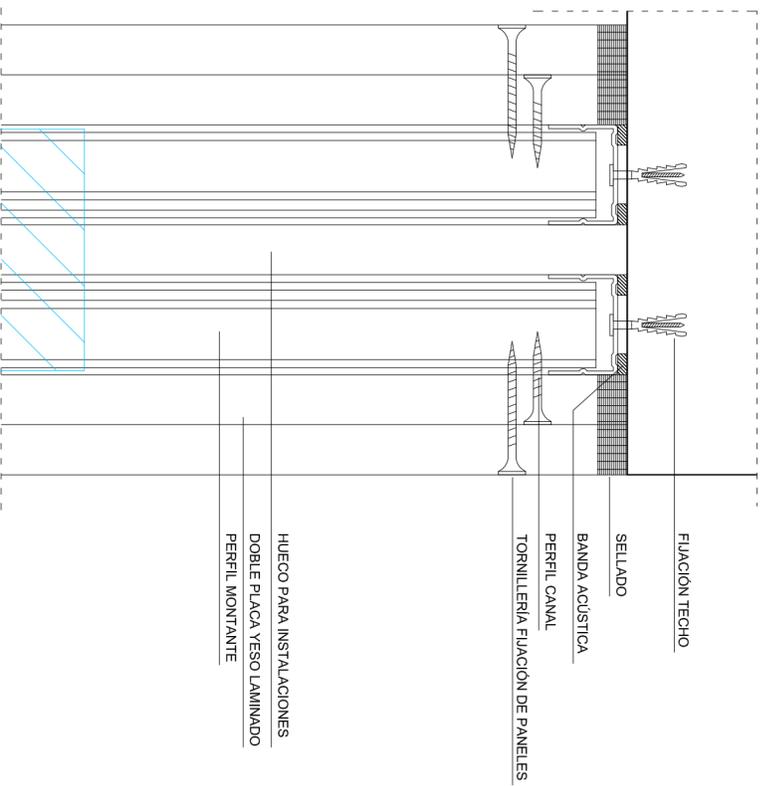


ENCUENTRO MURO CORTINA-SOPORTE E CIRCULAR ESCALA 1/10



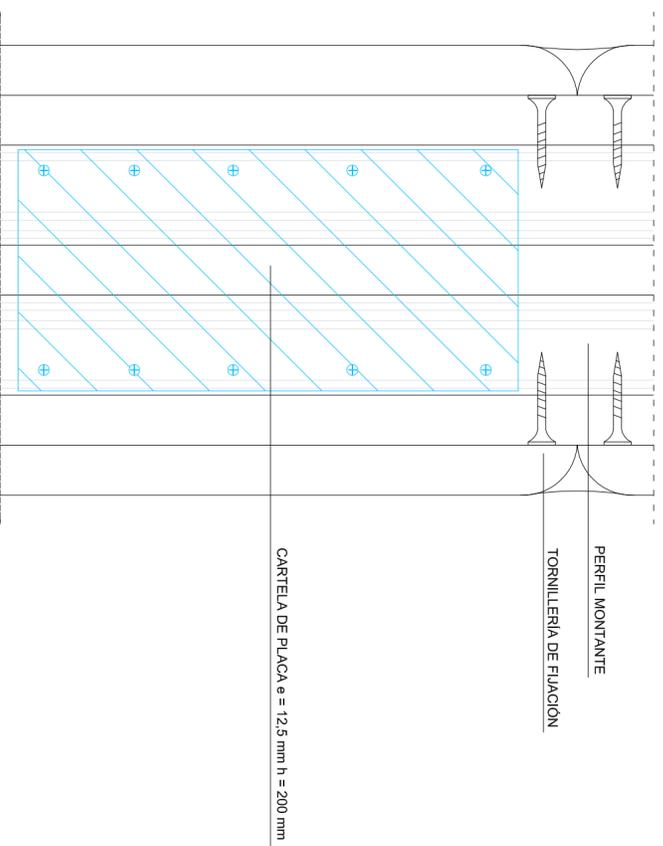
SECCIÓN PUERTA ESCALA 1/5





FIJACION TECHO  
SELLADO  
BANDA ACÚSTICA  
PERFIL CANAL  
TORNILLERÍA FIJACION DE PANELES

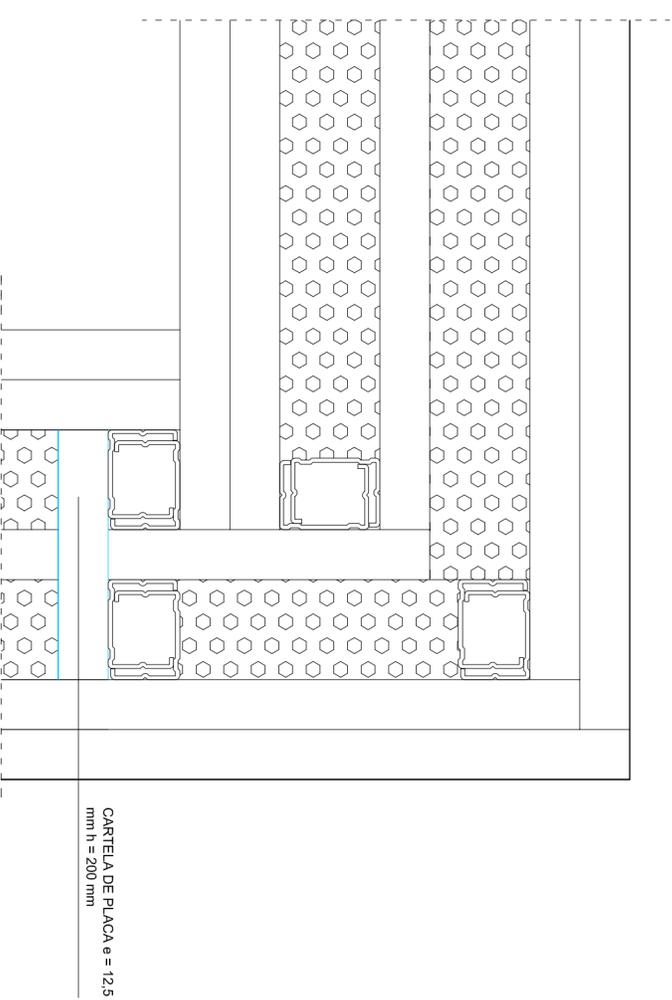
HUECO PARA INSTALACIONES  
DOBLE PLACA YESO LAMINADO  
PERFIL MONTANTE



PERFIL MONTANTE  
TORNILLERÍA DE FIJACION

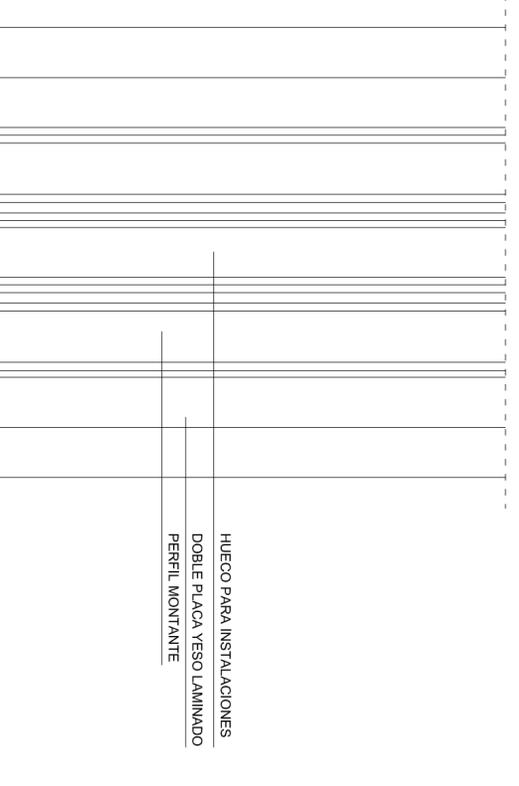
CARTELA DE PLACA e = 12.5 mm h = 200 mm

SECCIÓN VERTICAL TABIQUE. CARTELA RIGIDIZADORA

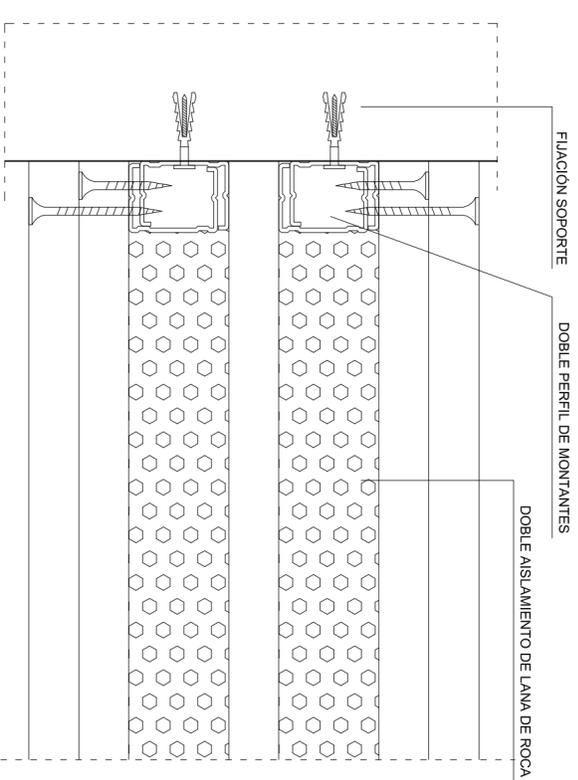


CARTELA DE PLACA e = 12.5 mm h = 200 mm

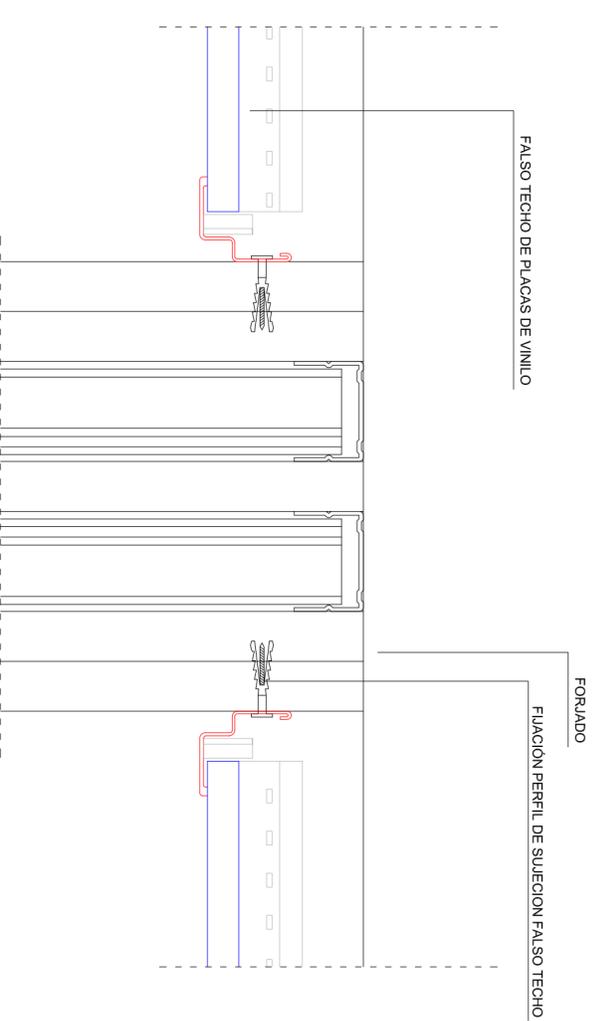
SECCIÓN HORIZONTAL ENCUENTRO EN ESQUINA



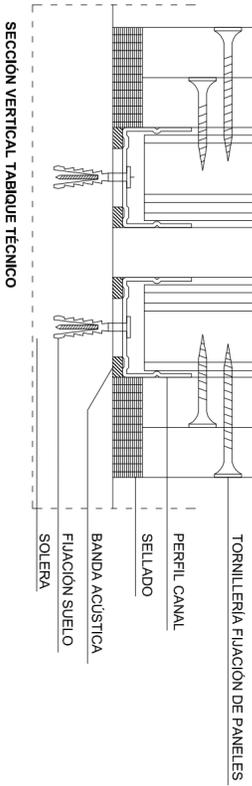
HUECO PARA INSTALACIONES  
DOBLE PLACA YESO LAMINADO  
PERFIL MONTANTE



SECCIÓN HORIZONTAL ENCUENTRO SOPORTE-TABIQUE TÉCNICO



SECCIÓN VERTICAL ENCUENTRO TABIQUE-FALSO TECHO



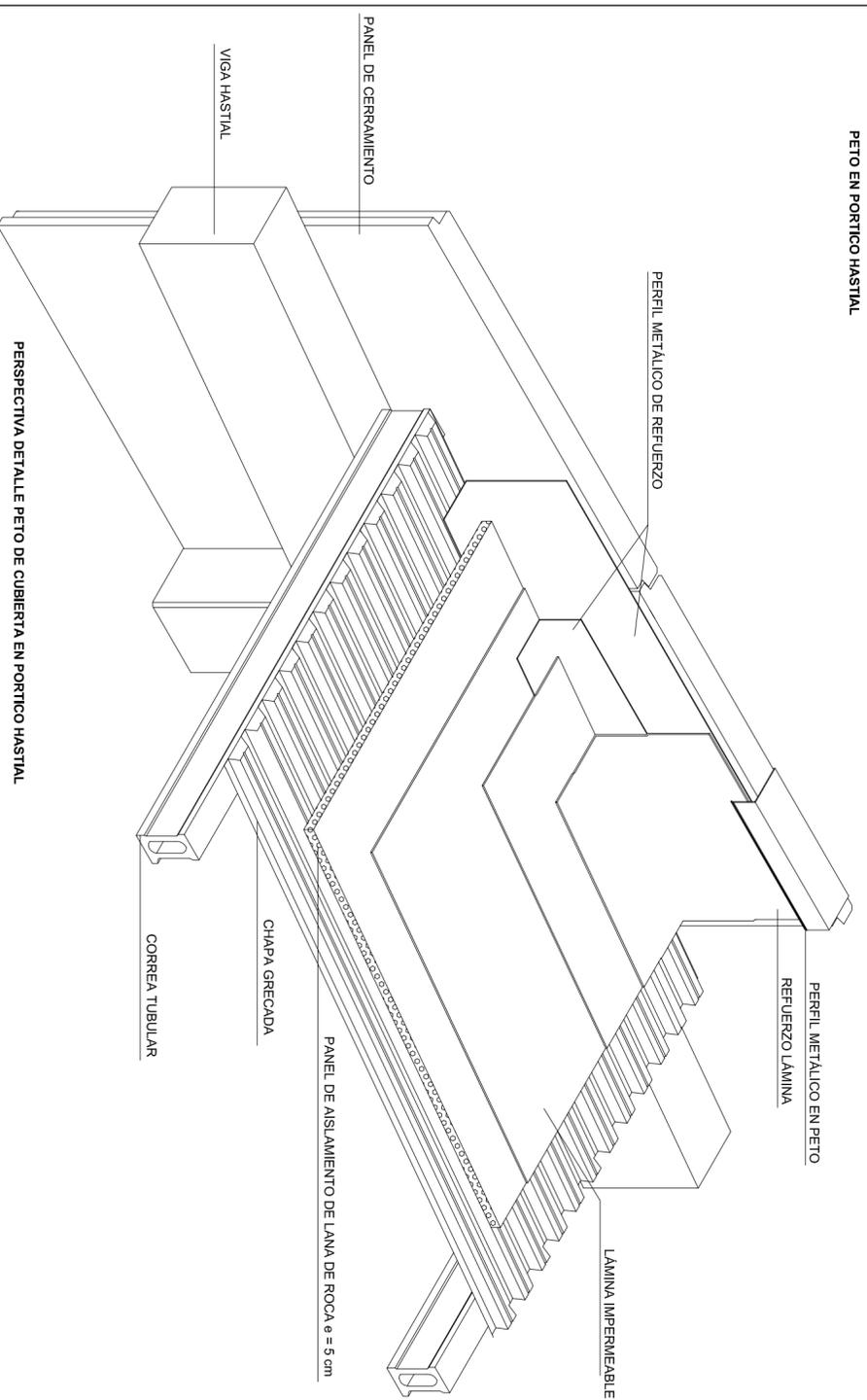
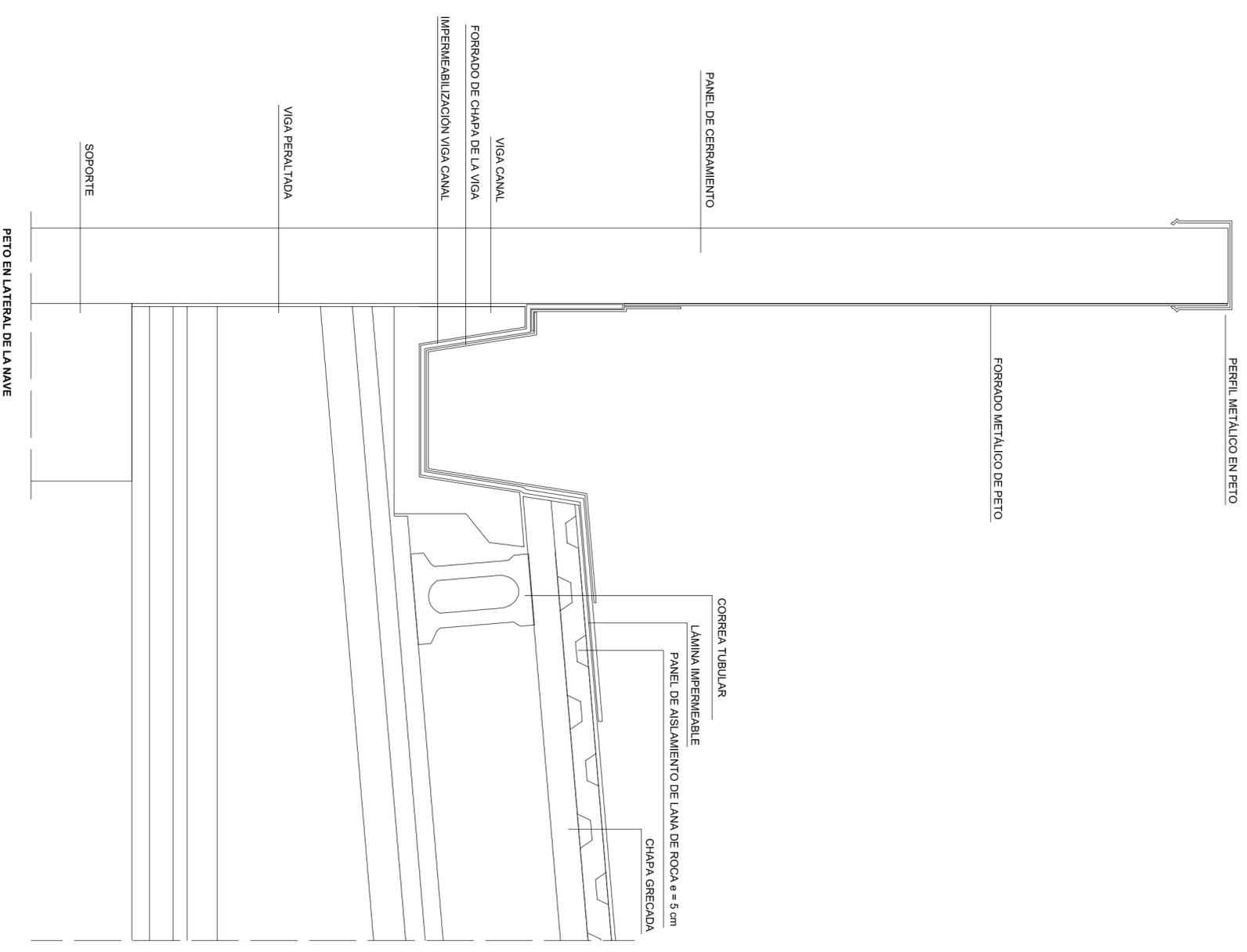
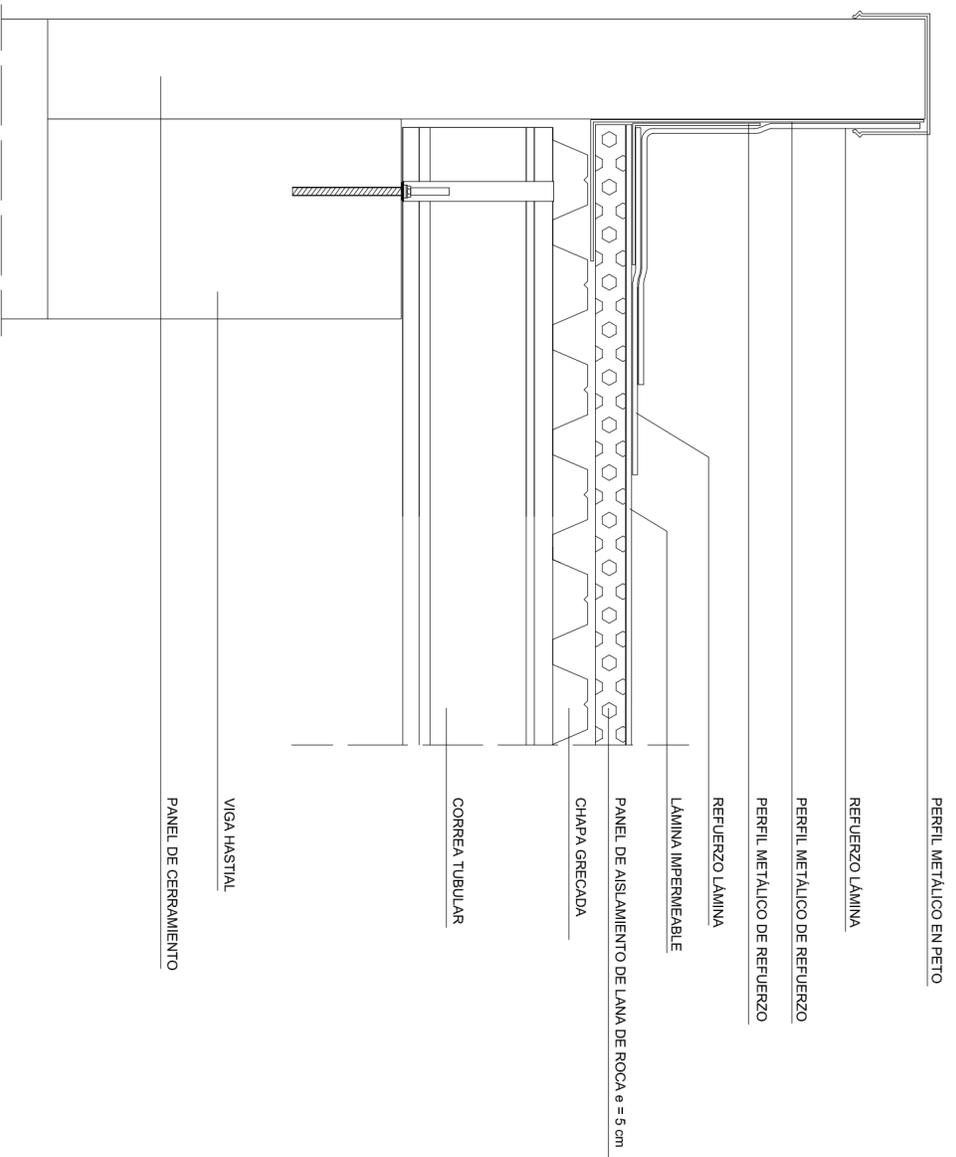
TORNILLERÍA FIJACION DE PANELES  
PERFIL CANAL  
SELLADO  
BANDA ACÚSTICA  
FIJACION SUELO  
SOLERA

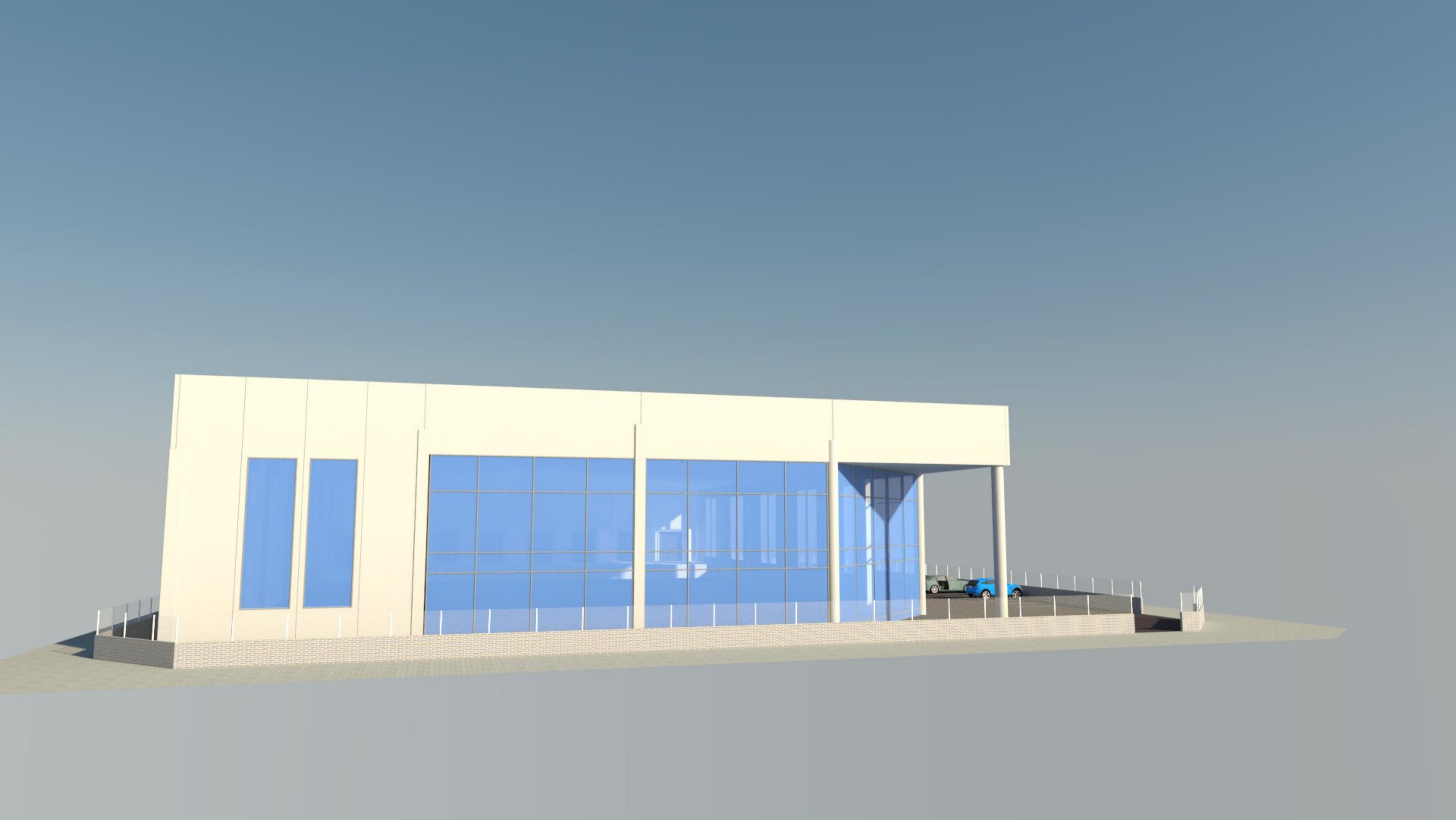
SECCIÓN VERTICAL TABIQUE TÉCNICO

TABIQUE TÉCNICOS DE YESO LAMINADO ARRIOSTRADA MEDIANTE CARTELAS TAMBIEN DE YESO DE LAMINADO ATORNILLADAS A LOS MONTANTES QUE SI DISPONDRÁ EN LA DISTRIBUCION QUE SE REALICE, YA SEA LA PROPUESTA POR ESTE PROYECTO U OTRA DISTINTA.

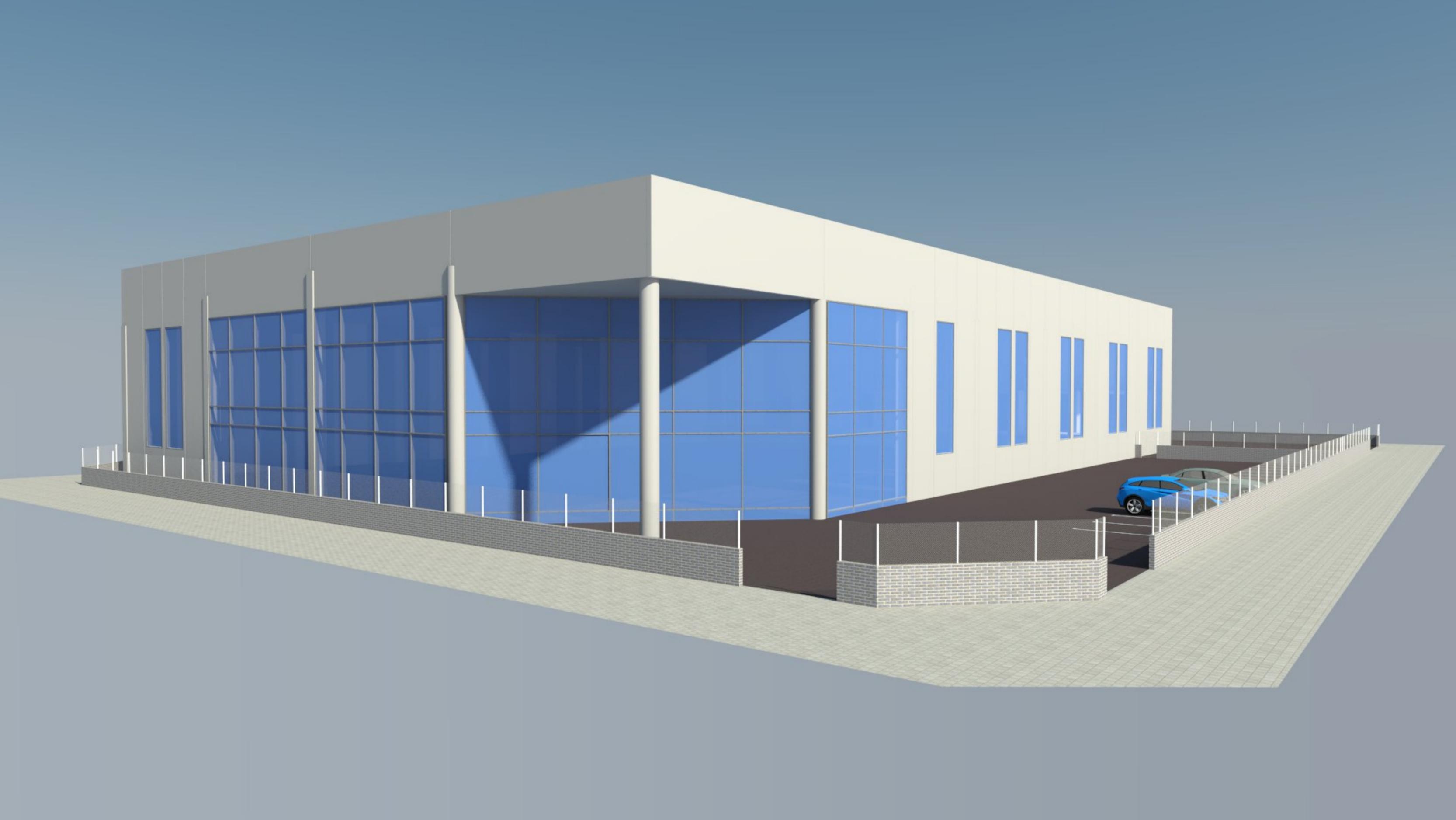
FALSO TECHO DE PLACAS DE VINILO SUSTENTADAS POR UNA ESTRUCTURA DE PERFILES METÁLICOS, COLGADOS DE VARILLAS ROSCADAS A LA ESTRUCTURA DE CUBIERT(CORREAS Y CHAPA GRECAD)

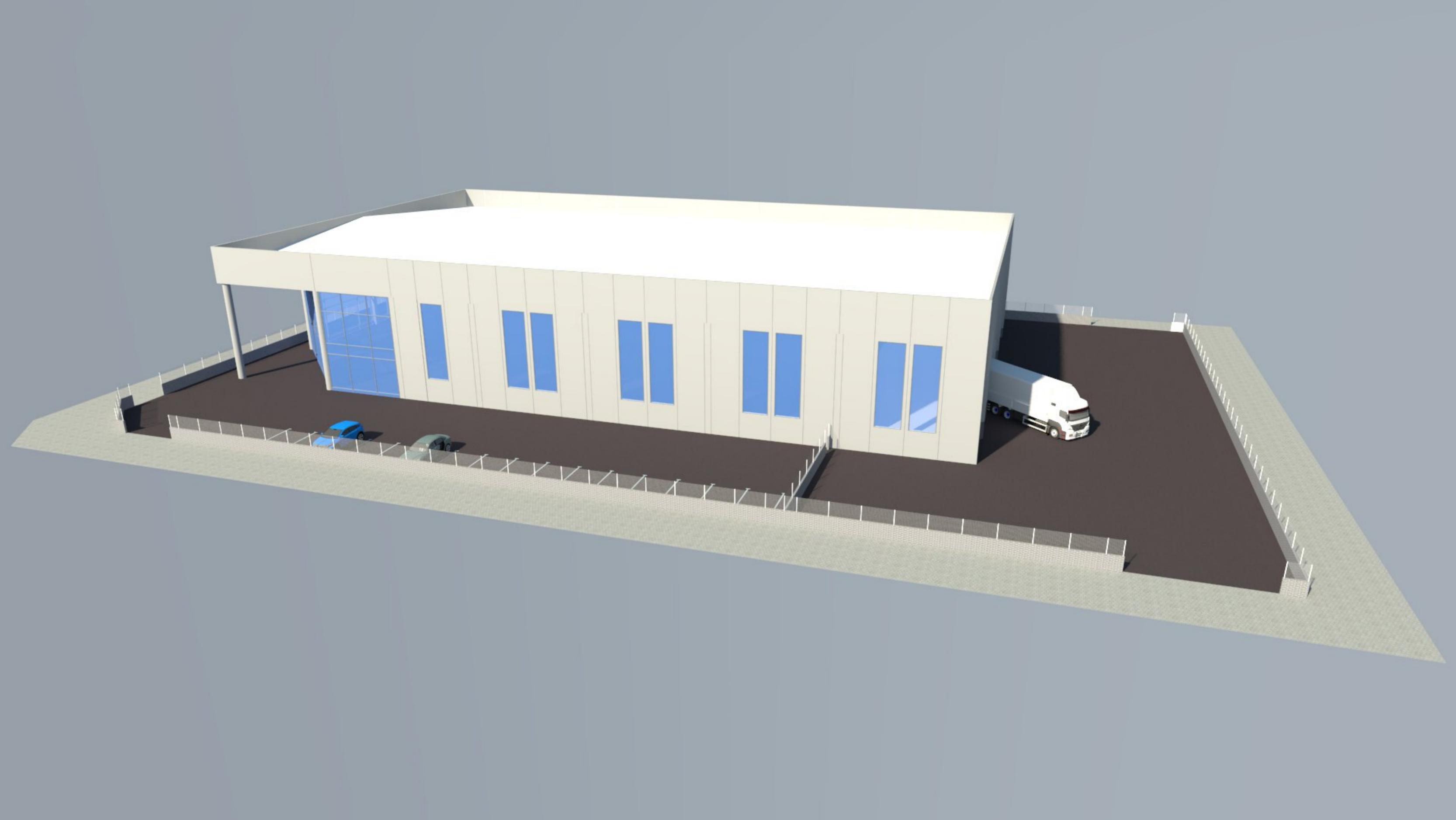
AMBOS PRODUCTOS PERTENECEN A LA CASA COMERCIAL KNAUFF

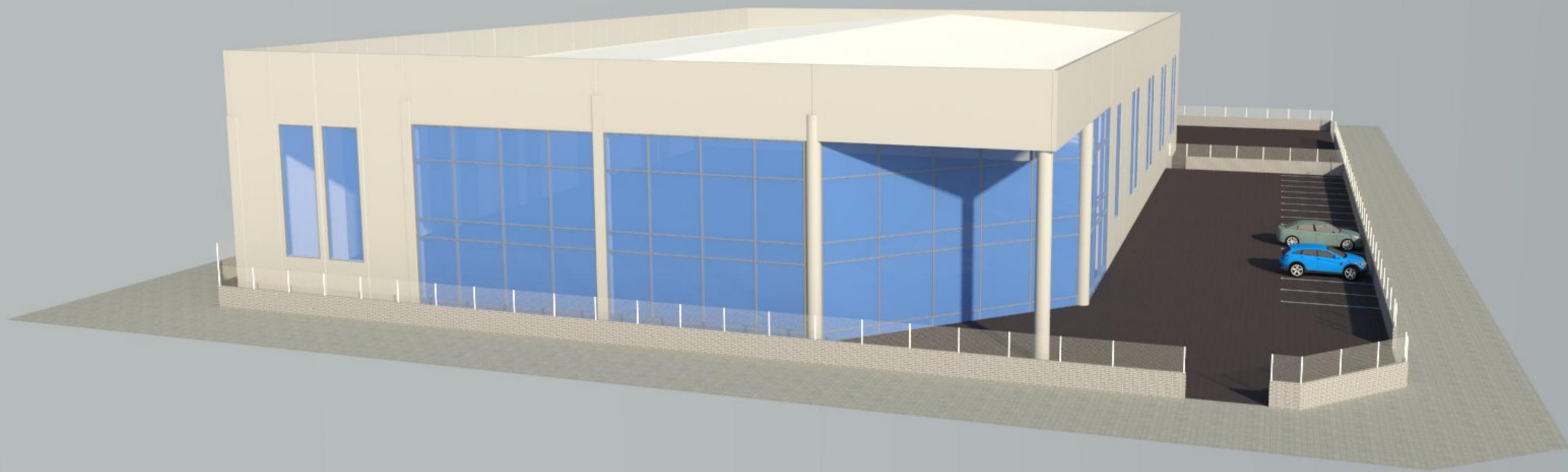










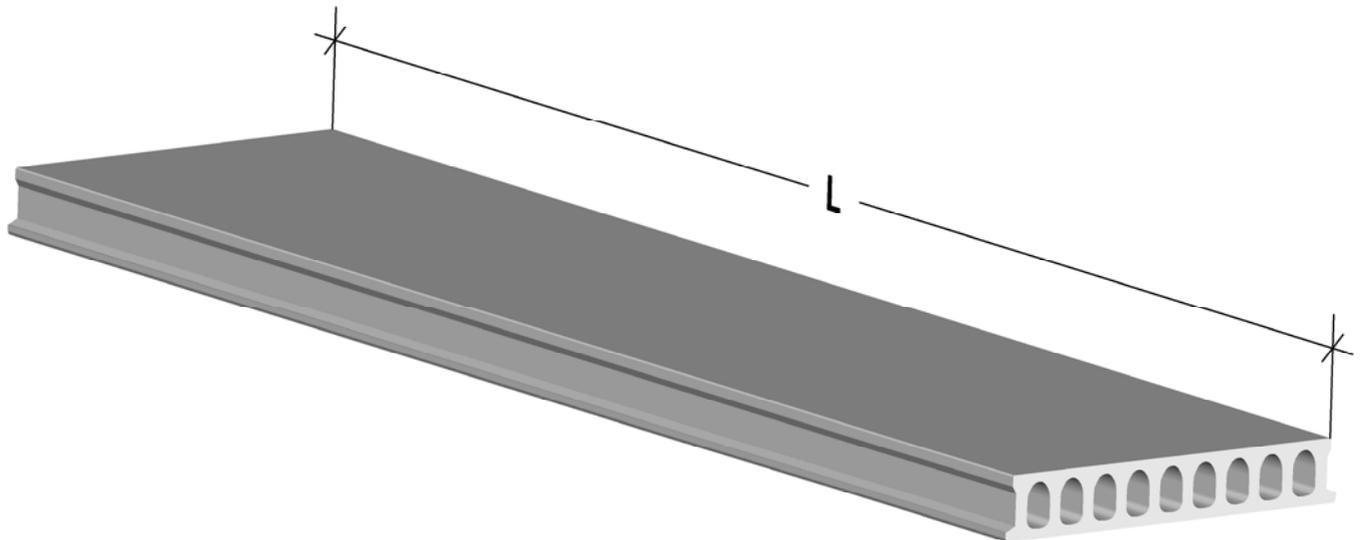
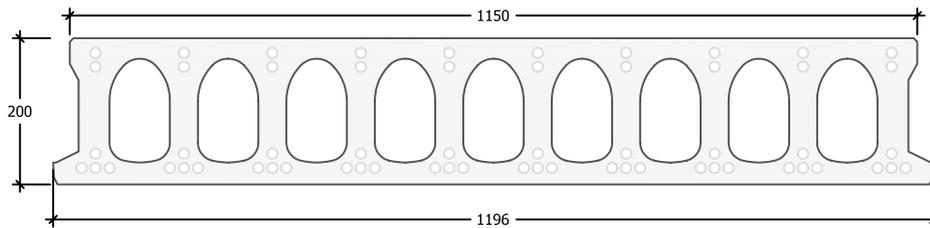




# ANEXO 3. FICHAS TÉCNICAS PREFABRICADOS HORMIGÓN

**GEOMETRÍA DEL ELEMENTO**

Cotas en mm



L= VARIABLE SEGÚN PROYECTO

**PESO**

2,85 KN/m<sup>2</sup>

**COMPORTAMIENTO AL FUEGO**

REI-90 / 120



UNE - 1168



nº ES06/2090

**MATERIALES**

Acero de pretensado:

Y1860 S7 / Límite elástico (0,1%)  $f_{pk}$ : 1600 N/mm<sup>2</sup> / Alargamiento de rotura 3,5% / Coef. seguridad\*:1,15

Y1860 C5 / Límite elástico (0,1%)  $f_{pk}$ : 1660 N/mm<sup>2</sup> / Alargamiento de rotura 3,5% / Coef. seguridad\*:1,15

Hormigón:

Resistencia a compresión  $f_{ck}$ =40 N/mm<sup>2</sup> / Coef. seguridad\*=1,50

\* De acuerdo con el Anejo 19 (EHE-08), la posesión de un distintivo de calidad oficialmente reconocido avala un nivel de garantía superior al mínimo establecido en la Instrucción, permitiéndolo, la reducción de los coeficientes parciales de seguridad de acero y hormigón, pudiendo adoptar los valores 1,10 y 1,35 respectivamente(Art 15.3).

**CARACTERÍSTICAS TÉRMICAS Y ACÚSTICAS**

TIPO DE FORJADO	Masa (Kg/m <sup>2</sup> )	AISLAMIENTO TÉRMICO			AISLAMIENTO ACÚSTICO	
		$\rho$ (Kg/m <sup>3</sup> )	R (m <sup>2</sup> .K/W)	$\mu$	Ra (dBA)	Ln,w (Db)
20+0	285	1410	0,14	80	51,1	82
20+5	410	1580	0,16	80	56,86	77
20+8	485	1550	0,178	80	57,8	77,4
20+10	535	1530	0,19	80	61,08	75

NOTA: Los datos de Ra y Ln,w se aplican a losas sin enlucir. Cuando las losas estén enlucidas por su cara inferior se aumentará el índice de reducción acústica Ra en 2 dBA y se disminuirá su nivel global de presión de ruido de impactos Ln,w en 2 dBA.

AISLAMIENTO TERMICO:  $\rho$  densidad del forjado

R resistencia térmica del forjado obtenida a partir del CTE-DB-HE y el catálogo de elementos constructivos

$\mu$  factor de resistencia a la difusión del vapor de agua

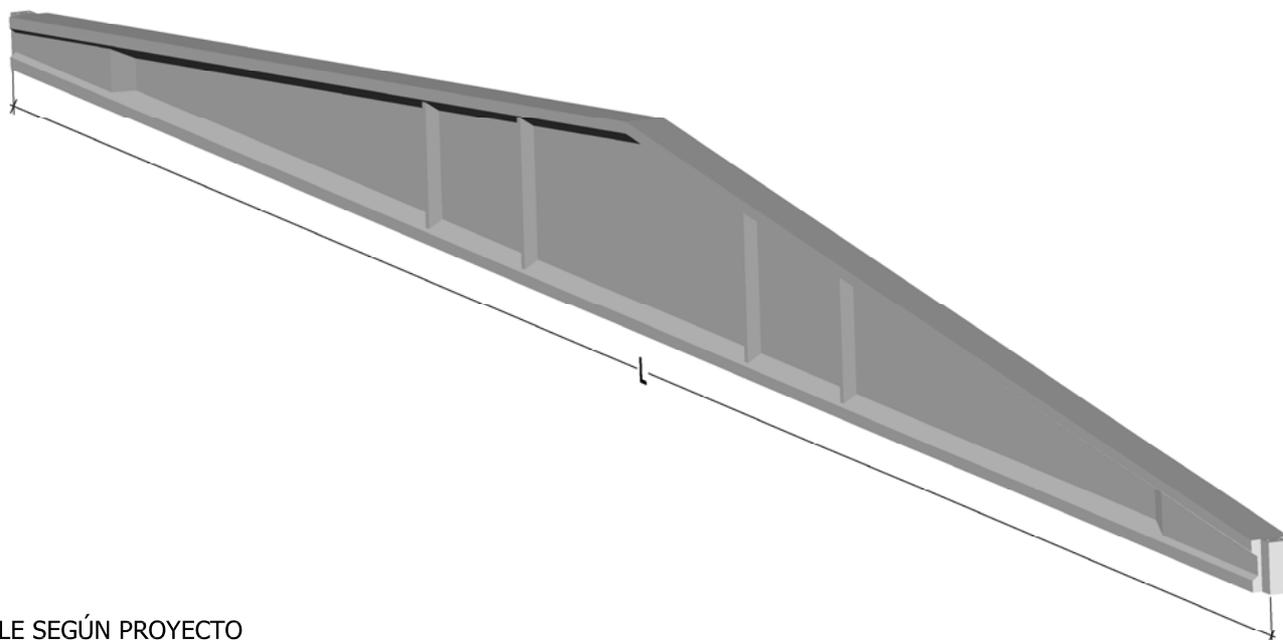
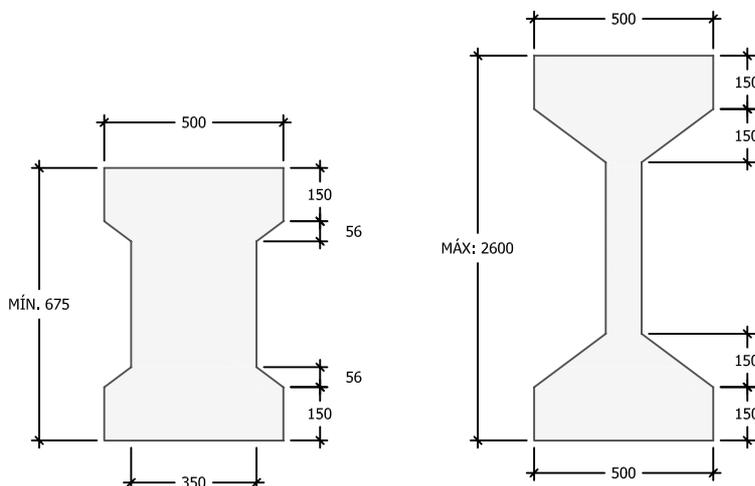
AISLAMIENTO ACUSTICO: Ra aislamiento a ruido aéreo, obtenido a partir de las expresiones del CTE-DB-HR:  $Ra=36,5 \cdot \log(m)-38,5$

Ln,w aislamiento a ruido de impacto obtenido según tabla 3.3 del CTE-DB-HR y de los acabados que se coloquen en obra.

NOTA: Los aislamientos térmicos y acústicos corresponden exclusivamente al forjado, sin considerar las soluciones constructivas, que deben ser definidas en cada proyecto particular. Estos valores suponen una información adicional ofrecida por el fabricante del sistema, no debiendo verificar por sí solos los requisitos establecidos en el CTE.

**GEOMETRÍA DEL ELEMENTO**

Cotas en mm



L= VARIABLE SEGÚN PROYECTO  
L<sub>MÍN</sub>= 25000 mm  
L<sub>MÁX</sub>= 40000 mm

**PESO**

HcUMBRERA	1.90 m	2.00 m	2.10 m	2.20 m	2.30 m	2.40 m	2.50 m	2.60 m	2.60 m
L (m)	25,00	27,00	29,00	31,00	33,00	35,00	37,00	39,00	40,00
KN/ml	7,80	8,00	8,10	8,20	8,40	8,50	8,60	8,70	8,75

**COMPORTAMIENTO AL FUEGO**  
R-90



UNE - 13225

nº ES06/2090

## MATERIALES

Acero de armar:

B-500 SD / Resistencia última a tracción  $f_s=575$  N/mm<sup>2</sup> / Límite elástico  $f_y=500$  N/mm<sup>2</sup> / Coef. seguridad=1,15

Acero de pretensar:

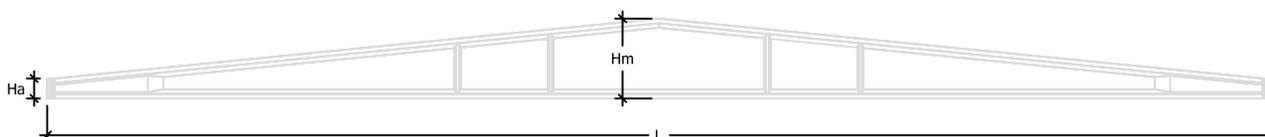
Y1860 S7 / Límite elástico (0,1%)  $f_{pk}= 1580$  N/mm<sup>2</sup> / Alargamiento de rotura 3,5% / Coef. Seguridad= 1,15

Hormigón:

Resistencia a compresión  $f_{ck}=40$  N/mm<sup>2</sup> / Coef. seguridad=1,50

## DIMENSIONES

Cotas en m



LUZ NOMINAL	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
Ha	0,65	0,73	0,68	0,73	0,68	0,73	0,68	0,73	0,68	0,73	0,68	0,73	0,68	0,73	0,68	0,68
Hm	1,90	2,00	2,00	2,10	2,10	2,20	2,20	2,30	2,30	2,40	2,40	2,50	2,50	2,60	2,60	2,60
CARGAS	1500 KG / ML															

## DURABILIDAD

- CONTENIDO MÍNIMO DE CEMENTO:

300 kg/m<sup>3</sup>

- RELACIÓN MÁXIMA A/C:

≤ 0,50

- CONTENIDO MÁXIMO DE CLORURO EN EL HORMIGÓN:

< 0,2% del peso del cemento (elementos pretensados)

< 0,4% del peso del cemento (elementos armados)

- CONTENIDO MÁXIMO DE ÁLCALIS EN EL HORMIGÓN:

Empleo de áridos no reactivos

Empleo de cementos con contenido de alcalinos <0,6% del peso de cemento

- PROTECCIÓN DEL HORMIGÓN CONTRA LA PÉRDIDA DE HUMEDAD:

Las caras expuestas de los moldes se protegen con un recubrimiento plástico.

- HIDRATACIÓN ADECUADA MEDIANTE TRATAMIENTO TÉRMICO:

La resistencia mínima de las piezas previo al desesado / desencofrado será del 40% de la resistencia a 28 días (siendo siempre superior a 25N/mm<sup>2</sup>).

- RECUBRIMIENTO MÍNIMO DEL HORMIGÓN:

2,5 cm.

## TOLERANCIAS

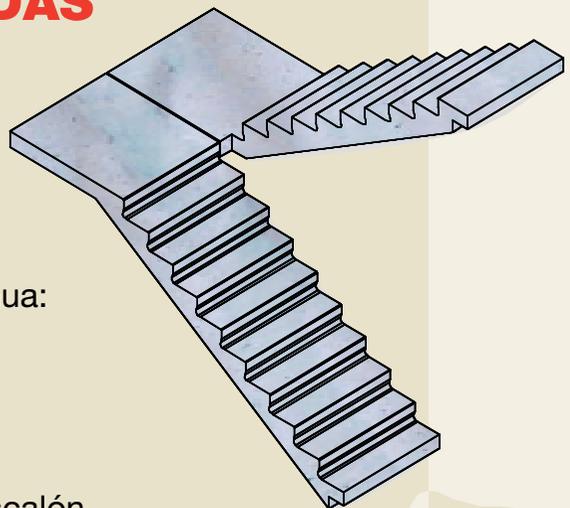
- LONGITUD (L):  
 $\Delta L = \pm (10 + L/1000) \leq \pm 40 \text{ mm}$
- DIMENSIONES EN SECCIONES TRANSVERSALES (I):  
I  $\leq$  150 mm  $\Delta I$ : +10 -5  
I = 400 mm  $\Delta I$ :  $\pm 15$   
I  $\geq$  2500 mm  $\Delta I$ :  $\pm 30$
- POSICIÓN DE ACERO Y RECUBRIMIENTO (c):  
I  $\leq$  150 mm  $\Delta c$ :  $\pm 5$   
I = 400 mm  $\Delta c$ : +15 -10  
I  $\geq$  2500 mm  $\Delta c$ : +30 -10
- ÁNGULO DE DESVIACIÓN DE LAS SECCIONES FINAL O TRANSVERSAL ( $\delta$ ):  
 $\pm h/100 \geq 5 \text{ mm}$
- DEFECTO DE ALINEACIÓN DEL ARCO EN CUALQUIER PLANO PRINCIPAL ( $\epsilon$ ):  
 $\pm L/700$
- INCLINACION DEL PLANO CENTRAL VERTICAL ( $\theta$ ):  
 $\pm L/700$
- CONTRAFLECHA EN EL PLANO VERTICAL ( $v$ ):  
 $\pm L/700$

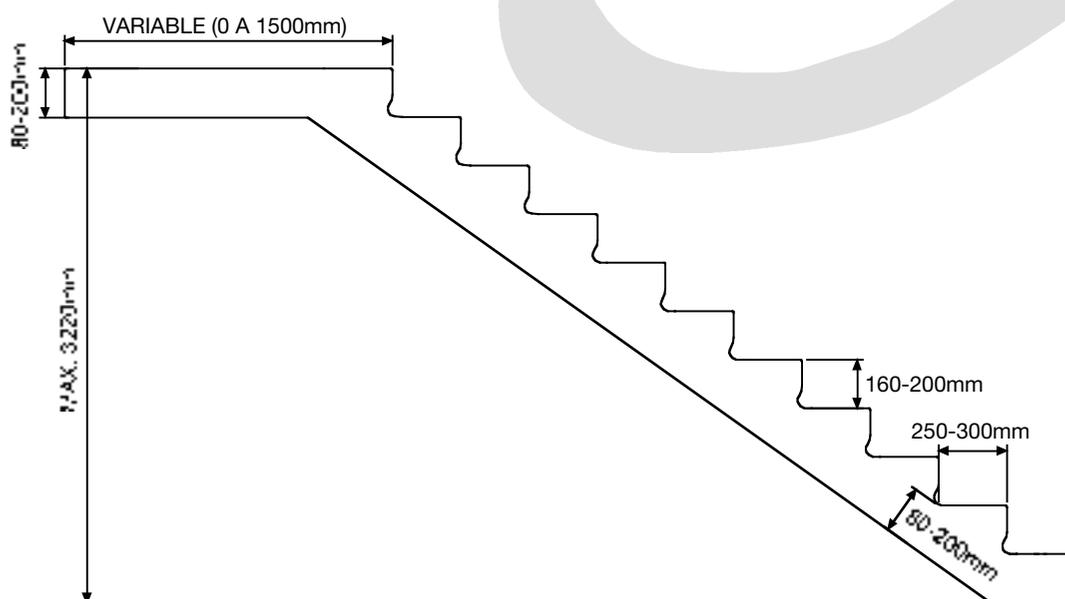
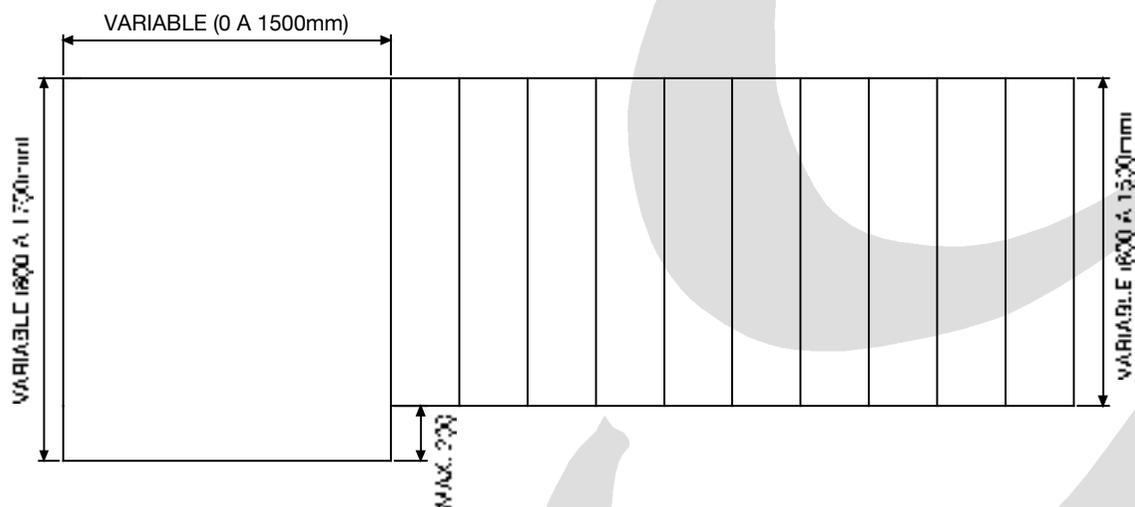


## ESCALERAS PREFABRICADAS

### Descripción de variables en escaleras.

- Anchura del pie o pisa en forma continua:  
250mm – 300mm.
- Altura del escalón ajustable en forma continua:  
160mm – 200mm.
- Grosor del nervio de la escalera:  
70mm – 200mm.
- Descansillos hasta 1500mm en cualquier escalón.
- Anchura de escalera: 800mm – 1500mm (a lo largo de todo el tramo).
- Número max. de escalones por tramo - 22.



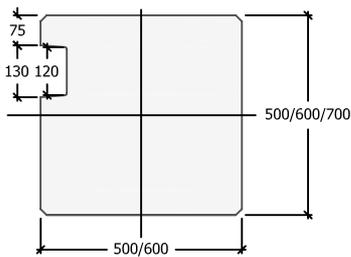


## CUADRO DE CARACTERÍSTICAS SEGÚN LA INSTRUCCIÓN EHE

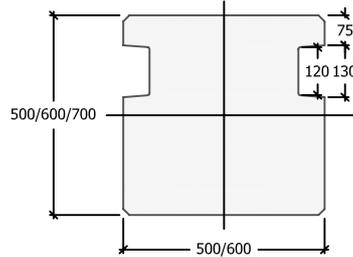
HORMIGÓN		
TIPO DE HORMIGÓN	RECUBRIMIENTO	COEFICIENTE PARCIAL DE SEGURIDAD $\gamma_c$
Art. 39 EHE	Art. 37 Y Anejo 7. EHE	Art. 15 EHE
HA - 30/P/20/IIb	35 mm.	$\gamma_c = 1,5$
ACERO		
TIPO DE HORMIGÓN		COEFICIENTE PARCIAL DE SEGURIDAD $\gamma_c$
Art. 31 EHE		Art. 15 EHE
B - 500 - S		$\gamma_s = 1,15$
EJECUCIÓN		
POR TRAMOS	NIVEL DE CONTROL	COEFICIENTE PARCIAL DE SEGURIDAD
		Art. 95 EHE
	INTENSO	$\gamma_a = 1,35$ $\gamma_a = 1,50$

**GEOMETRÍA DEL ELEMENTO**

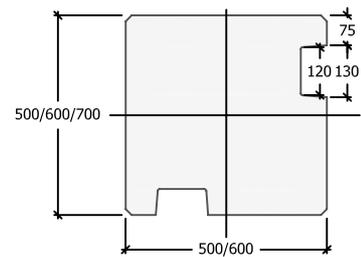
Cotas en mm



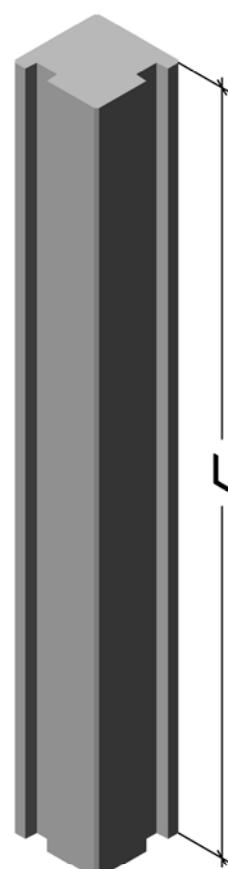
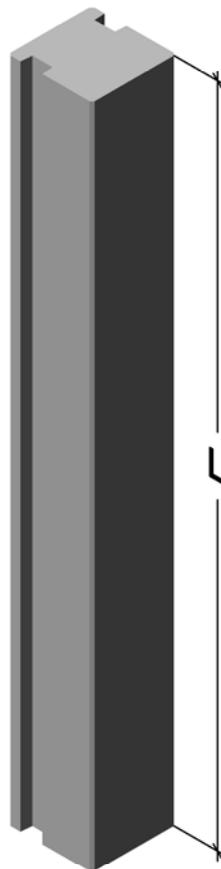
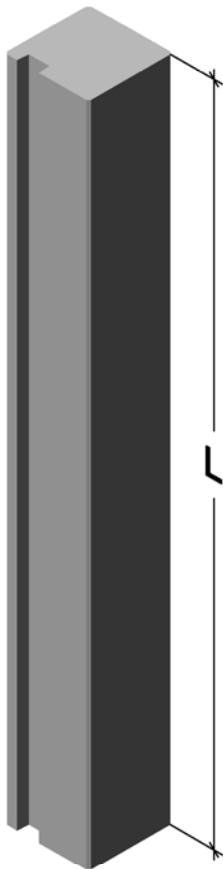
**PC1**



**PC2**



**PC2'**



L= VARIABLE SEGÚN PROYECTO

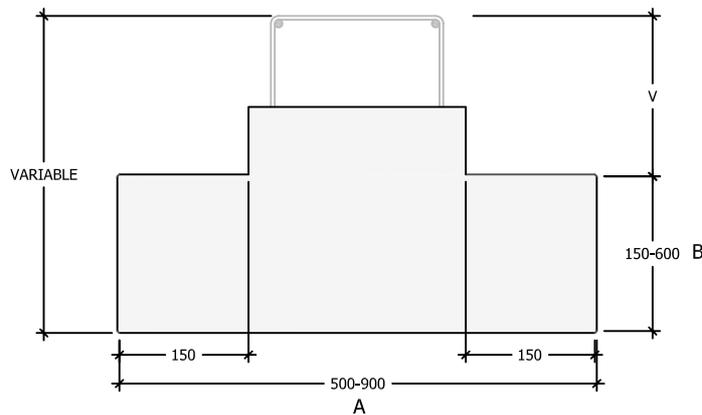
PESO (KN/ml)	50X50	50X60	50X70	60X70
PC1	6,00	7,20	8,50	10,20
PC2	5,75	7,00	8,30	10,00
PC2'	5,75	7,00	8,30	10,00

**COMPORTAMIENTO AL FUEGO**

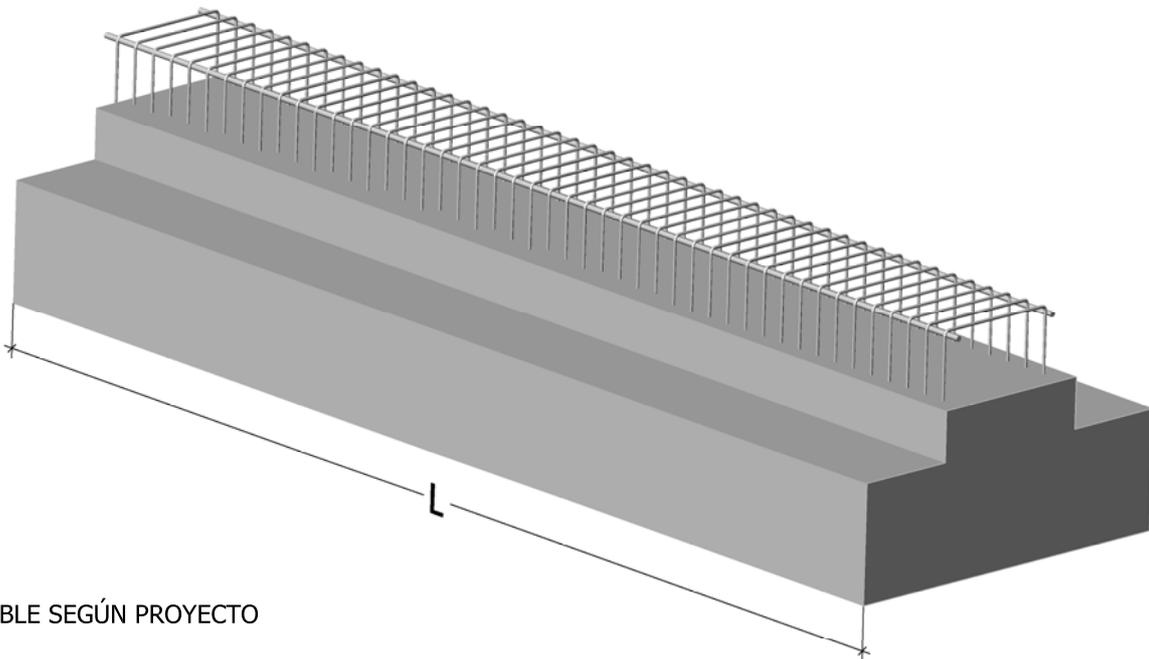
R-120

**GEOMETRÍA DEL ELEMENTO**

Cotas en mm



V= CANTO LOSA ALVEOLAR + CAPA COMPRESIÓN



L= VARIABLE SEGÚN PROYECTO

**PESO (KN/ml)**

A \ B	150	200	300	400	500	600
500	1,87	2,50	3,75	5,00	6,25	7,50
600	2,25	3,00	4,50	6,00	7,50	9,00
700	2,62	3,50	5,25	7,00	8,87	10,50
800	3,00	4,00	6,00	8,00	10,00	12,00
900	3,37	4,50	6,75	9,00	11,25	13,50

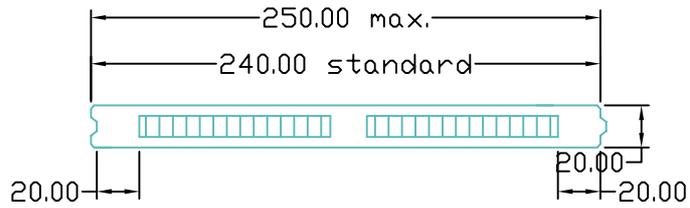
**COMPORTAMIENTO AL FUEGO**

R-90 (mínimo)



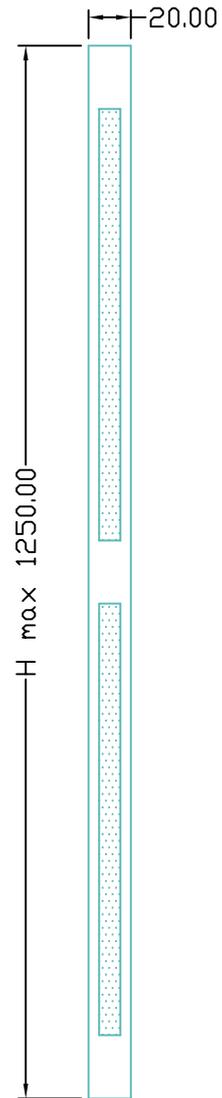
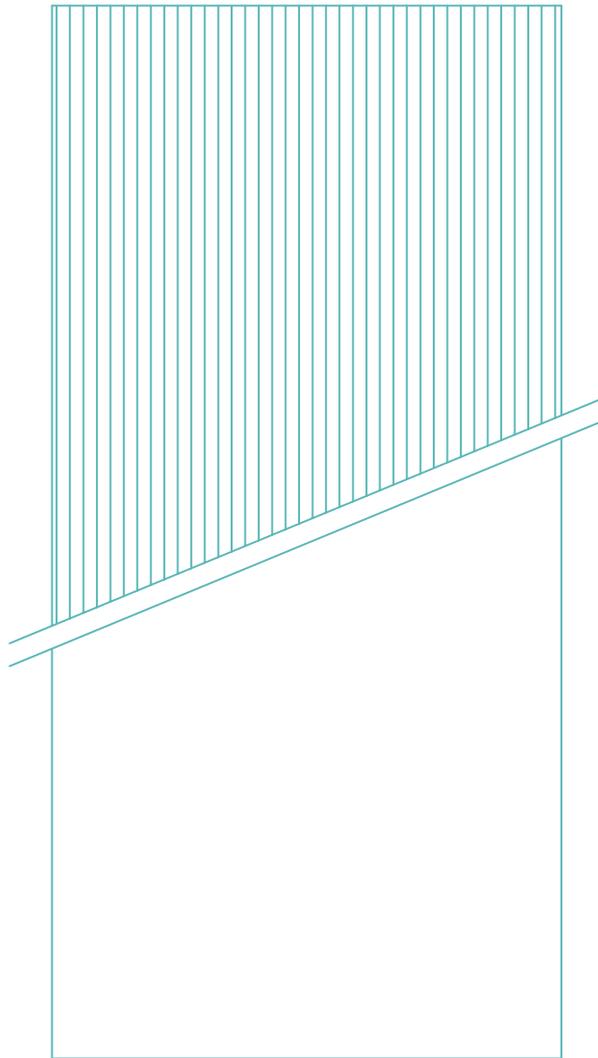
nº ES06/2090

TIPO	= PANEL 20 CM.
TEXTURA	= LISO/RAYADO
COLOR	= BLANCO/GRIS
PESO	= 350 Kg/m <sup>2</sup>
AISLANTE	= P. EXP. 10 CM TIPO I
ACERO(ZUNCH.)	= B-500-S
MALLA	= ME 20X20 D 5-5



RAYADO

LISO



**LUFORT**

VIGUETAS Y PREFABRICADOS

POL. INDUSTRIAL LA PAHILLA  
C/ COLLAO, ESQ. C/ TENDERO.

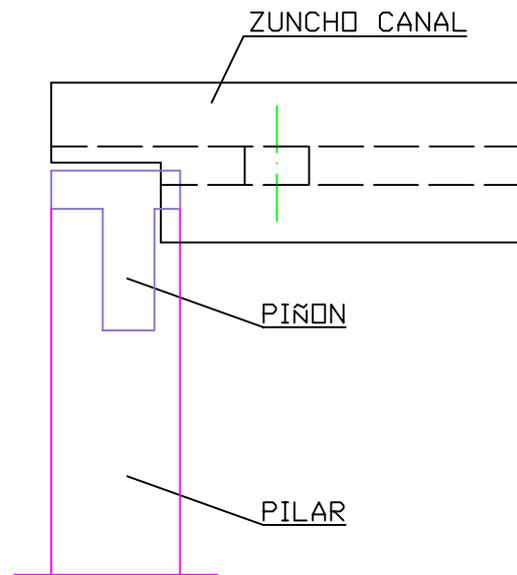
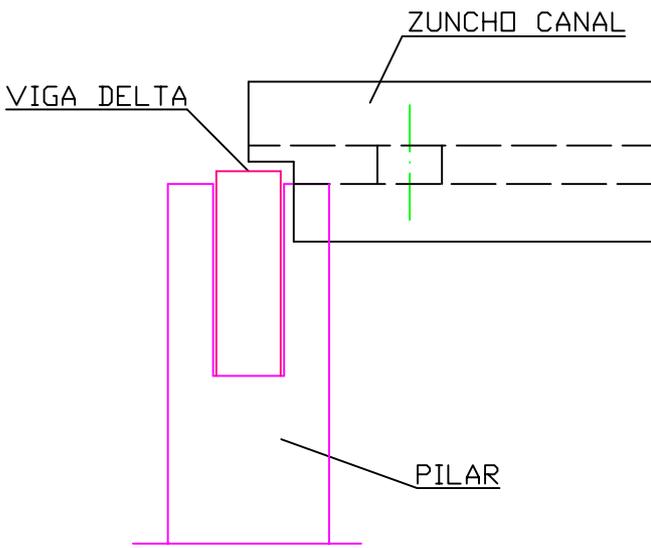
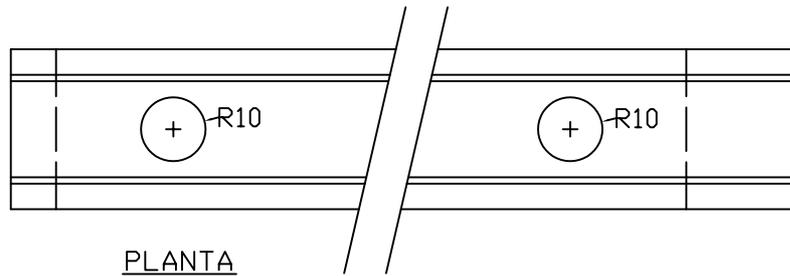
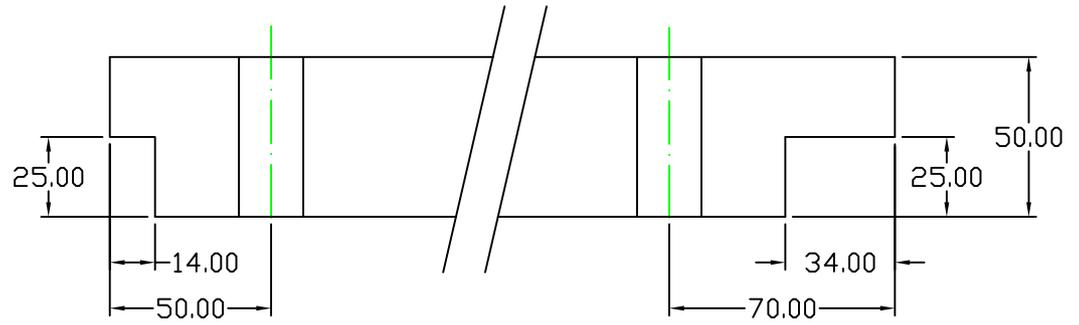
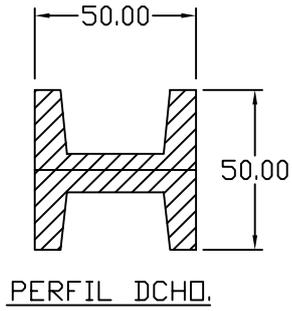
CHIVA -VALENCIA

TEL 96-2524123

FAX 96-2524114

Correo electrónico : etel@retemail.es

DESIGNACIÓN PLANO	PANEL DE 20 cm (P.A.-20)			CODIGO
				PA20
TIPO DE MATERIAL	PREFABRICADOS DE HORMIGÓN			
CARACTERÍSTICAS	-			
Nº ARCHIVO	C-2.31	E.S.C.	COTAS EN	PLANO
CATÁLOGO/T./PANEL-20		S/E	Cm	C-2.31 1



**LUFORT**

VIGUETAS Y PREFABRICADOS

POL. INDUSTRIAL LA PAHILLA  
C/ COLLAO, ESQ. C/ TENDERO.

CHIVA -VALENCIA

TEL 96-2524123

FAX 96-2524114

Correo electrónico : etel@retmail.es

DESIGNACIÓN PLANO

ZUNCHO CANAL (Z.C)

CODIGO

ZC

TIPO DE MATERIAL

PREFABRICADOS DE HORMIGON

CARACTERISTICAS

-

Nº ARCHIVO C-2.13

E.S.C.

COTAS EN

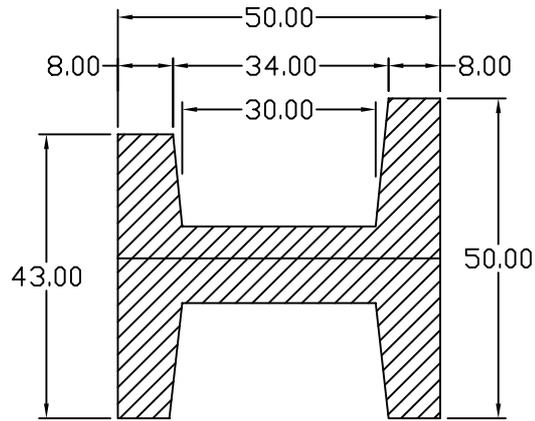
PLANO

CATALOGO/T./ FICHA ZUNCHO CANAL

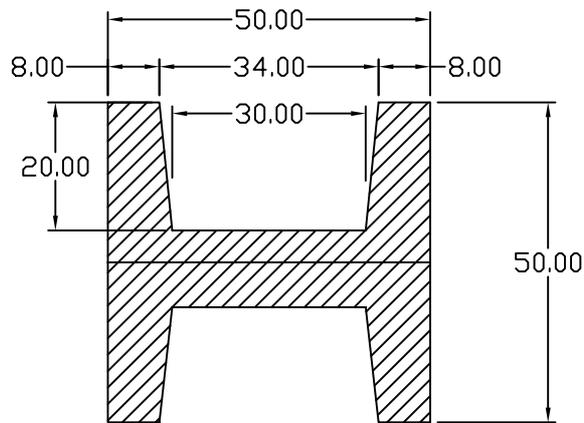
S/E

Cm

C-2.13  
Hoja 1 de 2



CANAL 50x50-T18



CANAL 50x50-T25/30



**LUFORT**

VIGUETAS Y PREFABRICADOS

POL. INDUSTRIAL LA PAHILLA  
C/ COLLAO, ESQ. C/ TENDERO.

CHIVA -VALENCIA

TEL 96-2524123

FAX 96-2524114

Correo electrónico : etel@retemail.es

DESIGNACIÓN PLANO	SECCION ZUNCHO CANAL (Z.C)			CODIGO
				ZC
TIPO DE MATERIAL	HORMIGON PREFABRICADO			
CARACTERISTICAS	-			
Nº ARCHIVO	C-2.13	E.S.C.	COTAS EN	PLANO
CATALOGO/T./SECCION ZUNCHO CANAL		S/E	Cm	C-2.13 Hoja 2 de 2



**ALJEMA**

P.I. Cavila Parc I-1  
30400 Caravaca de la Cruz (Murcia)

TÉCNICO AUTOR DE LA MEMORIA

José María Polo Palau  
Ingeniero Industrial  
www.kningenieros.com

Hoja 1 de 2

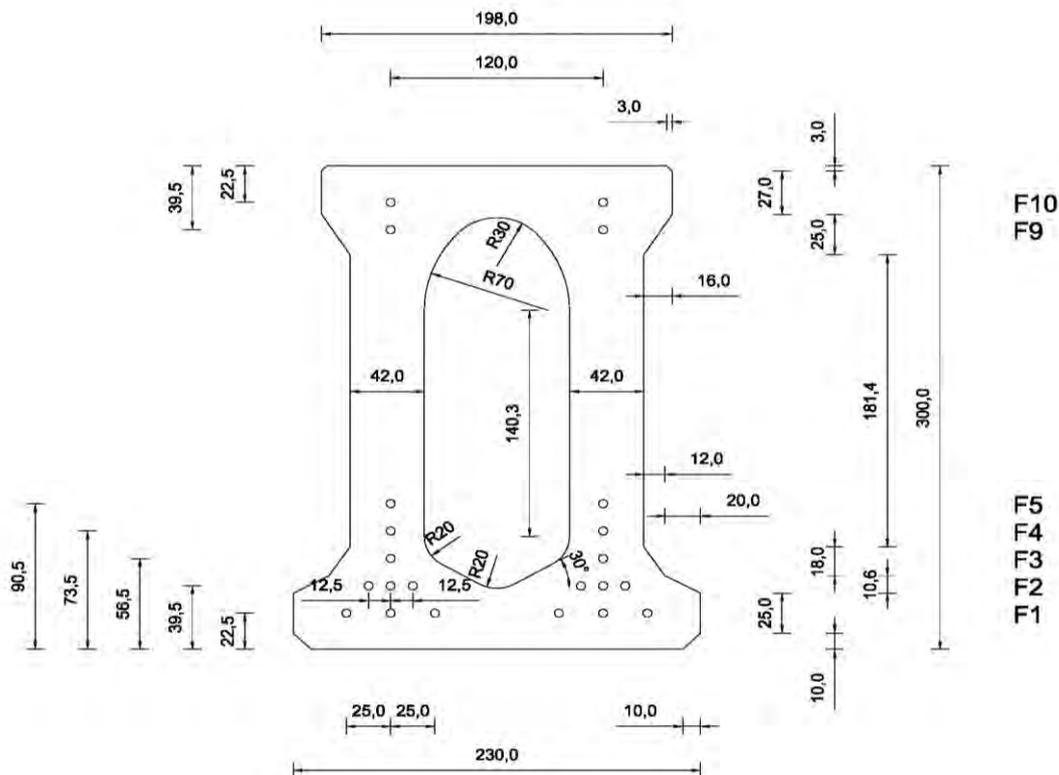


0099/CPR/A87/0132  
EN 13225:2004 / AC:2006



ER-1255/2008

**Geometría de la vigueta**



**Materiales.**

HORMIGON DE PLACA	HP-40 /S/12	f <sub>ck</sub> =40 N/mm <sup>2</sup>	γ <sub>c</sub> = 1.50
ACERO DE PRETENSAR ALAMBRE 5mm	UNE 36094-97 Y1860 C 5.0 I1	f <sub>pk</sub> =1685 N/mm <sup>2</sup>	γ <sub>s</sub> = 1.15      alargamiento rot 4%

**Armado de la placa.**

TIPO ARMADO		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
SITUACIÓN DE LAS ARMADURAS	F10		2 φ 5	2 φ 5	2 φ 5	2 φ 5	2 φ 5			2 φ 5	2 φ 5
	F9	2 φ 5						2 φ 5	2 φ 5		
	F8										
	F7										
	F6										
	F5						2 φ 5				2 φ 5
	F4						2 φ 5	2 φ 5			2 φ 5
	F3			2 φ 5	2 φ 5	2 φ 5	2 φ 5		2 φ 5	2 φ 5	2 φ 5
	F2		2 φ 5	2 φ 5	2 φ 5	2 φ 5	2 φ 5	4 φ 5	4 φ 5	4 φ 5	4 φ 5
	F1	4 φ 5	4 φ 5	4 φ 5	6 φ 5	6 φ 5	6 φ 5				
TENSION INICIAL	sup	1324	1324	1324	1200	1100	1000	1324	1324	1324	1200
	inf	1324	1324	1324	1200	1100	1000	1324	1324	1324	1200
PERDIDAS TOT. PLAZO INFINITO		17%	19%	20%	20%	22%	23%	17%	19%	20%	20%
TENSIÓN AGRIETAM.	N/mm <sup>2</sup>	1.17	1.51	1.83	1.97	2.22	2.48	1.18	1.56	1.95	2.28
TENSIÓN DESTESADO	N/mm <sup>2</sup>	25	25	27	30	36	43	25	25	30	38

**ALJEMA**

P.I. Cavila Parc I-1

30400 Caravaca de la Cruz (Murcia)

TÉCNICO AUTOR DE LA MEMORIA

José María Polo Palau

Ingeniero Industrial

www.kningenieros.com

Hoja 2 de 2


**0099/CPR/A87/0132**  
**EN 13225:2004 / AC:2006**


UNE-EN ISO 9001

ER-1255/2008

**Características mecánicas de la vigueta aislada.**

TIPO DE PLACA	Tensiones debidas al pretensado			FLEXIÓN POSITIVA							MÓDULO RESISTENTE		RIGIDEZ	FLEXIÓN NEGATIVA	
	P.e	$\sigma_{p,inf}$	$\sigma_{p,sup}$	Momento	Momento	CORTANTE	$M_o$	$M_o'$	$M_o2$	inferior	superior	Momento		Momento	
				Último	Ejec. vano	$V_u$							Último		Ejec.s/sop
	m-kN	N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>	m-kN	m-kN	kN	m-kN	m-kN	m-kN	cm <sup>3</sup>	cm <sup>3</sup>	cm <sup>3</sup>	cm <sup>3</sup>	cm <sup>3</sup>	cm <sup>3</sup>
T-1	-5.64	5.66	1.17	35.00	14.88	47.03	14.88	16.60	30.43	2628	2418	14006	17.53	13.87	
T-2	-9.32	8.18	0.75	48.08	21.61	51.33	21.61	23.89	38.82	2643	2419	14045	19.06	12.85	
T-3	-12.85	10.60	0.36	58.34	28.17	55.30	28.17	31.01	46.96	2658	2420	14087	19.85	11.90	
T-4	-16.35	12.47	-0.58	68.95	33.45	59.01	33.45	36.61	53.62	2682	2424	14159	19.39	9.64	
T-5	-17.05	13.04	-0.58	74.49	35.13	62.51	35.13	38.47	56.93	2694	2424	14189	21.00	9.65	
T-6	-17.08	13.19	-0.46	77.24	35.62	65.83	35.62	39.04	59.16	2701	2423	14205	22.99	9.94	
T-7	-4.19	5.11	1.77	32.82	13.39	47.03	13.39	16.87	28.99	2622	2418	13991	18.92	15.30	
T-8	-7.86	7.61	1.35	44.71	20.07	51.33	20.07	24.69	37.38	2636	2418	14024	19.74	14.29	
T-9	-10.08	9.53	1.50	53.23	25.20	55.30	25.20	30.93	44.23	2644	2417	14041	22.46	14.64	
T-10	-11.32	10.51	1.49	59.56	27.88	59.01	27.88	34.16	48.65	2651	2416	14059	24.53	14.63	

Peso de la pieza (kN/ml): 0.89

La resistencia característica del hormigón en obra estará de acuerdo con el ambiente en obra y el recubrimiento total será completado con el revestimiento adecuado para dicho ambiente.

Los momentos y cortantes provenientes de las cargas mayoradas con el coeficiente de ponderación deben ser menores que los valores últimos.

Según clase de exposición, abertura máxima de fisura:  $W_{kl}=0.2\text{mm}$   $W_{kIIa}=0.2'\text{mm}$   $W_{kIIIyV}=\text{descompresion}$

$M_o$ = momento de descompresión de la fibra inferior de la sección

$M_o'$ = momento que produce tensión nula en la fibra de la sección situada a la profundidad de la armadura inferior

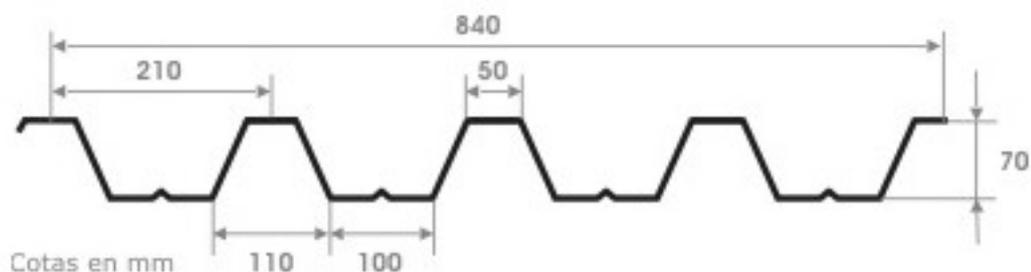
$M_o2$ = momento para el que se produce fisura de ancho 0.2 mm.

A 28 días. Para otra edad se multiplicará por el factor:

Edad	7 días	14 días	21 días	28 días	3 meses	6 meses	1 año	>5 AÑOS
Rigidez	0.83	0.89	0.91	1.00	1.08	1.13	1.16	1.20
Momento de fisuración	0.78	0.86	0.96	1.00	1.10	1.17	1.22	1.27

# ANEXO 4. FICHAS TÉCNICAS ELEMENTOS DE CUBIERTA

### ⌘ DIMENSIONES



### ⌘ APLICACIONES

Perfil apto para grandes luces y fuertes sobrecargas  
Cubierta simple  
Cubierta sandwich  
Encofrado perdido

### ⌘ CARACT. MECÁNICAS DEL MATERIAL

Limite Elástico  $\geq 250$  N/mm<sup>2</sup>.  
Material Base Calidad S250GD  
Limite de rotura  $\geq 330$  N/mm<sup>2</sup>  
Módulo de elasticidad = 210.000 N/mm<sup>2</sup>  
Alargamiento de Rotura Min. 19%

### ⌘ VALORES EFICACES DEL PERFIL

Espesor	Peso	M. Inercia	M. Resistente (positivos)	M. Resistente (negativos)
mm	Kg/m <sup>2</sup>	mm <sup>4</sup> /m	mm <sup>3</sup> /m	mm <sup>3</sup> /m
0,6	6,96	462.532	9.858	12.196
0,7	8,13	592.251	13.135	16.255
0,75	8,71	698.464	16.127	17.837
0,8	9,29	778.881	18.405	19.159
1	11,61	1.055.920	25.899	24.499
1,2	13,93	1.267.597	31.038	29.834

### ⌘ ALTERNATIVAS Y CONDICIONES DE FABRICACIÓN

#### Recubrimientos de Zinc:

Galvanizado Z-275 (275 gramos/m<sup>2</sup> por ambas caras)  
Prelacados Z-225 (225 gramos/m<sup>2</sup> por ambas caras)

#### Revestimientos Especiales:

Alta Durabilidad, Plastisoles, PVDF, consultar ficha de acabados.  
Bajo consulta estos revestimientos pueden ser a dos caras.

**Colores:** Según carta Aceralia o carta RAL bajo consulta.

**Perforado:** Disponibilidad de perforación del material para aplicaciones de atenuación acústica.

## ▣ TABLAS DE RESISTENCIA

### CARGAS MÁXIMAS (kp/m<sup>2</sup>)

1 VANO ▲▲		Luces (m)									
		2,80	3,00	3,20	3,40	3,60	3,80	4,00	4,20	4,40	4,60
Espesor (mm)	0,60	169	138	113	95	79	68	58	50	43	38
	0,70	217	177	145	122	102	87	74	64	56	49
	0,75	256	209	171	143	120	103	88	76	66	58
	0,80	286	233	191	160	134	114	98	85	73	65
	1,00	387	315	259	217	182	155	133	115	99	87
	1,20	465	378	311	260	219	186	159	138	120	105

2 VANOS ▲▲▲		Luces (m)									
		2,80	3,00	3,20	3,40	3,60	3,80	4,00	4,20	4,40	4,60
Espesor (mm)	0,60	175	159	144	132	121	112	103	96	89	83
	0,70	233	212	192	176	161	149	137	128	118	111
	0,75	261	237	215	197	180	166	153	142	132	123
	0,80	288	261	237	216	198	183	168	156	145	135
	1,00	403	363	329	300	274	252	231	215	199	185
	1,20	525	472	427	387	354	324	265	275	255	237

3 VANOS ▲▲▲▲		Luces (m)									
		2,80	3,00	3,20	3,40	3,60	3,80	4,00	4,20	4,40	4,60
Espesor (mm)	0,60	207	159	171	132	144	112	110	96	82	83
	0,70	276	212	228	176	192	149	140	128	105	111
	0,75	310	237	255	197	215	166	166	142	124	123
	0,80	342	261	282	216	236	183	185	156	139	135
	1,00	480	363	393	300	328	252	251	215	188	185
	1,20	628	565	512	465	413	351	301	260	226	198

Cálculos realizados a Flecha, Flexión, Cortante y Abolladura.

## ▣ NORMATIVA

EUROCODIGO - 3: Proyecto de Estructuras Metálicas  
 UNE-ENV 1993 - 1-1: Reglas Generales y Reglas para la Edificación  
 ENV 1993 - 1-3: Cold Formed Thin Gauge Members and Sheetting  
 NBE-EA-95 Parte 4: Calculo de las Piezas de Chapa Conformada de Acero en Edificaciones

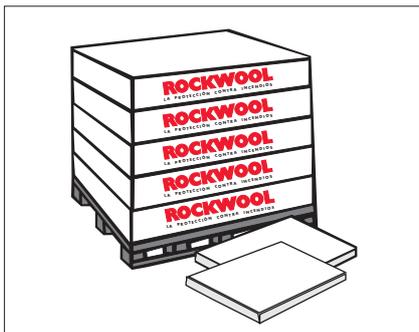
## ▣ LEYENDA DE CÁLCULO

ELU: Carga Máxima = 1,35 \* Peso Propio + 1,50 \* Sobrecarga Uso  
 ELS: Carga Máxima = 1,00 \* Peso Propio + 1,00 \* Sobrecarga Uso - Flecha Máxima < L /200  
 Cálculos realizados por el Dpto de Mecánica de los Medios Continuos y Teoría de Estructuras (UPV)

Ingeniería y Construcción del Perfil S.A. se reserva el derecho a efectuar cualquier modificación en las características y datos técnicos generales y particulares de sus perfiles, realizados por necesidades de producción o mejora tecnológica.

Ingeniería y Construcción del Perfil S.A. no se hace responsable del incumplimiento de las Recomendaciones de Instalación de los perfiles.

# DUROCK 386



## Descripción del producto

Panel rígido de lana de roca volcánica, levemente impregnada con resina y constituido por dos capas de diferente densidad y dureza.

## Aplicación

Aislamiento térmico y acústico en cubiertas metálicas o de hormigón.

## Ventajas

- Facilidad y rapidez de instalación.
- Altas prestaciones mecánicas.
- Excelente resistencia al punzonamiento.
- Seguridad en caso de incendio.
- Mejora notoria del aislamiento acústico.
- No hidrófilo ni higroscópico.
- Químicamente inerte.
- Libre de CFC y HCFC, respetuoso con el medio ambiente.

## Características técnicas

### Densidad nominal

135-220 Kg/m<sup>3</sup>

### Calor específico

0.84 kJ/kg K a 20 °C.

### Conductividad térmica

0.038 W/(m.K)

Según norma UNE-EN 12667

### Resistencia térmica

Espesor en mm	50	60	70	80	90	100
R(m <sup>2</sup> K/W)	1.30	1.55	1.80	2.10	2.35	2.60

## Comportamiento al agua

Los productos de lana de roca no retienen el agua y poseen una estructura no capilar. Por ser estructura abierta, la lana de roca ofrece una fuerte permeabilidad al vapor de agua. La lana de roca no se altera por eventuales condensaciones en la estructura del edificio.

- Es poco sensible a las variaciones de la temperatura y la hidrometría. Hinchamiento medio del espesor 2% (<5%) (probeta mantenida 15 minutos a 100° C, 100%. (Humedad relativa y después enfriada a la temperatura ambiente).

- Absorción de agua tras una inmersión completa: 11/12% a 20° C después de 7 días de saturación. Retorno al peso inicial en 48 horas.

## Resistencia al paso del vapor de agua

La resistencia al paso del vapor de agua es ínfimo, similar al del aire  $\mu \pm 1.4$ .

## Reacción al fuego

Panel clasificado como incombustible.

Euroclase: A1

Según norma UNE-EN 13501.1

## Estabilidad dimensional

- Coeficiente de dilatación térmica lineal:  $2 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ .
- Retención residual a 20 °C tras 4 días a 70 °C: Inapreciable.
- Variación dimensional con una estabilización ambiental a 20° C entre 65 y 80% de humedad relativa:
  - sentido longitudinal < 1 mm/m.
  - sentido transversal < 1 mm/m.

## Aislamiento acústico

A menudo es necesario dotar a los cerramientos de un alto nivel de aislamiento acústico. La lana de roca Rockwool gracias a su disposición multidireccional aporta a los elementos constructivos una notable capacidad de aumentar el nivel de aislamiento acústico

Consulte manual de aislamiento.

## Resistencia a la compresión

Resistencia a la compresión para una deformación al 10%  $\geq 60$  KPa.

La capa superior de alta densidad aporta una mayor resistencia a la compresión gracias a la mejor distribución de la carga sobre la totalidad de la superficie del panel.

# Cubiertas

## Características químicas

La lana de roca Rockwool es químicamente inerte y no puede causar y favorecer la aparición de una corrosión de materiales. Es indeformable con el paso de los años. No favorece el desarrollo bacteriano.

## Dimensiones

	Largo: 2400 mm			Ancho: 1200 mm		
Espesor en mm	50	60	70	80	90	100

\* Para otras dimensiones, consúltenos.

## Instalación

- Los paneles se dispondrán al tresbolillo.
- El número de fijaciones por panel depende de la altura de la cubierta y del tipo de impermeabilización.
- En el caso de que la lámina impermeabilizante se fije mecánica y directamente sobre el soporte, sólo será necesaria una fijación por cada panel de lana de roca.

## Mantenimiento

Los paneles DUROCK no precisan ningún tipo de mantenimiento.

## Embalaje

Los paneles son suministrados en paquetes embalados con película plástica y retráctil y paletizados. Los paquetes deben almacenarse sin contacto con el suelo y a cubierto.

## Generalidades

Los valores reseñados en la presente ficha técnica son valores medios obtenidos en ensayos. Rockwool se reserva el derecho en todo momento y sin previo aviso a modificar las especificaciones de sus productos.



## DANOPLAX 30 P PLAST

Lámina impermeabilizante bituminosa de superficie no protegida tipo LBM-30-PE (APP-5 °C). Compuesta por una armadura de film de polietileno, recubierta por ambas caras con un mástico de betún modificado con plastómeros (plegabilidad -5°C), usando como material antiadherente un film plástico por ambas caras.



### DATOS TÉCNICOS

DATOS TÉCNICOS	VALOR	UNIDAD	NORMA
Comportamiento frente a un fuego externo	PND	-	UNE-EN 1187; UNE-EN 13501-5
Reacción al fuego	E	-	UNE-EN 11925-2, UNE-EN 13501-1
Estanquidad al agua	Pasa	-	UNE-EN 1928
Resistencia a la tracción longitudinal	200 ± 100	N/5cm	UNE-EN 12311-1
Resistencia a la tracción transversal	200 ± 100	N/5cm	UNE-EN 12311-1
Elongación a la rotura longitudinal	350 ± 100	%	UNE-EN 12311-1
Elongación a la rotura transversal	350 ± 100	%	UNE-EN 12311-1
Resistencia a la penetración de raíces	No Pasa	-	UNE-EN 13948
Resistencia a la carga estática	PND	kg	UNE-EN 12730
Resistencia al impacto	PND	mm	UNE-EN 12691
Resistencia al desgarro longitudinal	PND	N	UNE-EN 12310-1
Resistencia al desgarro transversal	PND	N	UNE-EN 12310-1
Resistencia de juntas: pelado de juntas	PND	-	UNE-EN 12316-1
Resistencia de juntas: cizalla de la soldadura	200±100	-	UNE-EN 12317-1
Flexibilidad a bajas temperaturas	< -5	°C	UNE-EN 1109
Factor de resistencia a la humedad	20.000	-	UNE-EN 1931
Sustancias peligrosas	PND	-	-
Durabilidad flexibilidad	0 ± 5	°C	UNE-EN 1109
Durabilidad fluencia	120 ± 10	°C	UNE-EN 1110

Pasa = Positivo o correcto No pasa = Negativo PND = Prestación no determinada - = No exigible

### DATOS TÉCNICOS ADICIONALES

DATOS TÉCNICOS ADICIONALES	VALOR	UNIDAD	NORMA
Masa nominal	3.0	kg/m <sup>2</sup>	-
Masa mínima	2.85	kg/m <sup>2</sup>	-
Espesor nominal	2.5 -0.3	mm	-
Resistencia a la fluencia a altas temperaturas	> 130	°C	UNE-EN 1110
Estabilidad dimensional a elevadas temperaturas (longitudinal)	< 2.5	%	UNE-EN 1107-1
Estabilidad dimensional a elevadas temperaturas (transversal)	< 2.5	%	UNE-EN 1107-1
Determinación de la pérdida de gránulos	PND	%	UNE-EN 12039

Tolerancia de espesor de láminas = -0,3 mm, excepto láminas de espesor 2 y 2,4 mm con tolerancia = -0,2 mm.

Tolerancia de masa de las láminas: -5% (mínimo) y +10% (máximo) del valor nominal.

### NORMATIVA Y CERTIFICACIÓN

Cumple con las exigencias del Código Técnico de la Edificación.

Cumple con los requisitos de la norma UNE EN 13707

Cumple con los requisitos del Mercado CE.

## CAMPO DE APLICACIÓN

Uso recomendado:

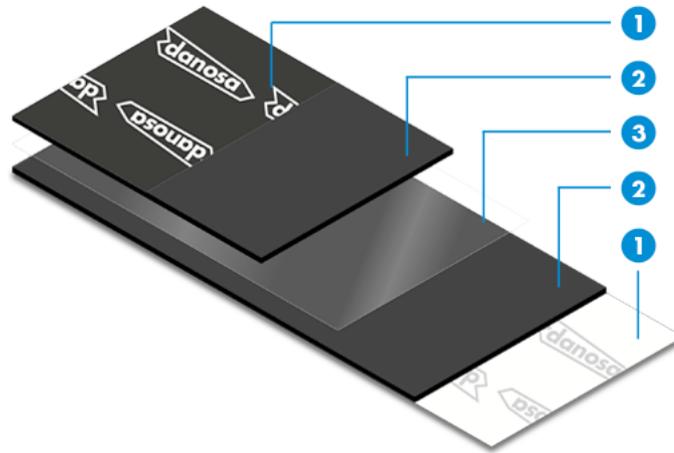
- No se contempla su uso como lámina principal en ningún sistema.

Uso mejorado:

- Refuerzo en membranas impermeabilizantes monocapas mejoradas.

## PRESENTACIÓN

PRESENTACIÓN	VALOR	UNIDAD
Longitud	10	m
Ancho	1	m
Superficie por rollo	10	m <sup>2</sup>
Rollos por palet	30	rollos
Código de Producto	161081	-



1. film plástico
2. betún modificado con plastómeros (plegabilidad -5°C)
3. film de polietileno

## VENTAJAS Y BENEFICIOS

La lámina DANOPLEX 30 P PLAST, al estar constituida por un mástico de betún modificado con polímeros, aporta, con respecto a las láminas de oxiasfalto, unas elevadas prestaciones a altas y bajas temperaturas, plasticidad y resistencia al envejecimiento, lo que conlleva una mayor durabilidad de la lámina y de la seguridad de la membrana impermeabilizante.

La lámina DANOPLEX 30 P PLAST, al incorporar una armadura de film de polietileno, presenta las siguientes ventajas que proporcionan beneficios concretos al sistema:

### VENTAJAS

- Manejabilidad
- Elongación

### BENEFICIOS

- Adaptación al soporte
- Absorción de movimientos estructurales en sistemas no adheridos

Debido a las particularidades de las armaduras de polietileno en lo que a colocación y comportamiento del producto se refiere, Danosa recomienda el uso de GLASDAN 30 P PLAST o ESTERDAN 30 P PLAST, según el caso.

Danoplax 30 P PLAST es por lo tanto una lámina de mejores presataciones que una lámina de oxiasfalto de similares características.

## MODO DE EMPLEO

Preparación del soporte:

- La superficie del soporte base deberá ser resistente, uniforme, lisa, estar limpia, seca y carecer de cuerpos extraños. En caso de ser un aislamiento térmico, las placas se colocarán a matajuntas y sin separaciones entre placas superiores a 0,5 cm.

- Refuerzo en membranas impermeabilizantes monocapas mejoradas. La adherencia al soporte de la lámina se efectúa con soplete. En el caso de soportes de mortero u hormigón, previamente se aplicará una imprimación bituminosa (Curidán, Impridán 100, Maxdán o Maxdán Caucho). En el caso de que el soporte sea un panel de aislamiento térmico soldable, es decir, acabado en asfalto (Rocdán A o Rocdán Pir VA), no será necesaria la imprimación. Los solapes se han de soldar, y serán de 8 cm. tanto en el sentido longitudinal como en el transversal.

## INDICACIONES IMPORTANTES Y RECOMENDACIONES

- Lámina destinada a complementar las láminas de betún modificado de plegabilidad - 15 °C, en sustitución de las láminas de oxiasfalto.

- No se debe utilizar como membrana monocapa en ningún caso.

- No utilizar como lámina superior en cubierta ajardinada.

- No existe incompatibilidad química entre la gama de láminas Danosa de oxiasfalto, de betún elastómero SBS y de betún plastómero.

- Se debería disponer una capa separadora (DANOFELT o DANODREN) antes de colocar la protección pesada (pavimento, grava, tierra vegetal, etc...).

- Este producto forma parte de un sistema de impermeabilización, por lo que se deberá tener en cuenta el Catálogo de Soluciones Constructivas de Danosa, Pliego de Condiciones así como el resto de documentación Danosa y toda normativa de obligado cumplimiento al respecto.

- En caso de ser necesario adherirse sobre elementos metálicos, caso de perfiles de chapa plegada en petos y juntas de dilatación, en cubierta deck, previamente se aplicará una imprimación bituminosa (Impridán 100) a toda la superficie a soldar.

- Se controlará la posible incompatibilidad entre los aislamientos térmicos y la impermeabilización.

- Se evitará proyectar espuma de poliuretano directamente encima de la impermeabilización sin la utilización de una capa separadora adecuada (geotextiles, capas de mortero, film de polietileno, etc...).

- En caso de rehabilitación, se tendrá en cuenta las incompatibilidades químicas con antiguas impermeabilizaciones consistentes en láminas de PVC flexible y másticos modificados de base alquitrán, pudiendo ser necesario la eliminación total o utilizar capas separadoras adecuadas (geotextiles, capas de mortero, film de polietileno, etc...).

- En caso de obra nueva y rehabilitación se tendrá en cuenta las posibles incompatibilidades con otro tipo de láminas.

NOTA: Las láminas impermeabilizantes Danosa deben ser instaladas preferentemente en los siete meses siguientes a la fecha de su fabricación.

## RECOMENDACIONES DE MANTENIMIENTO

Se prestará especial atención al mantenimiento de la cubierta.

Las operaciones mínimas a realizar serán las siguientes:

- Examen general de los elementos de impermeabilización.
- La inspección de todas las obras complementarias visibles de la cubierta como pueden ser los petos, elementos verticales, chimeneas, lucernarios, claraboyas, canalones, etc...
- Verificación de la impermeabilización en los elementos emergentes (perfiles metálicos, rozas, cajeados, solapes, altura de la impermeabilización, etc...).
- Verificación y limpieza de los sistemas de drenaje y evacuación de agua (bajantes, canalones, sumideros, etc...).
- Eliminación periódica de moho, musgo, hierbas y cualquier tipo de vegetación que se haya podido generar en la cubierta.
- Eliminación periódica de los posibles sedimentos que se hayan acumulado en la cubierta (limos, lodos, gránulos de pizarra, etc...) por retenciones ocasionales de agua.
- Eliminación periódica de detritos y pequeños objetos que se hayan acumulado en la cubierta.
- El mantenimiento en buen estado y la conservación en de los elementos de albañilería relacionados con la impermeabilización, como pueden sr aleros, petos, etc...
- Mantenimiento de la protección de la cubierta en las condiciones iniciales.
- Revisión del estado de las impermeabilizaciones autoprotegidas (adherencia al soporte, estado de solapos, aspecto visual, etc...) y reparación de defectos observados.

Estas operaciones se realizarán al menos 2 veces al año, preferentemente al inicio de la primavera y el otoño, debiendo aumentarse en el caso de cubiertas o limahoyas con pendiente nula. También puede ser necesario realizar labores de mantenimiento suplementarias dependiendo del tipo de cubierta, localización de la misma, proximidad de las cubiertas a zonas con existencia de árboles o en zonas con altos niveles de contaminación, etc...

Más información en el documento Recomendaciones de mantenimiento y reparación de cubiertas planas impermeabilizadas con láminas de betún modificado

## MANIPULACIÓN, ALMACENAJE Y CONSERVACIÓN

- Este producto no es tóxico ni inflamable.
  - Se almacenará en un lugar seco y protegido de la lluvia, el sol, el calor y las bajas temperaturas.
  - Se almacenará en posición horizontal.
  - Se utilizará por orden de llegada a la obra.
  - No deben realizarse trabajos de impermeabilización cuando las condiciones climatológicas puedan resultar perjudiciales, en particular cuando esté nevando o haya nieve o hielo sobre la cubierta, cuando llueva o la cubierta esté mojada, humedad superficial > 8 % según NTE QAT, o cuando sople viento fuerte.
  - DANOPLAX 30 P PLAST no debe ser instalado cuando la temperatura sea inferior a 0 °C.
  - En todos los casos deberán tenerse en cuenta las normas de Seguridad e Higiene en el trabajo, así como las normas de buena práctica en la construcción.
  - Danosa recomienda consultarla ficha de seguridad de este producto que está disponible permanentemente en [www.danosa.com](http://www.danosa.com), o bien puede solicitarse por escrito a nuestro Departamento Técnico.
  - Para cualquier aclaración adicional, rogamos consulten con nuestro Departamento Técnico.
- 
- Para almacenar en altura, las estanterías deben tener tres travesaños, o refuerzos debajo de los patines del palet de madera
  - Antes de manipular el palet hay que verificar el estado del retráctil, y reforzarlo si fuera necesario.
  - Para su manipulación con grúa usar una red protectora como figura en la etiqueta de los palets.

## AVISO

La información que aparece en la presente documentación en lo referido a modo de empleo y usos de los productos o sistemas Danosa, se basa en los conocimientos adquiridos por danosa hasta el momento actual y siempre y cuando los productos hayan sido almacenados y utilizados de forma correcta.

No obstante, el funcionamiento adecuado de los productos dependerá de la calidad de la aplicación, de factores meteorológicos y de otros factores fuera del alcance de danosa. Así, la garantía ofrecida pues, se limita a la calidad intrínseca del producto suministrado. Danosa se reserva el derecho de modificar, sin previo aviso, los datos reflejados en la presente documentación.

Los valores que aparecen en la ficha técnica son resultados de los ensayos de autocontrol realizados en nuestro laboratorio. Abril 2012.

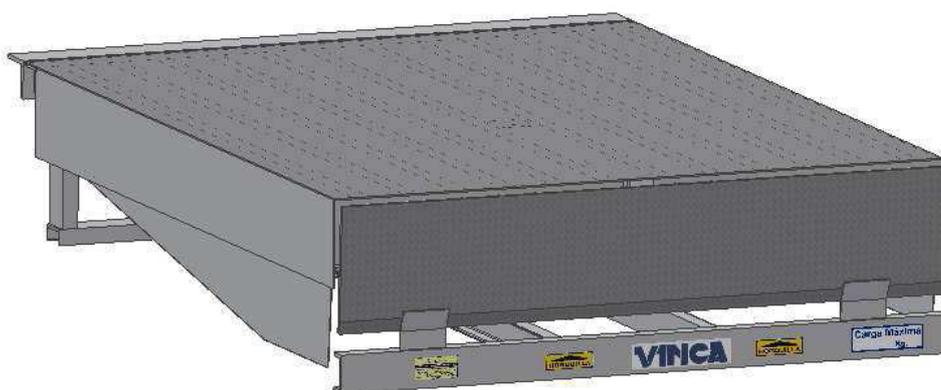
Página web: [www.danosa.com](http://www.danosa.com) E-mail: [info@danosa.com](mailto:info@danosa.com) Teléfono: 902 42 24 52

# ANEXO 5. FICHAS TÉCNICAS OTROS ELEMENTOS

**RAMPAS ELECTROHIDRÁULICAS PARA  
MUELLES DE CARGA****RAH-N (HIDRAULICA) CON LABIO ABATIBLE**

Descripción técnica:

- Estructura robusta y flexible, que permite el alabeo transversal para adaptarse a los desniveles que presente la caja del camión, de forma automática.
- Faldón construido en acero de máxima resistencia ST-52.
- Sujeción de faldón a la plataforma a través de 26 bisagras autolimpiantes independientes.
- Piso en chapa lagrimada antideslizamiento, anti vibraciones.
- La rampa RA-HN es la mejor inversión para su muelle de carga, gracias a:
  - Instalación y montaje fácil y rápido.
  - Con el mismo pulsador controlamos el despliegue automático el faldón, el descenso autocontrolado del mismo hasta su contacto con la caja del camión y su rápida vuelta a reposo al concluir las operaciones de carga.
- La seguridad de la Rampa VINCA-RA-HN para soportar tráfico transversal, cuando está a nivel y en reposo.



*Datos y características sujetos a cambios sin previo aviso.*

# Rampa de carga automática RA-H

Ref. 63.5

## Seguridades de la rampa RAH-N:

- Protectores laterales de pies telescópicos, que evitan la cizalladura durante todo el recorrido de la plataforma, topes de caucho y barra de seguridad para inspección.
- Seguridades standard : válvula contra rotura de latiguillos, paro de emergencia y dispositivo automático de bloqueo de la plataforma en caso de fallo del suministro eléctrico.

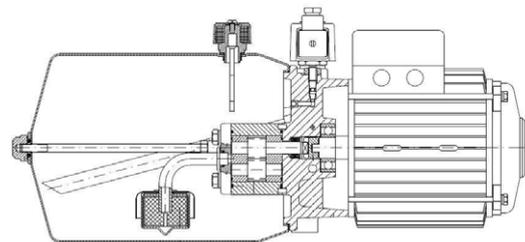
## Cuadro de Maniobra RAH-N:

- Baja tensión.
- Cuadro protección IP-54.



## Sistema Hidráulico RA-HN:

- El sistema hidráulico de la Rampa electrohidráulica RA-HN consiste en un grupo de bomba/motor, depósito para aceite hidráulico y líneas de presión para el pistón principal y el cilindro del labio.
- Aceite antiespumante de 4 a 5 grados de viscosidad ENGLER.



La rampa RA-HN es conforme a directivas comunitarias 2006/42/CEE, 2004/108/CEE y las normas armonizadas EN 1398 y EN 982



## Configuraciones disponibles:

### Acabados superficie rampa:

- **Pintura estándar:** Gris RAL 7037.
- **Opcional:** otros colores RAL bajo pedido.
- Galvanizado en caliente.

### Superficie losa superior:

- Estándar: Chapa lagrimada.

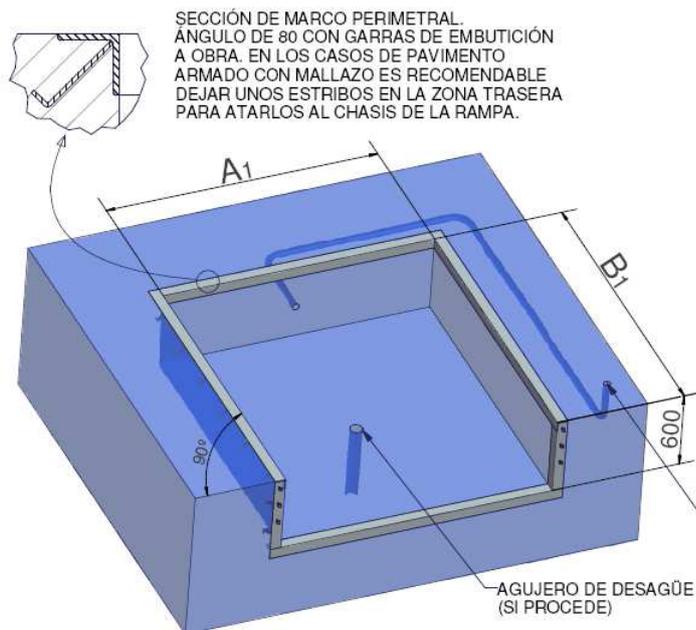
### Capacidad:

- Estándar 60 kN
- Opcional: 80 kN y 100 kN.
- Bajo pedido se pueden fabricar otras capacidades.

## Dimensiones del foso

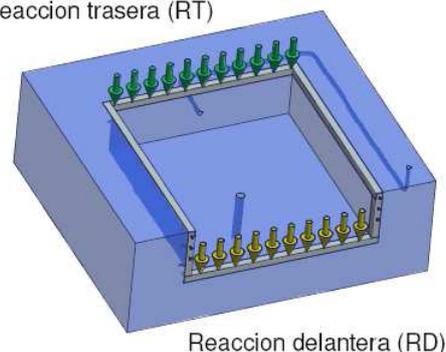
Modelo	Dimensiones del foso (mm)		Esfuerzos de reacción (para rampas de 6 t)	
	A1 (mm)	B1 (mm)	Reacción trasera (RT)	Reacción delantera (RD)
RA-HN 2520	2040	2200	5,0	4,8
RA-HN 2920		2620	5,2	5,0
RA-HN 3420		3120	5,4	5,2
RA-HN 4120		3820	5,6	5,3
RA-HN 4520		4220	6,0	5,6

### MEDIDAS DE FOSO FINAL (CON PREMARCO YA EMBUTIDO):

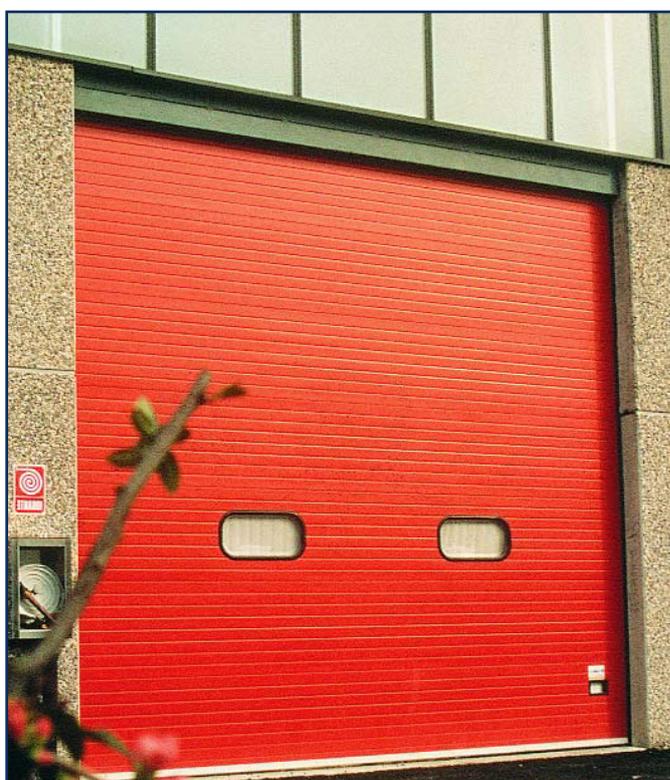


### ZONAS DE TRANSMISIÓN A OBRA DE LOS ESFUERZOS DE REACCIÓN:

#### Reacción trasera (RT)



- Perfecto cierre al agua y al viento.
- Elevado aislamiento térmico  $K= 0'40 \text{ Kcal/mh } ^\circ\text{C}$ .
- Máximo aprovechamiento del hueco.
- Ausencia total de vibración aún con fuerte viento.
- Gran maniobrabilidad en apertura/cierre.
- Soluciones estéticas personalizadas en los colores y acabados.



*Datos y características sujetos a cambios sin previo aviso.*

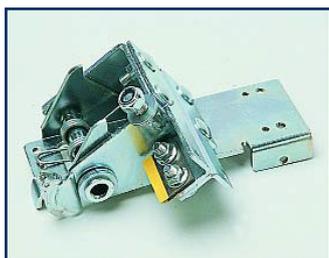
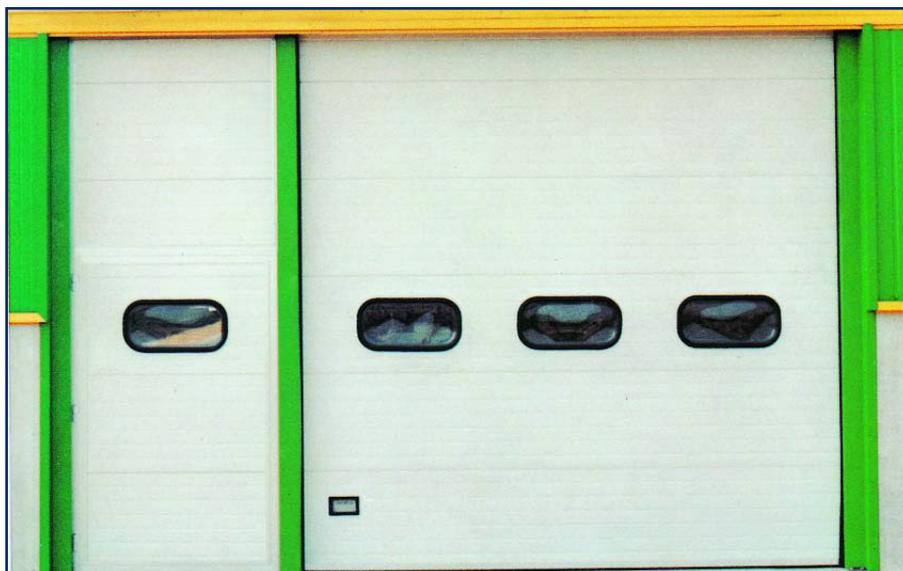
# Puerta seccional

## Ref. 70.1

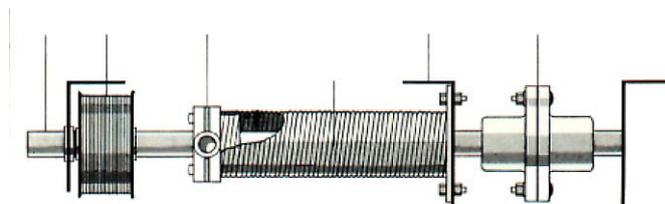
La puerta esta compuesta de paneles metálicos precalados de doble pared, con cámara llena de poliuretano aislante y de alta densidad, con un espesor de 42 mm.

En el punto de unión entre paneles y en toda su longitud, incorpora en su interior una pletina de refuerzo de acero.

Esta pletina permite la fijación entre bisagras de unión entre uno y otro panel, de modo seguro, confiriendo robustez y solidez a la puerta.



Sistema de seguridad anticaída contra rotura del cable de acero (según norma UNI 8612).



La puerta se contrapesa con un grupo de resortes, con estos se regula la perfecta compensación del peso haciéndola ligera y fácilmente maniobrable, aún sin motorización.

El grupo de resortes está compuesto por un eje ranurado, sujeto a un acoplamiento de tensión dentro del cual gira mediante el auxilio del rodamiento de posición.

Sobre el eje van montados los resortes de torsión y los tambores del cable -en aluminio inyectado- los cuales tiran de la puerta y permiten su compensación.

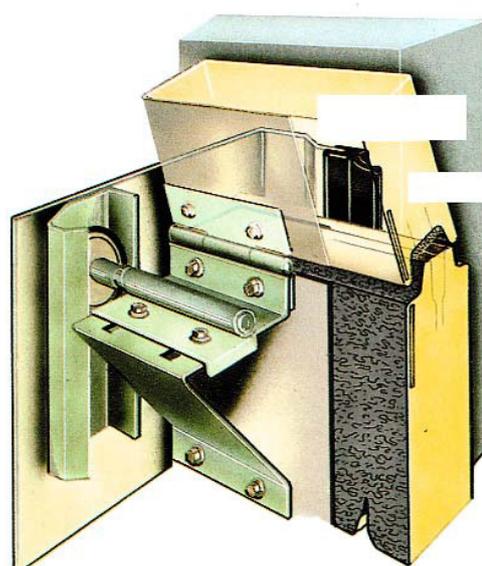
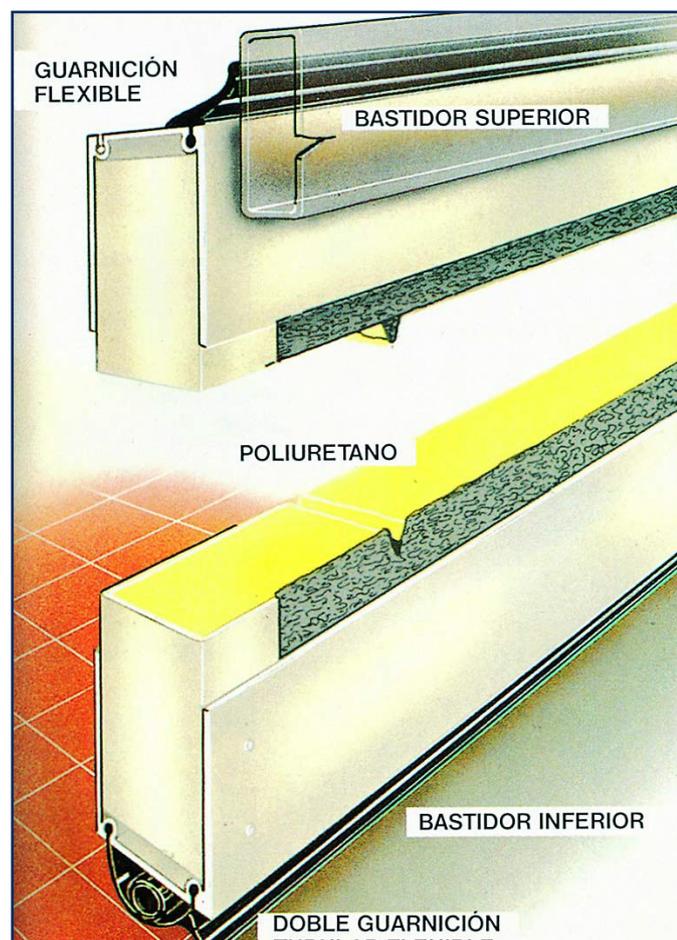
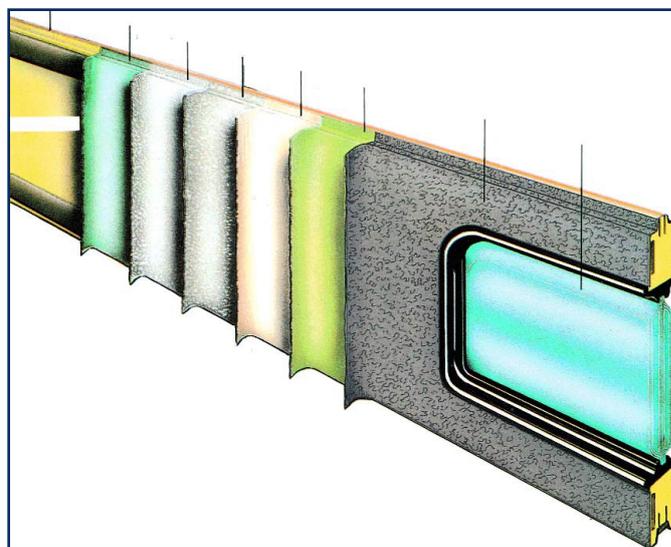
Las extremidades de los paneles van cerradas con un perfil zincado y lacado, encajado sobre el cual van montadas en origen las escuadras regulables de acero zincado, las cuales fijarán más tarde el panel a la guía de sustentación.

La base y la parte superior de la puerta van entregadas en perfiles de aluminio los cuales, a su vez, sirven de soporte a las guarniciones.

Estas guarniciones se ajustan a los bastidores del hueco de la puerta asegurando el perfecto cierre al agua y al viento.

El panel de base va provisto de una manilla amplia y robusta que permite una fácil sujeción y maniobrabilidad de la puerta.

También existen, como accesorio opcional los visores de doble pared y cámara aislante, montados sobre guarniciones de goma EPD negra y antienvejecimiento.



Las guías están compuestas de soportes angulares electrozincados y de adecuado espesor, sobre cuyo lateral vienen montadas las guarniciones de aislamiento lateral.

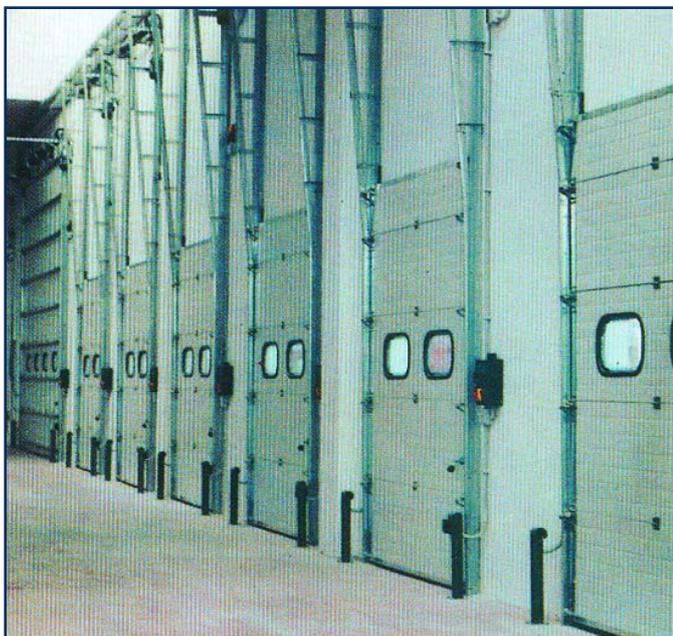
En el lado opuesto van montadas las guías C, dentro de las cuales se deslizan las ruedas de nylon.

Están garantizan larga duración, funcionamiento silencioso y mínimo mantenimiento.

Las guías asciende hasta el techo según la versión S3. Otros trazados de guías (ver página posterior) pueden suministrarse opcionalmente.

# Puerta seccional

Ref. 70.1



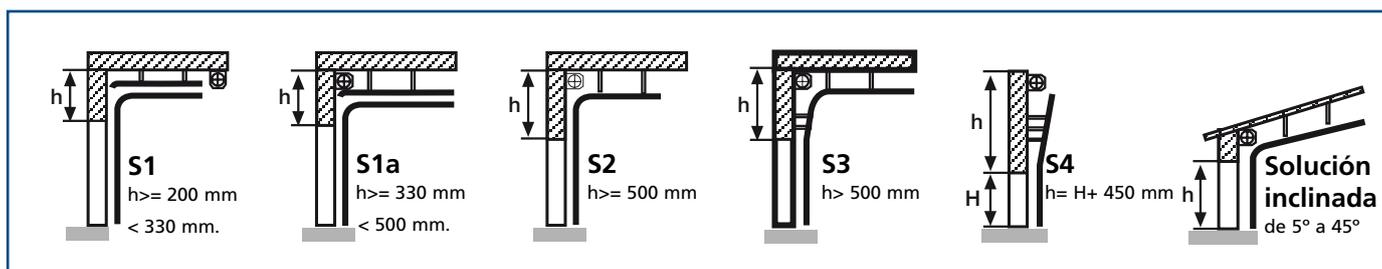
Interior en central de expediciones



Interior de una nave.



Interior con visores rectangulares.



Tel: (+34) 93 635 61 20 - info@vinca.es - www.vinca.es

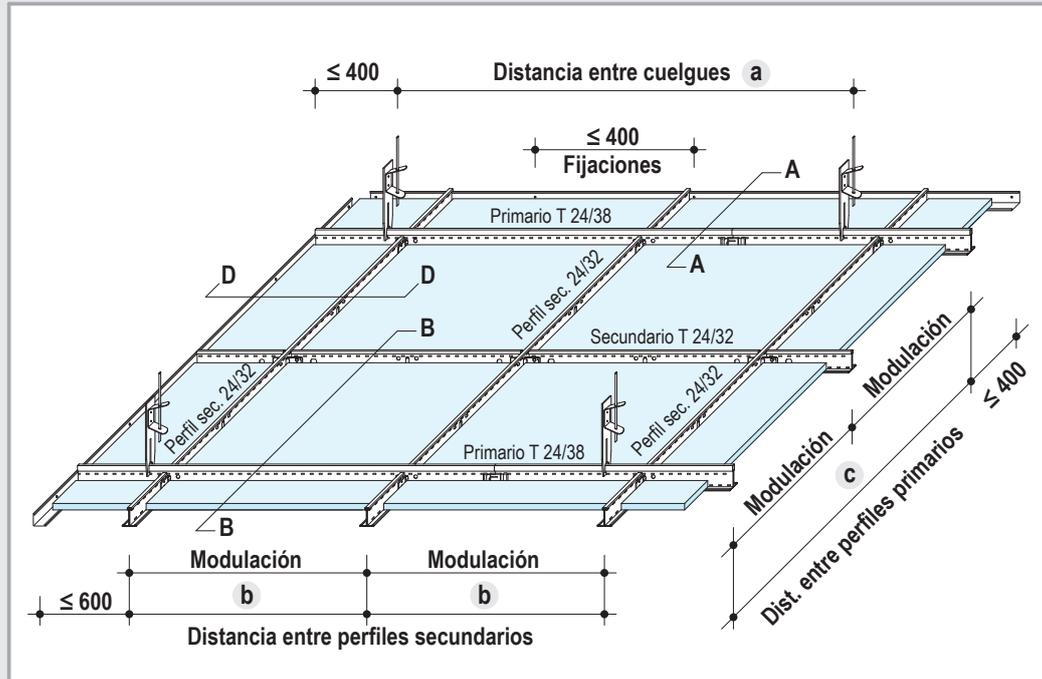
5/6

# D143.es Knauf Techo Registrable Vinilo

Con perfiles Easy T 24 / T 15



## Módulo 600x600



## Dimensión y tipología de placas

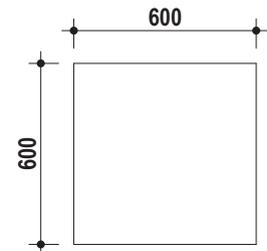
Módulo: 600x600 mm

Espesores: 9,5 - 12,5 mm

Tipología: Vinilo (VTR)

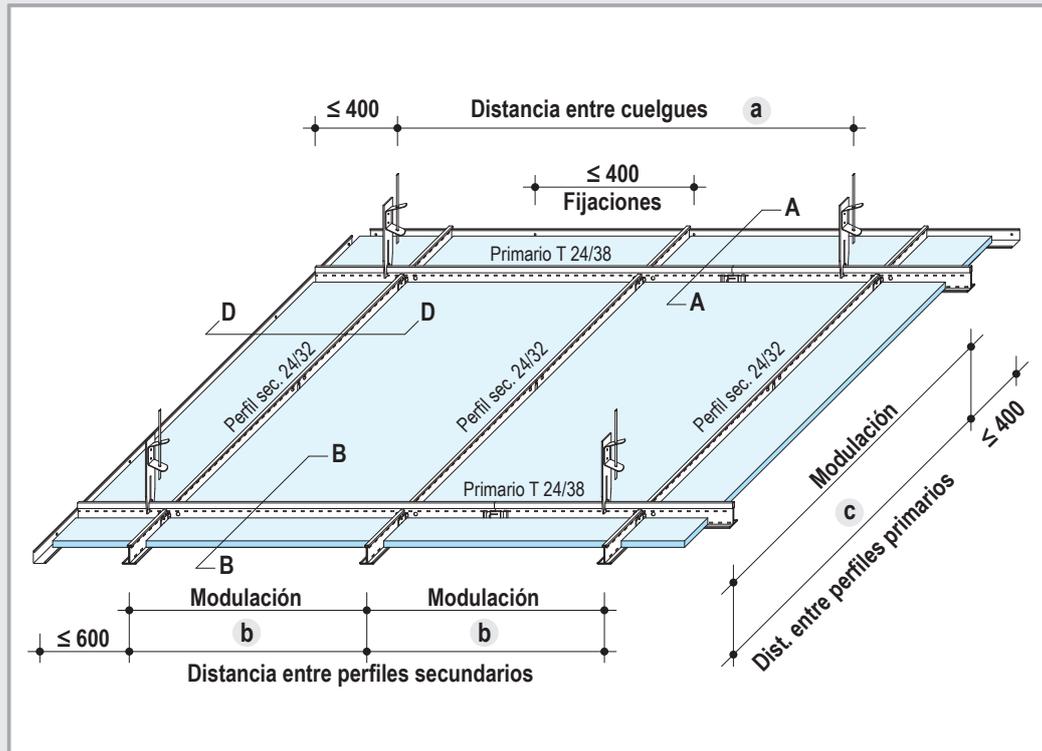
Vinilo + alum. (VTR+AL)

Sin vinilo (A)



Nota: Medida real de la placa 595x595 mm

## Módulo 1200x600



## Dimensión y tipología de placas

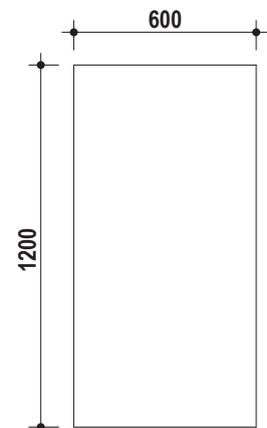
Módulo: 1200x600 mm

Espesores: 9,5 - 12,5 mm

Tipología: Vinilo (VTR)

Vinilo + alum. (VTR+AL)

Sin vinilo (A)

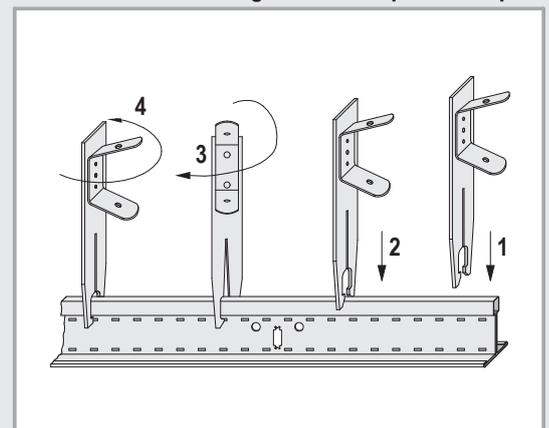


Nota: Medida real de la placa 1195x595 mm

## Separación de estructura

Datos	Distancias máx. (mm) Peso p (kN/m <sup>2</sup> ) ≤ 0,10	
	Módulo 600/600	Módulo 1200/600
Cuelgues - a -	1200	1200
Perfil primario T 24/38 ó T 15/34 - c -	1200	1200
Perfil secundario T 24/32 ó T 15/34 (1200) - b -	600	600
Perfil secundario entre primarios T 24/32 ó T 15/34 (600)	1200	-

## Detalle colocación cuelgue Twist-suspensión rápida

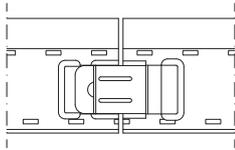


# D143.es Knauf Techo Registrable Vinilo

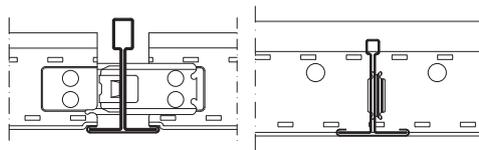
Con perfiles Easy T 24 / T 15



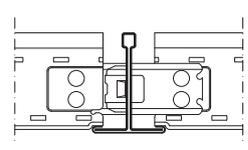
## Unión entre perfiles Easy



Perfil primario T 24/38 (15/34)  
long. 3700 mm  
Perfil primario T 24/38 (15/34)  
long. 3700 mm

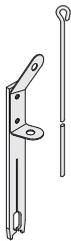


Perfil secundario T 24/32 (15/34)  
long. 1200 mm  
Perfil primario T 24/38 (15/34)  
long. 3700 mm



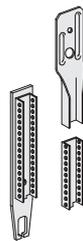
Perfil secundario T 24/32 (15/34)  
long. 600 mm  
Perfil secundario T 24/32 (15/34)  
long. 1200 mm

## Cuelgues y cargas permitidas



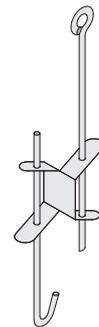
**Twist-suspensión rápida para perfil T**  
Con varilla de cuelgue

Peso permitido según  
DIN 18 168 p. 2  
**0,25 kN**  
(25 kg)



**Nonius**  
Para perfil T

Peso permitido según  
DIN 18 168 p. 2  
**0,40 kN**  
(40 kg)

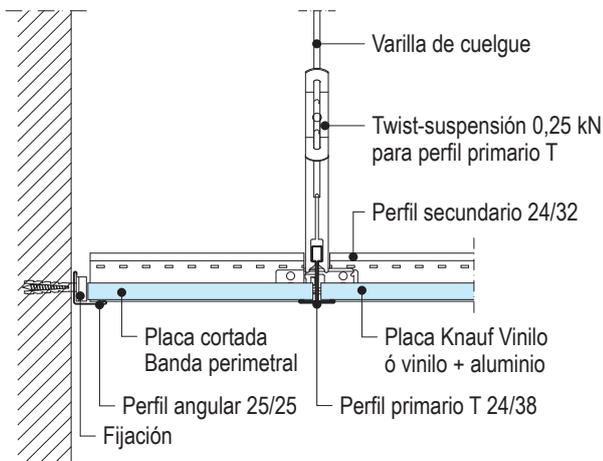


**Clip unión varillas**  
Con varillas de cuelgue

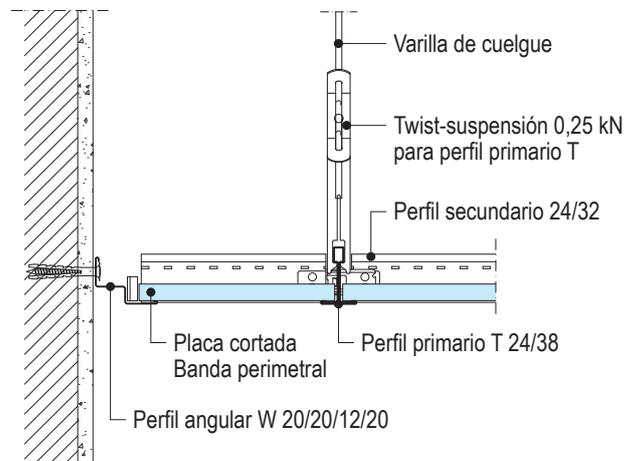
Peso permitido según  
DIN 18 168 p. 2  
**0,15 kN**  
(15 kg)

## Detalles E 1:5

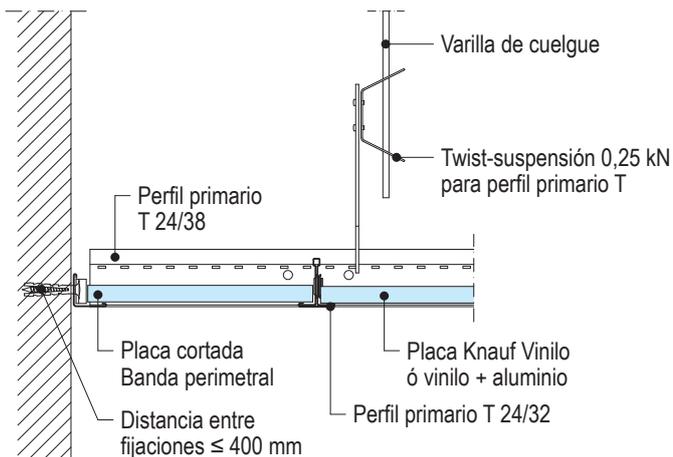
### D143.es-A1 Banda perimetral con angular paralelo al perfil primario



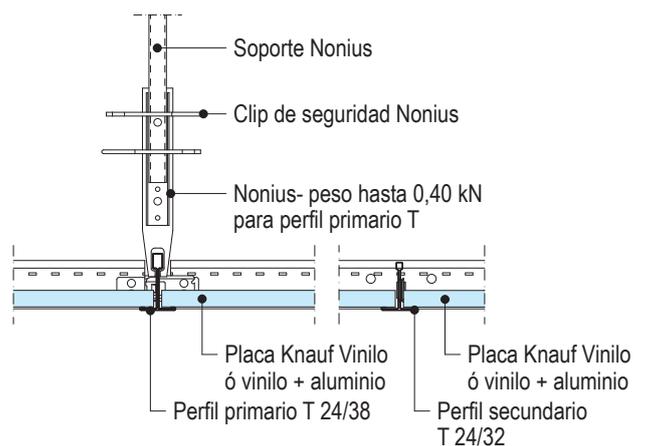
### D143.es-A2 Banda perimetral con angular paralelo al perfil primario



### D143.es-A3 Banda perimetral con angular transversal al perfil primario



### D143.es-A4 Encuentro entre primario y secundario



# D143.es Knauf Techo Registrable Vinilo

Listado de materiales / Constitución y montaje



Materiales sin tener en cuenta pérdidas por corte ni perforaciones.

Para su realización se ha calculado un techo de 10x10= 100 m<sup>2</sup>

Descripción <i>en cursiva = material no comercializado por Knauf</i>	Unidad	D143.es	
		Módulo 600x600	Módulo 1200x600
<b>Perímetro:</b>			
o Angular perimetral L 25x25; (3000 mm)	m	0,40	0,40
o Angular perimetral W 20x20x12x20; (3000 mm)	ud	0,80	0,80
<i>Fijaciones</i>			
<b>Estructura:</b>			
opc Perfil primario T 24/38; (3700 mm)	m	0,84	0,84
opc Perfil primario T 15/34; (3700 mm)			
opc Perfil secundario T 24/32; (1200 mm)	m	1,67	1,67
opc Perfil primario T 15/34; (1200 mm)			
opc Perfil secundario T 24/32; (600 mm)	m	0,84	-
opc Perfil primario T 15/34; (600 mm)			
<i>Fijaciones al forjado base</i>			
Varilla de cuelgue	m	0,70	0,70
o Cuelgue Twist hasta 0,25 kN	ud	0,70	0,70
o Cuelgue Nonius hasta 0,40 kN	ud	0,70	0,70
Parte superior Nonius	ud	0,70	0,70
Seguro Nonius	ud	1,40	1,40
<b>Placas:</b>			
Placa Knauf Vinilo 9,5 ó 12,5 mm	m <sup>2</sup>	1,00	1,00

## Constitución y montaje

Constitución		
<b>D143.es Techo Vinilo - Perfil Easy T 24 / T 15</b> El Techo Suspendido registrable Knauf Vinilo, se compone de una estructura suspendida del techo base con varillas. Las placas van apoyadas en una periferia com-	puesta de perfiles Easy T 24 ó T 15, principales y secundarios que queda vista. Las medidas de las placas pueden ser de 600x600 y 1200x600 mm, en dos espesores: 9,5 mm y 12,5 mm.	Llevar adherida a una de sus caras una lámina de vinilo (VTR) de color blanco. También puede llevar una lámina de aluminio en la cara opuesta de la lámina de vinilo (VTR+AL).

Montaje		
<b>Estructura portante</b> <u>Suspensiones y cuelgues:</u> Se utiliza el cuelgue Twist con varilla, con separación en la dirección del perfil principal de 1200 mm. El primer cuelgue se situará a una distancia ≤ 400 mm. desde el borde. <u>Perfilería:</u> Perimetral: Los perfiles deberán atornillarse al tabique cada 400 mm. En los rincones, deberán cortarse a 45°.	La cara de 25 mm. debe ir situada hacia abajo como apoyo de las placas. Es posible hacer foseados. La estructura de perfiles primarios tendrá una separación entre ejes de 1200 y 600 mm. para la modulación de 600x600 y 1200x600 mm, respectivamente. Estos perfiles llevan en el extremo un sistema de fijación para unirlos con el siguiente. En el caso de la estructura de perfiles secundarios, la separación entre ejes será de 600 mm. para el módulo	de 600x600 mm. Para el módulo de 1200x600 mm, los perfiles secundarios irán cada 1200 mm. Los clips del perfil encajan suavemente en las perforaciones del primario. ■ Después de acabada la instalación de la periferia, se deberán ajustar los cuelgues y comprobar la correcta alineación y nivelación de toda la estructura.

Instalación de placas		
<b>Generalidades</b> ■ La disposición deberá realizarse desde el centro del techo hacia los tabiques laterales, de forma simétrica. Se deberá tener en cuenta la influencia de las luminarias y conductos de ventilación. ■ A continuación se colocarán las placas en los espacios entre perfiles sin forzarlas. Recuerde que son placas decorativas y no deben ensuciarse. Utiliza	guantes limpios para colocarlas. Se deben colocar las placas en el mismo sentido, tal y como se indica en el dorso. ■ Para alinear las placas de borde, que van contra los perfiles de borde, se utiliza el clip. Utilice un clip por cada placa. <b>Acabados</b> Las placas llevan una lámina de vinilo de color blanco	son susceptibles de ser ensuciadas por una incorrecta manipulación. Tome todas las medidas necesarias para entregar un buen trabajo. En caso de necesidad, las placas pueden ser repasadas con agua limpia y una esponja. Cuidar los perfiles durante su instalación, de que no se rayen ni pierdan el lacado.

**Knauf**  
Teléfono de contacto:  
▶ **Tel.: 902 440 460**  
▶ Fax: 91 766 13 35  
  
▶ [www.knauf.es](http://www.knauf.es)

**Sistemas de Construcción en Seco** Avda. Manoteras, 10 - Edificio C, 28050 Madrid

El coste de la llamada es de 0,0833 €/min. durante el primer minuto y 0,0673 €/min. los restantes, llamando desde un teléfono fijo desde España. Las llamadas desde un móvil o internacionales, son las fijadas por el operador.



Todos los derechos reservados. Prohibida la reproducción total o parcial, sin la autorización de Knauf GmbH España. Garantizamos la calidad de nuestros productos. Los datos técnicos, físicos y demás propiedades consignados en esta hoja técnica, son resultado de nuestra experiencia utilizando sistemas Knauf y todos sus componentes que conforman un sistema integral. Los datos de consumo, cantidades y forma de trabajo, provienen de nuestra experiencia en el montaje, pero se encuentran sujetos a variaciones, que puedan provenir debido a diferentes técnicas de montaje, etc. Por la dificultad que entraña, no ha sido posible tener en cuenta todas las normas de la edificación, reglas, decretos y demás escritos que pudieran afectar al sistema. Cualquier cambio en las condiciones de montaje, utilización de otro tipo de material o variación con relación a las condiciones bajo las cuales ha sido ensayado el sistema, puede alterar su comportamiento y en este caso, Knauf no se hace responsable del resultado de las consecuencias del mismo.

D143.es/esp./07.12/ES  
Código: 268820

**Las características constructivas, estáticas y físicas de los sistemas Knauf, solamente pueden ser conseguidas y garantizadas, utilizando materiales comercializados por Knauf y siguiendo las indicaciones de montaje de nuestras hojas técnicas.**

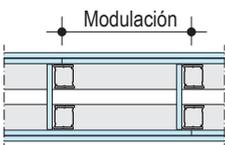
# W116.es Knauf Tabique técnico

Con dos placas a cada lado y doble estructura arriostrada mediante cartelas

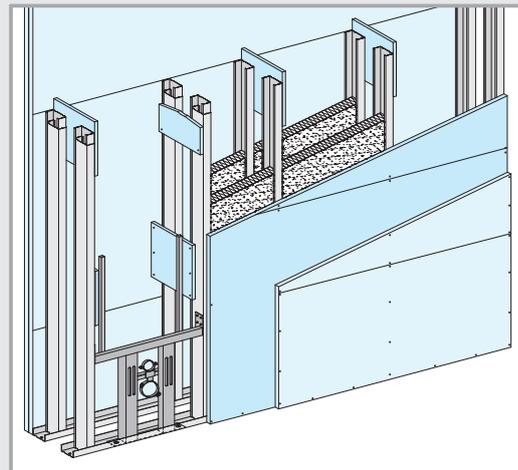


Altura máxima Espesor de placa por cara 25 o 30 mm

Perfil	Modulación montantes	Altura máxima de tabique
espesor 0,6 mm	cm	m
 Montante Knauf 48	60	4,00
	40	4,50
 Montante Knauf 70	60	5,00
	40	5,05

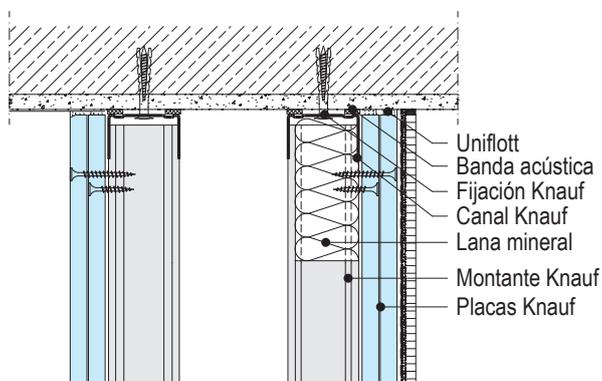


- Para montajes de bloques técnicos utilizar montantes de 70 mm en cajón.
- Ver mas detalles en la hoja técnica W21.es

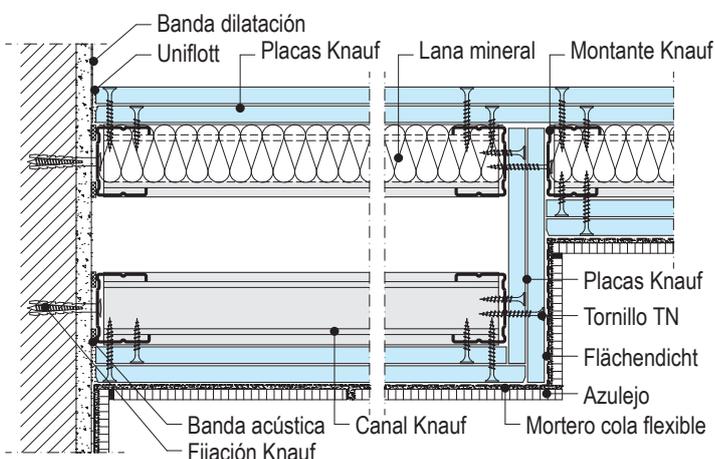


Detalles E 1:5

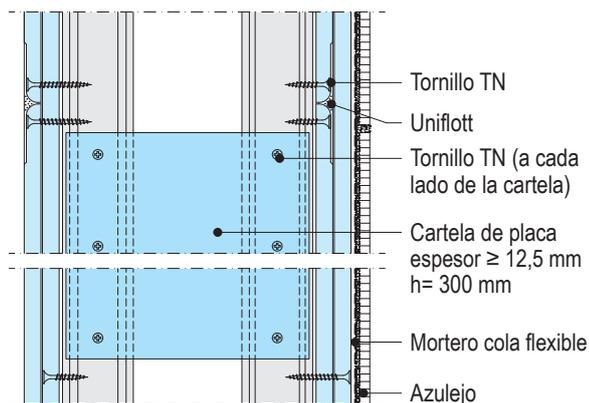
## W116.es -V01 Encuentro con techo



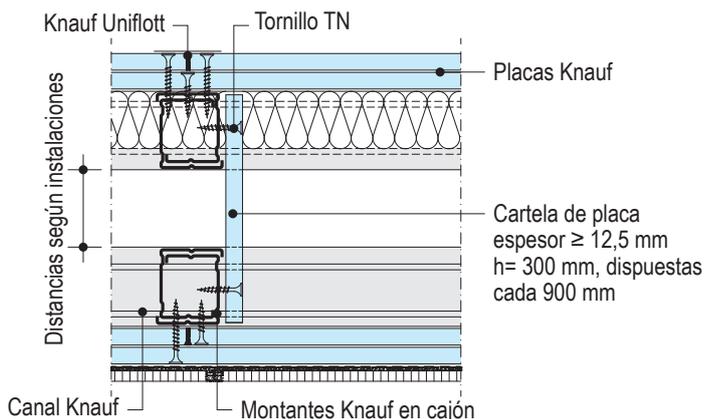
## W116.es-A1 Encuentro con muro y junta vertical



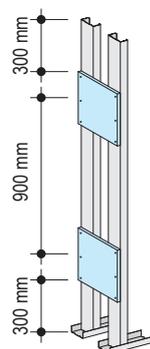
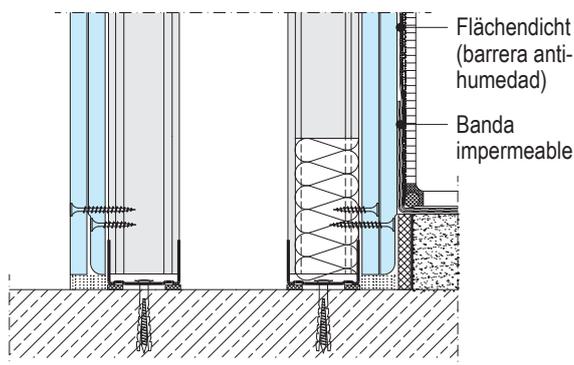
## W116.es-VM1 Junta horizontal y detalle de cartela



## W116.es-D1 Arriostramiento con cartela para bloque técnico



## W116.es-VU1 Encuentro con pavimento



### Arriostramiento

con cartelas de placas

■ Altura  $h = 300$  mm

■ El ancho de la cartela depende de la cámara interior del tabique.

$h \leq 300$  mm:

Espesor de placa Knauf  $\geq 12,5$  mm

$300 \text{ mm} < h \leq 500$  mm

Espesor de placa Knauf  $\geq 20$  mm

■ En toda la altura del tabique se debe mantener la disposición de las cartelas cada 900 mm.

# W11.es Knauf Tabiques con estructura metálica

Listado de materiales



Materiales sin tener en cuenta pérdidas por corte ni perforaciones.

Descripción		Unidad	cantidades como valor medio						
<i>material externo = en cursiva</i>			W111.es	W112.es	W113.es	W115.es	W115 <sup>+</sup> .es	W116.es	W118.es
Las cantidades se han calculado para una sup. de: W111.es hasta W116.es: H= 2,75 m; L= 4 mm; A= 11 m <sup>2</sup> . W118.es: H= 6 m; L= 10 m; A= 60 m <sup>2</sup>									
<b>Estructura</b>									
opc.	Canal 48x30x0,55; (long. 3 m)	m	0,7	0,7	0,7	1,4	1,4	1,4	-
opc.	Canal 70x30x0,55; (long. 3 m)								-
opc.	Canal 100x30x0,55; (long. 3 m)								0,3
opc.	Montante 48x36x0,6	m	2,0	2,0	2,0	4,0	4,0	4,0	-
opc.	Montante 70x40x0,6								-
opc.	Montante 100x40x0,6								3,8
	Tira banda acústica 50/3,2 mm; (Rollo 30 m)	m	-	-	-	0,5	0,5	-	-
o	Trennwandkitt; (tubo 550 ml)	u	0,3	0,3	0,3	0,6	0,6	0,6	0,1
	Banda acústica; (rollo 30 m)								
opc.	50/3,2 mm	m	1,2	1,2	1,2	2,4	2,4	2,4	-
opc.	70/3,2 mm								-
opc.	95/3,2 mm								0,5
	Fijación (según el soporte)	u	1,6	1,6	1,6	3,2	3,2	3,2	0,3
	Fijación metálica	u	-	-	-	-	-	-	0,8
	Arandela Ø ≥ 30 mm, d ≥ 2 mm	u	-	-	-	-	-	-	0,8
	Aislamiento (ver protección al fuego pag. 2) espesor ...mm	m <sup>2</sup>	s/nec.	s/nec.	s/nec.	s/nec.	s/nec.	s/nec.	s/nec.
<b>Placa</b>									
opc.	Placa Knauf Standard (A); 12,5 o 15 mm	m <sup>2</sup>	2,0	4,0	6,0	4,0	5,0	-	-
opc.	Placa Knauf Cortafuego (DF); 12,5 o 15 mm							-	
opc.	Placa Knauf Alta Dureza (DI); 12,5 o 15 mm							-	
opc.	Placa Knauf Impreganda (H1); 12,5 o 15 mm							4,1	
opc.	Placa Knauf Diamant (DFH11); 12,5 o 15 mm							6,0	
	Chapa acero galvanizado e ≥ 0,5 mm; (p/ empalmes ≥ 10 cm)	m <sup>2</sup>	-	-	-	-	-	-	4,4
	Tornillos TN; (para fijar la chapa de acero)								
	TN 3,5 x 35 mm	u	-	-	-	-	-	-	4
	TN 3,5 x 45 mm	u	-	-	-	-	-	-	4
	Tornillos TN; (para fijar las placas)								
	TN 3,5 x 25 mm	u	29	13	13	13	20	17	17
	TN 3,5 x 35 mm	u	-	29	17	29	29	29	23
	TN 3,5 x 55 mm	u	-	-	29	-	-	-	38
<b>Tratamiento de juntas</b>									
opc.	Knauf Uniflott; (saco 5 kg/25 kg)	kg	0,5	0,8	1,1	0,8	0,8	0,8	1,1
opc.	Knauf Uniflott Impregnado; (saco 5 kg)								
o	Knauf Jointfiller; (saco 20 kg) (para máquina Tapetech)	kg	0,6	1,0	1,4	1,0	1,0	1,0	1,4
o	Knauf Fugenfüller Leicht; (saco 5 kg/ 10 kg/ 25 kg)	kg	0,5	0,8	1,1	0,8	0,8	0,8	1,1
	Cinta de juntas; (rollo 23 m/75 m/150 m)	m	s/nec.	s/nec.	s/nec.	s/nec.	s/nec.	s/nec.	s/nec.
	Banda de dilatación	m	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	0,8
	Guardavivos metálico 27/27; (long. 3 m)	m							
	Guardavivos metálico 24/24; (long. 3 m)	m	s/nec.	s/nec.	s/nec.	s/nec.	s/nec.	s/nec.	s/nec.
	Cinta guardavivos, ancho 52 mm; (rollo 30 m)	m							

s/nec. = según necesidad

## Observación

Los datos mostrados son generales y no corresponden a ninguna exigencia acústica ni de fuego.

### Constitución

Los tabiques Knauf están compuestos de una estructura metálica y placas de yeso laminado atornilladas en cada cara. La estructura metálica va fijada a la construcción original y constituyen un soporte para el montaje de las placas. Para casos especiales también se puede utilizar una doble estructura metálica con una separación adecuada. Dentro de la cavidad de los montantes se debe colocar lana mineral de manera que se optimiza el aislamiento térmico, acústico y la protección contra el fuego.

Además, se debe prever el espacio para realizar las instalaciones necesarias (eléctricas, sanitarias, etc.)

El tabique con dos o más placas proporciona seguridad al impacto de balones en salas deportivas.

En caso de tabiques de gran longitud, se recomienda realizar juntas de control de movimiento cada 15 metros, y bajo cada junta de dilatación de

la edificación.

#### W111.es/W112.es/W113.es con placa Diamant

La placa Diamant proporciona un mayor aislamiento acústico, así como una mayor dureza superficial.

#### W115.es para divisoria entre viviendas

El tabique Knauf W115.es, al no tener arriostramiento entre montantes, aumenta el aislamiento acústico entre viviendas. Su altura está calculada de acuerdo a la tabla de Trasdosados.

#### W115<sup>+</sup>.es Separación de unidades de diferente uso

El tabique Knauf W115<sup>+</sup>.es, está compuesto por cinco placas y doble estructura de perfiles metálicos dispuestos a tresbolillo, que se atornillan a la placa intermedia, lo que permite arriostrarla y alcanzar mayor altura.

Este sistema se utiliza en la separación de zonas comunes, recintos de instalaciones, recintos de actividad y entre viviendas.

#### W116.es Tabique Técnico

El tabique Knauf W116.es, está constituido por una doble fila de perfiles metálicos, arriostrados entre sí. Está dimensionado para soportar grandes cargas provenientes de los bloques técnicos para el anclaje de sanitarios.

#### W118.es Tabique de seguridad

El tabique Knauf W118.es, esta constituido por tres placas en cada cara, alternando estas con planchas de acero (dos en cada cara), que le otorgan un grado elevado de seguridad contra robos y actos vandálicos.

Está clasificado como WK 3, s/ UNE EN V 1627 a 1630. Este tabique está preparado para llegar a una altura máxima de 7,50 m.

### Montaje

#### Generalidades:

Todas las definiciones y recomendaciones de montaje para sistemas constructivos con placa de yeso laminado están definidas en la norma UNE 102043: 2013.

- Replantear en el suelo y techo la línea donde irá situado el tabique.
- Los perfiles que conforman el perímetro de cualquier sistema deben llevar en el dorso una banda acústica, dos cordones de silicona acrílica o lana de roca como protección acústica. En caso de insonorizaciones de discotecas o sitios muy exigentes, la silicona tiene un mejor comportamiento.
- Cuando sea de esperar una deformación menor a 10 mm. en el techo al que llega el tabique, la fijación de los canales superior e inferior debe ser rígida. En caso de mayores deformaciones se deberá realizar una fijación elástica.
- Los canales y montantes de arranque deberán fijarse firmemente a la construcción original con una separación máxima de 0,60 m., y en no menos de tres puntos.
- Los anclajes de perfiles a zonas macizas se deberán hacer con tacos y tornillos o disparos y los anclajes en placa se deberán realizar con fijaciones Knauf.

#### Estructura:

- Canal de 48, 70 o 90 mm. sólidamente fijados

al suelo y al techo.

- Montantes verticales de 48, 70 o 90 mm. u otros, introducidos en el canal inferior y superior con separación de 400 ó 600 mm. según necesidad.
- Montantes de arranque y final fijos a la estructura de encuentro.
- Demás montantes intermedios libres, sin fijar a los canales superior e inferior siempre que sea posible.
- En tabiques con doble perfilera, cuando estas estén separadas a más de 5 mm., arriostrarlas con cartelas de placas de 300 mm. de ancho cada 600 mm.
- Para solapar montantes en altura, se puede utilizar uno de los tres métodos siguientes:
  - Un trozo de canal que una a los montantes.
  - Un trozo de montante en cajón que una a los dos que llegan.
  - Introducir un montante dentro de otro (en forma de cajón).

En todos los casos, la longitud de solape de una pieza sobre la otra no será menor a:

Perfil de 48 mm.	L = 240 mm.
Perfil de 70 mm.	L = 350 mm.
Perfil de 90 mm.	L = 450 mm.

#### W116.es Tabique Técnico

Arriostrar la doble estructura paralela, con

cartelas de 30 cm. de alto y 60 cm. de separación entre ellas.

#### W118.es Tabique de Seguridad

Fijar los perfiles perimetrales con fijaciones adecuadas cada 0,5 m. en techos y cada 1,0 m. en tabiques.

#### Instalación de placas

- En viviendas, el espesor mínimo total de placa por cada cara del tabique recomendado es de 15 mm., pudiéndose utilizar unidades de menor espesor, en cantidad tal que el espesor total, sobrepase el mínimo indicado.
- Atornillar verticalmente placas en una cara de la estructura, manteniendo una elevación entre 10 y 15 mm. sobre el suelo. En los sistemas con doble placa, la segunda placa puede estar dispuesta en sentido horizontal.
- Bajo cada junta longitudinal de las placas debe haber siempre un montante.
- Los tabiques con una placa por cada cara W111.es que vayan alicatados deberán tener una separación máxima entre montantes de 400 mm.
- En las zonas de puertas, ventanas y huecos, no se debe realizar juntas coincidentes con las esquinas del cerco. Las juntas siempre deberán ser en bandera.

# W11.es Knauf Tabiques con estructura metálica

Constitución, montaje, tratamiento de juntas y acabados



## Montaje

- Separación de tornillos como máximo cada 250 mm., sobre cada letra "K" impresa en la placa.
- En caso de utilizarse doble placa (W112.es), la primera puede atornillarse con una separación de 500 mm. si la segunda placa se coloca el mismo día que la primera, para evitar que haya deformaciones. En caso de triple placa (W113.es), las separaciones de tornillos pueden ser de 750 mm. la primera, 500 mm. la segunda y 250 mm. la tercera, que será la exterior.
- Los cantos de testa de las placas deben ser biselados para emplastecer posteriormente con Uniflott, Fugenfüller entre otras.
- En zonas de aseos, baños, semi intemperie o tabiques que tengan un grifo, se deberá instalar placas Knauf Impregnadas del tipo H.
- Realizar las instalaciones eléctricas y sanitarias antes de cerrar el tabique. Posteriormente rellenar el tabique con fibra mineral.
- Atornillar la segunda cara del tabique. Las juntas deben quedar siempre contrapeadas con relación al montante tanto en vertical como en horizontal, no debiendo ser la distancia de solape de placas contiguas menor a 400 mm.
- En tabiques sencillos (W111.es), cuando se requiera resistencia al fuego, detrás de cada junta debe ir un perfil o una tira de placa.

### W118.es Tabique de seguridad

En cada cara situar 2 planchas de acero de espesor > 0,5 mm., una entre cada placa, con un solape entre sus bordes > 10 cm.

## Separación de tornillos

Espesor de placas	Tipo de tornillos (Deben penetrar en el perfil como mínimo 10 mm.)	
	Espesor del perfil $s \leq 0,7$ mm.	Espesor del perfil $0,7$ mm. $\leq s \leq 2,25$ mm.
12,5	TN 3,5 x 25	TB 3,5 x 25
15	TN 3,5 x 25	TB 3,5 x 25
2x12,5	TN 3,5 x 25 + TN 3,5 x 35	TB 3,5 x 25 + TB 3,5 x 35
2x15	TN 3,5 x 25 + TN 3,5 x 45	TB 3,5 x 25 + TB 3,5 x 45
3x12,5	TN 3,5 x 25 + TN 3,5 x 35 + TN 3,5 x 55	TN 3,5 x 25 + TB 3,5 x 35 + TB 3,5 x 55
3x15	TN 3,5 x 25 + TN 3,5 x 35 + TN 3,5 x 55	TN 3,5 x 25 + TB 3,5 x 35 + TB 3,5 x 55

## Tratamiento de juntas y acabados

### Materiales

Para el tratamiento de juntas sin cinta se utiliza la pasta Knauf Uniflott. Para el tratamiento de juntas con cinta se utiliza la pasta Knauf Fugenfüller Leicht, Jointfiller o F2F.

Finalmente lijar de forma suave la superficie.

Recomendación: Las juntas realizadas con cinta de papel tienen una mayor resistencia que la cinta de malla.

### Condiciones de trabajo

El tratamiento de juntas debe comenzarse cuando no haya grandes cambios de humedad y temperatura. No se debe realizar el tratamiento de juntas en locales donde la temperatura sea inferior a 10°C.

### Forma de trabajo

Para realizar juntas con cinta, dar una capa de Fugenfüller Leicht o Jointfiller, sin cargar mucho (1,0 mm.) y sentar la cinta sobre él.

Planchar la cinta sacando todo el material sobrante.

Esperar a que seque y dar a continuación las manos de pasta necesarias.

Lijar la superficie y dar el acabado final

(pintura, etc.).

No utilizar cinta de malla con Jointfiller ni F2F.

Para mantener las prestaciones indicadas en los sistemas múltiples o especiales con mas de una placa en cada cara, será necesario como mínimo plastecer con pasta de juntas las placas interiores.

### Acabados

Se recomienda aplicar previamente una capa de imprimación Knauf PYL Pintura o Knauf PYL Alicatado, según el tipo de acabado definitivo.

Las placas Knauf pueden recibir los siguientes acabados:

- **Pinturas:** Dispersiones plásticas lavables, dispersiones con base de cuarzo, pinturas de colores, pinturas al óleo, lacas opacas, pintura con resinas, pinturas con base de álcalis, resinas de polímeros, lacas poliuretanas y lacas epóxicas.

- **Enlucidos minerales:** Cualquier tipo de emplastecido o enlucido mineral.

- **Tapizados:** Empapelados, empanelados moquetas textiles y plásticas. La cola debe ser de celulosa metilica. Después de su aplicación, se deberá airear el ambiente para permitir su correcto secado.

- **Alicatado:** La medida máxima de los azulejos debe ser de 300x300 mm., y el peso inferior a 30 kg/m<sup>2</sup>. En tabiques compuestos por una placa, la modulación será de 400 mm.

### No se recomienda pintar con cal, silicato de potasa ni pinturas con silicatos.

Ciertas dispersiones con silicatos, se podrían utilizar con la recomendación expresa del fabricante. No utilizar pinturas con un pH mayor a 11,5.

### Recomendación

Las placas que estén expuestas directamente a los rayos de luz solar durante un tiempo prolongado pueden adquirir un color amarillento (oxidación), lo cual dificulta a la hora de pintar porque aparecen manchas que se transparentan. Para evitar que esto ocurra se debe dar una capa de imprimación a las placas que van a estar durante mucho tiempo expuestas.

En caso de que existan placas afectadas por oxidación donde se haya afectado considerablemente el papel, se recomienda el uso de pinturas tixotrópicas, recomendadas para estos casos por el fabricante de pinturas e imprimaciones.

## Knauf

Teléfono de contacto:

► Tel.: 902 440 460

► Fax: 91 766 13 35

► [www.knauf.es](http://www.knauf.es)

**Sistemas de Construcción en Seco** Avda. Manoteras, 10 - Edificio C, 28050 Madrid

El coste de la llamada es de 0,0833 €/min. durante el primer minuto y 0,0673 €/min. los restantes, llamando desde un teléfono fijo desde España. Las llamadas desde un móvil o internacionales, son las fijadas por el operador.



Todos los derechos reservados. Prohibida la reproducción total o parcial, sin la autorización de Knauf GmbH España. Garantizamos la calidad de nuestros productos. Los datos técnicos, físicos y demás propiedades consignados en esta hoja técnica, son resultado de nuestra experiencia utilizando sistemas Knauf y todos sus componentes que conforman un sistema integral. Los datos de consumo, cantidades y forma de trabajo, provienen de nuestra experiencia en el montaje, pero se encuentran sujetos a variaciones, que puedan provenir debido a diferentes técnicas de montaje, etc. Por la dificultad que entraña, no ha sido posible tener en cuenta todas las normas de la edificación, reglas, decretos y demás escritos que pudieran afectar al sistema. Cualquier cambio en las condiciones de montaje, utilización de otro tipo de material o variación con relación a las condiciones bajo las cuales ha sido ensayado el sistema, puede alterar su comportamiento y en este caso, Knauf no se hace responsable del resultado de las consecuencias del mismo.

W11.es/esp./04.14/ES  
Código: 268786

**Las características constructivas, estáticas y físicas de los sistemas Knauf, solamente pueden ser conseguidas y garantizadas, utilizando materiales comercializados por Knauf y siguiendo las indicaciones de montaje de nuestras hojas técnicas.**