



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA  
SUPERIOR INGENIEROS  
INDUSTRIALES VALENCIA

**TRABAJO FIN DE MASTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**PROYECTO DE URBANIZACIÓN DE  
PARCELA DE 55019m<sup>2</sup>, CONSTRUCCIÓN  
DE NAVE E INSTALACIÓN FRIGORÍFICA DE  
2700m<sup>2</sup> PARA VENTA AL POR MAYOR DE  
PRODUCTOS ALIMENTARIOS SITA EN EL  
TÉRMINO MUNICIPAL DE CABEZO DE  
TORRES**

AUTORA: Raquel Sabater Cánovas

TUTOR: Pedro Ildfonso Jaén Gómez

**Curso Académico: 2018-19**



# Agradecimientos

Quiero agradecer a mi familia el apoyo que me han dado durante estos años de formación académica. Su ayuda, consejos y paciencia ha sido fundamental para mi desarrollo, tanto académico como personal, y estoy segura que lo seguirá siendo durante toda mi vida. Agradecer también a mi tutor en este trabajo, Pedro Jaén, por su dedicación y ayuda en la elaboración de este trabajo.

# Resumen

En este proyecto se va a realizar un cálculo de la estructura metálica de una nave industrial de  $2700m^2$  destinada a albergar la actividad de la empresa Kesimport SL. También está incluido el cálculo de la instalación frigorífica situado en el interior del edificio.

En primer lugar, se realiza un análisis del entorno regional, municipal y local del entorno donde está situada la parcela de  $10168m^2$ . Este análisis incluye los futuros desarrollos urbanísticos del polígono industrial y su influencia sobre la parcela actual.

En segundo lugar, se realiza el layout de la nave industrial. Esto incluye una lista de las actividades desarrolladas por la empresa, la relación existente entre ellas, las superficies estimadas y la distribución final en planta.

En tercer lugar, se incluyen los cálculos de la estructura metálica y de la instalación frigorífica.

Finalmente, se expone un presupuesto de las actuaciones a realizar conforme a lo expuesto en este proyecto.

**Palabras Clave:** Nave industrial, estructura metálica, instalación frigorífica, desarrollo urbanístico, distribución en planta.

# Resum

En aquest projecte es realitzarà un càlcul de l'estructura metàl·lica d'una nau industrial de  $2700m^2$  destinada a albergar l'activitat de l'empresa \*Kesimport SL. També està inclòs el càlcul de la instal·lació frigorífica situat a l'interior de l'edifici.

En primer lloc, es realitza una anàlisi de l'entorn regional, municipal i local de l'entorn on està situada la parcel·la de  $10168m^2$ . Aquesta anàlisi inclou els futurs desenvolupaments urbanístics del polígon industrial i la seua influència sobre la parcel·la actual.

En segon lloc, es realitza el layout de la nau industrial. Això inclou una llista de les activitats desenvolupades per l'empresa, la relació existent entre elles, les superfícies estimades i la distribució final en planta.

En tercer lloc, s'inclouen els càlculs de l'estructura metàl·lica i de la instal·lació frigorífica.

Finalment, s'exposa un pressupost de les actuacions a realitzar conforme a l'exposat en aquest projecte.

**Paraules Clave:** Nau industrial, estructura metàl·lica, instal·lació frigorífica, desenrotllament urbanístic, distribució en planta.

# Abstract

This project calculates the metallic structure of an industrial unit of  $2700m^2$  destined to house the activity of the company Kesimport S.L. The calculation of the cooling installation located inside the building will also be calculated.

Firstly, an analysis is carried out of the regional, municipal and local environments, where the  $10168m^2$  plot of land is located. This analysis includes the future urban development of the industrial area and its influence on the current plot.

Secondly, the layout of the industrial unit is set. This includes a list of the activities realized by the company, their inherent relationship, the estimated surfaces and the final distribution of the space.

Thirdly, there is the calculation of the metallic structure and the cooling installation.

And lastly, there is a budget for the actions to be carried out within this project.

**Keywords:** Industrial building, metal structure, refrigeration installation, urban development, layout.

# Índice general

Resumen	III
Índice general	VII
<b>I MEMORIA DESCRIPTIVA</b>	<b>1</b>
1 Objeto del trabajo	3
1.1 Objeto del trabajo	3
1.2 Alcance	3
2 Introducción al proyecto	4
2.1 Antecedentes	4
2.2 Motivación	6
2.3 Justificación	6
3 Situación y emplazamiento	7
3.1 Situación y emplazamiento	7
4 Normativa aplicada	9
4.1 Normativa a nivel nacional	9
4.2 Normativa de la Región de Murcia	9
5 Planteamiento de la reparcelación	10
5.1 Situación del polígono actualmente en desarrollo	10
5.2 Desarrollo de la zona de análisis	11
5.3 Posibles modificaciones	12
5.4 Zona de la rambla	13
5.5 Parcela del proyecto	13
5.6 Parcela de Kesimport S.L.	13
6 Layout: Requerimientos espaciales y constructivos	17
6.1 Requerimientos espaciales	17
7 Descripción de la solución adoptada	26
7.1 Actuaciones previas	26
7.2 Cimentación	27
7.3 Solera	29
7.4 Cerramientos	30
7.5 Materiales	32
7.6 Estructura	33
7.7 Instalación de ventilación y pluviales	37

<b>8</b>	<b>Instalación frigorífica</b>	<b>38</b>
8.1	Antecedentes . . . . .	38
8.2	Objetivo . . . . .	38
8.3	Normativa . . . . .	38
8.4	Descripción general de la instalación . . . . .	39
8.5	Características de la cámara frigorífica . . . . .	39
8.6	Descripción del proceso de enfriamiento . . . . .	40
8.7	Potencia a instalar . . . . .	41
8.8	Características de los aparatos del sistema frigorífico . . . . .	41
8.9	Sala de máquinas . . . . .	45
<b>9</b>	<b>Resumen del presupuesto</b>	<b>46</b>
9.1	Introducción . . . . .	46
<b>II</b>	<b>Anexo I: Cálculos</b>	<b>49</b>
<b>10</b>	<b>Cálculos de la estructura</b>	<b>51</b>
10.1	Introducción . . . . .	51
10.2	Normativa utilizada . . . . .	51
10.3	Acciones y E.L.U. sobre el edificio . . . . .	51
<b>11</b>	<b>Instalación de ventilación y pluviales</b>	<b>87</b>
11.1	Dimensionamiento de canalón y bajante según CTE . . . . .	87
<b>12</b>	<b>Cálculo de la demanda frigorífica</b>	<b>89</b>
12.1	Carga debida al producto y su embalaje . . . . .	89
12.2	Aislamiento . . . . .	89
12.3	Renovaciones de aire . . . . .	90
12.4	Otras cargas . . . . .	91
12.5	Potencia de los ventiladores . . . . .	91
12.6	Mayoración de seguridad . . . . .	91
12.7	Potencia total . . . . .	91
<b>III</b>	<b>Anexo II: Equipos comerciales</b>	<b>93</b>
<b>13</b>	<b>Equipos comerciales de la cámara frigorífica</b>	<b>95</b>
13.1	Introducción . . . . .	95
13.2	Evaporador (Intarcon) . . . . .	95
13.3	Compresor (Bitzer) . . . . .	96
13.4	IQ MODULE (Bitzer) . . . . .	98
13.5	Condensador (Bitzer) . . . . .	99
13.6	Depósito de líquido (Bitzer) . . . . .	101
<b>IV</b>	<b>Presupuesto</b>	<b>103</b>
<b>14</b>	<b>Presupuesto</b>	<b>105</b>
14.1	Introducción . . . . .	105
<b>V</b>	<b>Planos</b>	<b>121</b>

# Índice de figuras

2.1. Evolución de la importación y exportación en la Región de Murcia en los últimos 12 años . . . . .	5
3.1. Situación de polígono y parcela . . . . .	7
3.2. División de la parcela . . . . .	8
3.3. Datos catastrales de la parcela . . . . .	8
5.1. Reparcelación y zonificación del plan parcial . . . . .	10
5.2. Reparcelación y zonificación del polígono de estudio . . . . .	12
5.3. Detalle de la parcela de Kesimport S.L. . . . .	14
5.4. Puerta corredera cancela de acceso a la parcela . . . . .	14
5.5. Estructura metálica para la zona de aparcamiento . . . . .	15
6.1. Sistema de estanterías metálicas convencional para producto paletizado [14] . . . . .	18
6.2. Diagrama relación de recorridos y actividades . . . . .	21
6.3. Grafo Planar Ponderado Maximal . . . . .	22
6.4. Boceto de la distribución en planta . . . . .	23
6.5. Distribución en planta . . . . .	24
6.6. Detalle de la distribución en oficina . . . . .	24
6.7. Zona de espera y exposición (izquierda) y Contabilidad (derecha) . . . . .	25
6.8. Despacho (izquierda) y Sala de reuniones (derecha) . . . . .	25
7.1. Esquema de la cimentación . . . . .	27
7.2. Zapata de los pilares exteriores (izquierda) y zapatas de los pilares interiores (derecha) . . . . .	27
7.3. Zapatas de los pilares de los pórticos interiores (derecha) . . . . .	28
7.4. Vigas de atado entre las zapatas de fachada frontal y trasera . . . . .	28
7.5. Vigas de atado entre las zapatas de fachada lateral . . . . .	29
7.6. Configuración de las placas de anclaje . . . . .	29
7.7. Solera de hormigón (izquierda) y juntas (derecha) . . . . .	30
7.8. Muro de hormigón para vallado de parcela . . . . .	30
7.9. Verja de acero para vallado de parcela . . . . .	30
7.10. Panel tipo sandwich aislante de acero y placa translúcida para paneles tipo sandwich . . . . .	31
7.11. Cerramiento de fachada a base de paneles prefabricados de hormigón . . . . .	31

7.12. Puertas de los muelles de carga . . . . .	32
7.13. Características del acero S275 . . . . .	32
7.14. Características del acero S235 . . . . .	32
7.15. Estructura 3D de la nave . . . . .	33
7.16. Estructura 2D de los pórticos interiores . . . . .	34
7.17. Estructura 2D de los pórticos de fachada . . . . .	34
7.18. Estructura 2D de las fachadas laterales . . . . .	35
7.19. Estructura 2D de los faldones . . . . .	35
7.20. Unión pilar-viga perimetral-jácena . . . . .	36
7.21. Unión jácena-jácena . . . . .	36
7.22. Características del perfil y detalle de la disposición sobre la jácena . . . . .	37
8.1. Panel sandwich aislante para cámaras frigoríficas . . . . .	40
8.2. Suelo aislante para cámaras frigoríficas . . . . .	40
8.3. Parámetros del ciclo . . . . .	42
8.4. Diagrama p-h . . . . .	42
8.5. Características del compresor . . . . .	43
8.6. Características del condensador . . . . .	43
8.7. Características del depósito de líquido F552T . . . . .	44
8.8. Características del R-134A . . . . .	45
10.1. Pórtico interior . . . . .	54
10.2. Pórtico de fachada . . . . .	56
10.3. Viga contraviento en cubierta . . . . .	60
10.4. Arriostramiento lateral . . . . .	64
10.5. Identificación de los tornillos . . . . .	78
10.6. Identificación de los tornillos . . . . .	80
10.7. Identificación de los tornillos . . . . .	82
11.1. Mapa de isoyetas y zonas pluviométricas y tabla de intensidad pluviométrica i (mm/h)	88
11.2. Tabla 4.7 del CTE-DB-HS5 para obtención del diámetro del canalón . . . . .	88
11.3. Tabla 4.8 del CTE-DB-HS5 para obtención del diámetro de las bajantes . . . . .	88
13.1. Dimensiones del modelo MKH-NY-2 250 . . . . .	95
13.2. Extracto del catálogo comercial de evaporadores de Intarcon . . . . .	96
13.3. Características del compresor 4GE-20Y-40P . . . . .	96
13.4. Dimensiones y conexiones del compresor 4GE-20Y-40P . . . . .	97
13.5. Elementos del IQ MODULE . . . . .	98
13.6. Dimensiones y conexiones del IQ MODULE CM-RC-01 . . . . .	98
13.7. Características del condensador LH135E/4GE-23Y-40P . . . . .	99
13.8. Dimensiones y conexiones del condensador LH135E/4GE-23Y-40P . . . . .	100
13.9. Características del depósito de líquido F552T . . . . .	101
13.10 Dimensiones y conexiones del depósito de líquido F552T . . . . .	101

# Índice de tablas

6.1. Tabla Matricial (TM) . . . . .	19
6.2. Tabla relacional de actividades (TR) . . . . .	20
6.3. Tabla relacional combinada bilateral (TRCB) . . . . .	21
8.1. Conceptos de potencia y total . . . . .	41
10.1. Estados límite considerados . . . . .	52
10.2. ELU de rotura. Hormigón en cimentaciones: EHE-08/CTE DB-SE C . . . . .	52
10.3. E.L.S. Fisuración. Hormigón en cimentaciones: EHE-08 . . . . .	53
10.4. E.L.U. de rotura. Acero laminado: CTE DB SE-A . . . . .	53
10.5. Tensiones sobre el terreno . . . . .	53
10.6. Desplazamientos . . . . .	54
10.7. Comprobación de resistencia de los nudos del pórtico interior . . . . .	55
10.8. Comprobación de flecha del pórtico interior . . . . .	55
10.9. Comprobaciones E.L.U. en los nudos del pórtico interior . . . . .	56
10.10 Comprobación de resistencia de los nudos del pórtico de fachada . . . . .	57
10.11 Comprobación de flecha del pórtico de fachada . . . . .	58
10.12 Comprobaciones E.L.U. en los nudos del pórtico de fachada . . . . .	59
10.13 Comprobaciones E.L.U. de los elementos tirantes del pórtico de fachada . . . . .	59
10.14 Comprobación de resistencia de la viga contraviento . . . . .	61
10.15 Comprobación de flecha de la viga contraviento . . . . .	62
10.16 Comprobaciones E.L.U. en los nudos de la viga contraviento . . . . .	63
10.17 Comprobaciones E.L.U. en los tirantes de la viga contraviento . . . . .	63
10.18 Comprobación de resistencia de las barras del arriostramiento lateral . . . . .	65
10.19 Comprobación de flecha del arriostramiento lateral . . . . .	66
10.20 Comprobaciones E.L.U. en las barras del arriostramiento lateral . . . . .	66
10.21 Comprobaciones E.L.U. en los elementos tirantes del arriostramiento lateral . . . . .	67
10.22 Comprobación de resistencia en las correas de cubierta . . . . .	67
10.23 Perfil empleado en las correas . . . . .	68
10.24 Comprobación de resistencia en las correas de cubierta . . . . .	68
10.25 Comprobación de flecha de las correas . . . . .	68
10.26 Elementos de la placa de anclaje (tipo 1) . . . . .	70

10.27Comprobación geométrica y de resistencia de los cordones de soldadura del pilar . . .	71
10.28Comprobación de la placa de anclaje tipo 1 . . . . .	71
10.29Comprobación geométrica del cordón de soldadura de la placa de anclaje tipo 1 . . .	72
10.30Comprobación de resistencia del cordón de soldadura de la placa de anclaje tipo 1 . .	72
10.31Elementos de la placa de anclaje tipo 2 . . . . .	73
10.32Comprobación geométrica y de resistencia de los cordones de soldadura del pilar . . .	73
10.33Comprobación de la placa de anclaje tipo 2 . . . . .	74
10.34Comprobación geométrica del cordón de soldadura de la placa de anclaje tipo 2 . . .	75
10.35Comprobación de resistencia del cordón de soldadura de la placa de anclaje tipo 2 . .	75
10.36Elementos de la unión . . . . .	75
10.37Comprobación de resistencia . . . . .	77
10.38Comprobaciones de la soldadura . . . . .	77
10.39Comprobación de resistencia . . . . .	78
10.40Comprobaciones de la soldadura . . . . .	78
10.41Comprobación resistencia de los tornillos . . . . .	79
10.42Comprobación de la unión a flexión . . . . .	80
10.43Comprobación de resistencia . . . . .	80
10.44Comprobaciones de soldadura . . . . .	80
10.45Comprobación de resistencia de los tornillos . . . . .	81
10.46Elementos de la unión . . . . .	81
10.47Comprobación de resistencia . . . . .	82
10.48Comprobación de soldadura . . . . .	82
10.49Comprobación de la unión a flexión simple . . . . .	82
10.50Comprobación de resistencia de los tornillos . . . . .	83
10.51Comprobación de la unión a flexión simple . . . . .	83
10.52Comprobación de zapata . . . . .	84
10.53Comprobación de viga de atado . . . . .	86
12.1. Conceptos de potencia y total . . . . .	92

Parte I

# **MEMORIA DESCRIPTIVA**



# Objeto del trabajo

---

### 1.1 Objeto del trabajo

El presente proyecto tiene por objeto el cálculo de la estructura metálica de la nave industrial de la empresa Kesimport S.L. Dentro de la nave se realizará la distribución en planta (layout) y el cálculo de la instalación frigorífica.

A fin de proporcionar un contexto al proyecto, se lleva a cabo también un análisis del entorno regional, municipal y local en el que se planea ejecutar la citada construcción. Este análisis incluye una previsión del futuro desarrollo urbanístico de la zona industrial.

### 1.2 Alcance

El alcance de este proyecto comprende el desarrollo de los siguientes apartados:

- Planteamiento de reparcelación de la zona industrial
- Cálculo de la estructura metálica de la nave industrial de la empresa Kesimport S.L.
- Distribución en planta de las actividades de la empresa
- Cálculo de la instalación de cámara frigorífica destinada a almacenamiento y conservación de productos lácteos

# Introducción al proyecto

---

## 2.1 Antecedentes

### 2.1.1 Actividad de la empresa

Los inicios de Kesimport se remontan a los años 30. Su negocio consistía en un almacén-bodega de vino de Jumilla situado en Cabezo de Torres, localidad en la que sigue actualmente. Este pequeño comercio también incluía un bar en el que se servía su producto.

A partir de los años 50 el negocio pasó a ser únicamente de bodega-almacén.

En la década de los 70, la empresa comenzó a introducir otros productos de la gama de licores y destilados. Con esta expansión del negocio fue necesaria una ampliación del espacio de almacenamiento. El comercio, que se situaba en el centro de la localidad, no tenía posibilidad de ampliar el local ya existente. Por esta razón, se construyó la nave industrial en la que actualmente opera la empresa. Esta nave se empleó únicamente para almacenamiento, dejando el resto de actividades en el local original.

En la década de los 80 se trasladó toda la actividad a la nave industrial, ampliando la nave existente para dar cabida a las nuevas actividades. La nave tuvo una tercera fase de ampliación algunos años después.

En el año 2000 la empresa introduce en sus productos los productos lácteos. Esta nueva actividad se desarrolla en una nave de alquiler hasta 2006, cuando se construye una cámara frigorífica en el interior de la nave de Cabezo de Torres.

En los últimos años, la actividad de la empresa ha crecido, siendo los volúmenes de producto que maneja mayores. Los productos con mayor importancia de la empresa son dos: una sidra producida en el Principado de Asturias y algunas variedades de queso procedentes de Holanda.

### 2.1.2 Infraestructura viaria de la Región de Murcia

Cabe destacar la importancia del transporte de mercancías en la Región de Murcia. Según los datos del Centro Regional de Estadística de Murcia (CREM) [7], las exportaciones en Murcia han experimentado un importante crecimiento en los últimos 12 años como se puede observar en el siguiente gráfico:



Figura 2.1: Evolución de la importación y exportación en la Región de Murcia en los últimos 12 años

Debido a esto, el sector del transporte de mercancías y las infraestructuras asociadas han tenido un importante desarrollo en las últimas décadas pasando de los 373.9 km de carreteras (de los solamente 3 km eran autovía) en 1984 a los más de 610 km actuales (de los cuales 237 km son vías de alta capacidad) [9].

En el Plano 1, se puede observar que la red de carreteras de Murcia tiene un carácter radial que se enfoca en vías de alta capacidad. Sin embargo, siguen existiendo deficiencias en cuanto a la interconexión de estas vías principales y en algunos enlaces. Las actuaciones más recientes están enfocadas a mejorar las conexiones intercomarcales y a la conservación de las vías existentes.

En el mismo plano se pueden identificar las dos vías de alta capacidad que conectan la capital con las tres comunidades vecinas (Andalucía, Castilla La Mancha y Comunidad Valenciana): la Autovía del Mediterráneo (A-7) y la Autovía de Murcia (A-30). Además, la A-7 forma parte de la Ruta europea E-15 que enlaza el norte de Reino Unido (Inverness) con el sur de España (Algeciras), siendo esta la principal entrada y salida de mercancía en la zona mediterránea.

Para la actividad de la empresa Kesimport las infraestructuras viarias son de gran importancia tanto en la compra de sus productos como en su posterior venta.

En la compra de los productos de Asturias y Holanda ambas rutas cuentan con vías de alta capacidad que permiten una entrega de uno y dos días respectivamente.

Para las ventas disponer de vías de alta capacidad con conexión con las capitales cercanas permite a la empresa expandir su actividad comercial más allá de la Región de Murcia.

Actualmente, Kesimport vende en la Región de Murcia y en las provincias de Albacete, Alicante y Almería.

## 2.2 Motivación

La motivación de este trabajo reside en el conocimiento de las actividades de la empresa, ya que pertenece a un familiar de la alumna.

## 2.3 Justificación

La justificación de este trabajo es la necesidad de una modernización de las instalaciones de la empresa Kesimport S.L.

La parcela en la que se encuentra ubicada actualmente la empresa ha agotado su capacidad:

- No hay posibilidad de reorganizar los espacios originales para adaptarse a las nuevas actividades,
- Los espacios para circulación de vehículos de mercancías (aunque suficientes) son algo limitados, al igual que los espacios de maniobra. Esto dificulta en ocasiones las tareas de carga y descarga, tan importantes para la actividad de la empresa,
- El aparcamiento dentro de la parcela destinado a la flota de vehículos de la empresa (comerciales y de reparto) precisa de una ampliación,
- La zona de oficinas también precisa de una ampliación y modernización,

Por estas razones, la empresa se ha planteado el traslado de su actividad a una nueva localización y ha encargado a la alumna la realización del presente proyecto.

Además, la parcela disponible tiene ciertas características que la diferencian de otras opciones:

- La parcela ya es propiedad del propietario de Kesimport S.L.,
- La parcela se encuentra junto a una nueva vía de alta capacidad, la Costera Norte,
- Dicha vía tiene un tramo de conexión con la A-7 y una entrada a la A-30 a 5km,
- La zona industrial en la que se encuentra está en desarrollo, con un gran potencial de expansión en el futuro.

La situación de la zona industrial se refleja en el Plano 2, donde pueden apreciarse su conexión con las vías mencionadas. También se indican las poblaciones y zonas industriales de mayor relevancia. Se observa que el suelo industrial en el municipio tiene un carácter descentralizado y a pequeña escala, lo cual no permite el desarrollo a largo plazo de estas zonas industriales. El desarrollo de este nuevo suelo industrial podría permitir que muchas de las industrias que precisan ampliar sus instalaciones se trasladaran a un polígono con una gran cantidad de suelo disponible y con una buena conexión a las principales autovías de la región.

Además, como parte de las acciones estratégicas del Plan General de Ordenación Urbana de Murcia [8] se identifica la localidad de Cabezo de Torres como zona industrial a desarrollar.

# Situación y emplazamiento

## 3.1 Situación y emplazamiento

La figura 3.1 podemos ver la situación de la parcela dentro del polígono. Se considera que tiene una buena ubicación por varias razones:



**Figura 3.1:** Situación de polígono y parcela

- Existe una estación de servicio en una parcela cercana,
- En la actualidad cuenta con dos calles, una a cada lado de la parcela, y se prevé la creación de otra en la parte superior.
- Como se puede observar en los Plano 2 y 3, la parcela se encuentra muy próxima a la Costera Norte. Esta vía de alta capacidad enlaza con la Autovía del Mediterráneo mediante un tramo de unión a menos de 1km de la parcela.
- La ubicación de la parcela respecto al polígono planificado es ventajosa respecto a otras, ya que las calles previsibles apenas afectan a la parcela original.

La división que se va a realizar en la parcela y la parte que se va a destinar para la empresa Kesimport es la indicada en la figura 3.2. Se ha elegido esa parte de la parcela por dos razones:

Proyecto de urbanización de parcela de  $55019m^2$ , construcción de nave e instalación frigorífica de  $2700m^2$  para la venta al por mayor de productos alimentarios sita en el término municipal de Cabezo de Torres

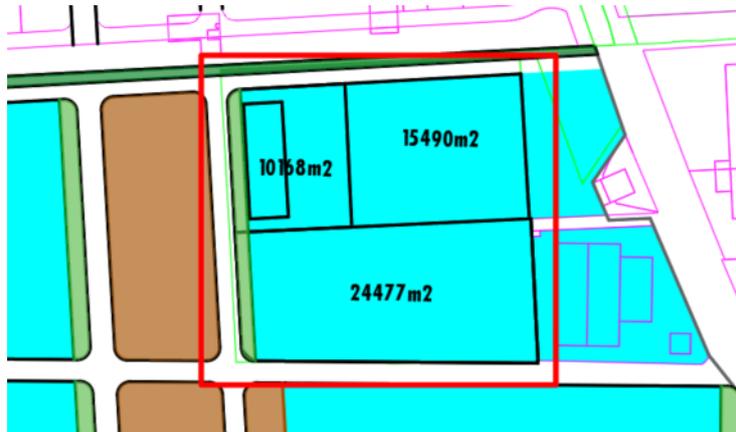


Figura 3.2: División de la parcela

- El propietario especificó que la parcela debía dar al mayor número de calles posible,
- La calle de ese lado de la parcela ya está ejecutada y se encuentra más próxima a la zona actualmente en desarrollo, por lo que tendrá mejor acceso que la otra.

Se incluyen los datos catastrales de la parcela [2]:

- Cabezo de Torres, Murcia (Murcia)
- Polígono 18 Parcela 144

**REFERENCIA CATASTRAL DEL INMUEBLE**  
30030A018001440000WA

**DATOS DESCRIPTIVOS DEL INMUEBLE**

LOCALIZACIÓN:  
Polígono 18 Parcela 144  
CABEZO DE TORRES, MURCIA [MURCIA]

USO PRINCIPAL:  AÑO CONSTRUCCIÓN:

COEFICIENTE DE PARTICIPACIÓN:  SUPERFICIE CONSTRUIDA (m²):

**PARCELA CATASTRAL**

SITUACIÓN:  
Polígono 18 Parcela 144  
CABEZO DE TORRES, MURCIA [MURCIA]

SUPERFICIE CONSTRUIDA (m²):  SUPERFICIE GRÁFICA PARCELA (m²):  TIPO DE PARCELA:

**CULTIVO**

Subparcela	CC	Cultivo	IP	Superficie m²
a	FR	Frutales regadío	01	54,863
b	C	Labor o Labradío secano	01	156

**CONSULTA DESCRIPTIVA Y GRÁFICA DE DATOS CATASTRALES DE BIEN INMUEBLE**

INFORMACIÓN GRÁFICA E: 1/3000

Este documento no es una certificación catastral, pero sus datos pueden ser verificados a través del 'Acceso a datos catastrales no protegidos' de la SEC.

Viernes, 3 de Mayo de 2019

Figura 3.3: Datos catastrales de la parcela

# Normativa aplicada

---

### 4.1 Normativa a nivel nacional

- Real Decreto 751/2011, de 27 de mayo, por el que se aprueba la Instrucción de Acero Estructural (EAE),
- Real Decreto 1247/2008, de 18 de julio, por el que se aprueba la instrucción de hormigón estructural (EHE-08),
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación,

### 4.2 Normativa de la Región de Murcia

- Ordenanza municipal sobre Protección del Medio contra la emisión de ruidos y vibraciones del Excmo. Ayuntamiento de Murcia
- Ley 13/2015, de 30 de marzo, de ordenación territorial y urbanística de la Región de Murcia,
- Decreto Legislativo 1/2005, de 10 de junio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley del Suelo de la Región de Murcia,
- Normas urbanísticas del Plan General de Murcia, documento adaptado al Decreto Legislativo 1/2005

## Planteamiento de la reparcelación

### 5.1 Situación del polígono actualmente en desarrollo

En el Plano 2 podemos ver una zona azul (polígono planificado) que se corresponde con un plan parcial desarrollado durante los últimos años [15].

En la figura 5.1 se puede ver la reparcelación y zonificación que se ha establecido en dicho plan:



Figura 5.1: Reparcelación y zonificación del plan parcial

Siendo el código de colores:

- Azul claro: uso industrial y compatibles
- Verde claro: zonas verdes privadas

- Verde oscuro: zonas verdes públicas
- Marrón: equipamientos deportivos
- Morado: sistemas generales adscritos al sector
- Gris: reserva del sistema general viario
- Blanco: red viaria

## 5.2 Desarrollo de la zona de análisis

Se plantea el desarrollo de la zona en la que se sitúa la parcela objeto del proyecto.

Como se puede observar en la figura 5.1, el sistema viario se ha planeado con vistas a una futura ampliación. Prolongando los viales principales del polígono se obtiene una ordenación con trama ortogonal sobre la zona de análisis. Esto permitiría una integración total del nuevo desarrollo con la zona ya planificada, dando una mayor calidad a la zona industrial conjunta.

Este nuevo desarrollo comprendería una superficie total de 49.35ha ( $493479m^2$ ), de las cuales 5.5ha son de la parcela propiedad de Kesimport S.L.

Los porcentajes de terreno cedidos para zonas verdes y dotacionales se toman del Plan Parcial del polígono industrial ya desarrollado:

- Zonas verdes: 10 % para zonas verdes de dominio y uso público y un 5 % de zonas verdes en propiedad privada.

$$493479 * 0,1 = 49347,9 m^2$$

$$493479 * 0,05 = 24673,9 m^2$$

$$ZV \text{ Pública planeada} = 49374m^2$$

$$ZV \text{ Privada planeada} = 29616,7m^2$$

- Uso dotacional: 5.5 % de la superficie neta del sector.

$$493479 * 0,055 = 27141,3 m^2$$

$$\text{Superficie planeada} = 29270m^2$$

Los parámetros de ocupación también se toman del Plan Parcial:

- Edificabilidad bruta:  $0.385 \frac{m^2}{m^2}$

$$493479 * 0,385 = 189989,4 m^2 \text{ edificables}$$

- Ocupación de la parcela máxima: 70 %
- Altura de edificación: libre

Las principales estrategias a la hora de plantear esta ampliación son las siguientes:

- Continuación de los dos viales principales
- Continuación de los demás viales que sean posibles
- Zonificación similar al polígono ya desarrollado

Poniendo en práctica estas estrategias se obtiene la ordenación reflejada en la figura 5.2.



Figura 5.2: Reparcelación y zonificación del polígono de estudio

Una vez establecida la reparcelación, el área dedicada a *Uso industrial y compatibles* es de  $255676.8m^2$ . Esto da una edificabilidad media de:

$$\frac{189989,4 m^2}{253853,3 m^2} = 0,748 \frac{m^2}{m^2}$$

### 5.3 Posibles modificaciones

Respecto a la ordenación mostrada en la figura 5.1, se ha realizado una modificación de uno de los tramos de vía. El tramo de boulevard ajardinado que se encuentra en la parte superior izquierda se ha sustituido por la prolongación de una calle ya existente. En su lugar se planea reservar una franja de 20m destinados a zona verde en el límite situado junto a la rambla.

Los motivos por los que se considera necesaria esta modificación son principalmente tres.

En primer lugar, ya existe un vial que da acceso a las parcelas. Este es el vial que se ha prolongado para dar lugar a una calle que encaja dentro de la estructura del polígono.

En segundo lugar, existen construcciones que no serían compatibles con el vial originalmente proyectado.

En tercer lugar, ya existe un vial de tamaño similar paralelo. Este vial tiene un acceso al tramo de unión con la A-7 y junto con la avenida-boulevard con rotondas componen los dos ejes principales del polígono.

En resumen, se considera que el tramo de vía planeado está sobredimensionado. Se sugiere el desarrollo de una vía secundaria según el diseño del Plano 3.

## 5.4 Zona de la rambla

La rambla situada al oeste de la zona a desarrollar es una zona natural no modificable. Se debe proteger esta zona natural e integrarla al mismo tiempo con la zona a desarrollar. Se propone establecer una franja de 20m en todo el perímetro de la rambla que sea posible, así como en las prolongaciones hacia la A-7 y hacia la Costera Norte. Se pueden plantear zonas de menos de 20m en el caso de edificaciones ya existentes, manteniendo como mínimo 10m de franja dedicada a zona verde.

Con esta actuación también se compensa la zona verde que se eliminaría del tramo de boulevard mencionado en el apartado anterior.

Lo mencionado anteriormente se refleja en el Plano 3.

## 5.5 Parcela del proyecto

Una vez planteada la reparcelación y la red de calles, nos centramos en la parcela del proyecto.

La superficie que debe ser cedida para los elementos públicos contemplados en esta ordenación ya se han aplicado sobre la parcela original. La superficie original era de  $55019m^2$ , obteniendo al final una superficie neta de  $50158m^2$ .

Las cesiones de terreno han sido para la creación o ampliación de viario, teniendo la parcela tres calles a su alrededor:

- Calle lateral que da al boulevard: 12m
- Calle lateral que da a una calle secundaria: 17m
- Calle en la parte superior de la parcela que une las dos calles anteriores: 17m

La parcela resultante se va a subdividir en tres parcelas más pequeñas:

- (1) Parcela de  $10168m^2$ : parcela destinada a la nave de Kesimport S.L.
- (2) Parcela de  $15490m^2$ : parcela destinada a alquiler
- (3) Parcela de  $24477m^2$ : parcela destinada a alquiler

Los fondos de las parcelas (1) y (2) se alinean de forma que la parcela (3) tenga una forma más regular. Esto también contribuye a una ordenación más regular del polígono.

Los elementos antes descritos se encuentran realizados y acotados en el plano 3.

## 5.6 Parcela de Kesimport S.L.

Al tratarse de una parcela con superficie neta superior a  $7000m^2$  entra en la categoría de Gran Parcela Industrial (IG) según las normas urbanísticas del PGOU de Murcia [10]. En esta categoría el uso global asignado es Almacenes e industrias en general y como uso compatible figura Oficinas y servicios profesionales, por lo que la actividad de la empresa es compatible.

También establece que las fajas perimetrales de la parcela deberán estar a jardín o arbolado.

Lo descrito en los siguientes subapartados se encuentra reflejado en la figura 5.3.

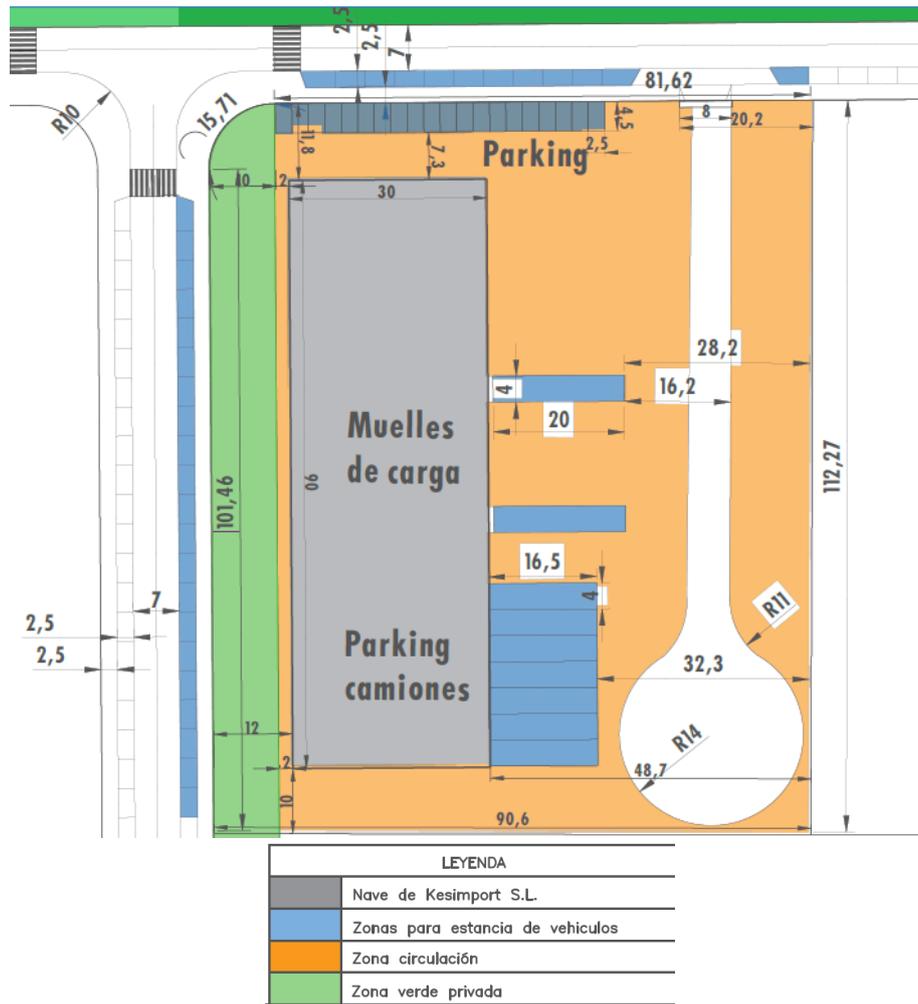


Figura 5.3: Detalle de la parcela de Kesimport S.L.

### 5.6.1 Entrada a la parcela

Consta de una puerta corredera cancela de 8m automática, como la mostrada en la figura 5.4 [13]. El fabricante da la opción de puertas de esta tipología de hasta 16m. Dispone de rampa en la zona de la acera para facilitar la entrada de los vehículos.



Figura 5.4: Puerta corredera cancela de acceso a la parcela

### 5.6.2 Nave industrial

Nave industrial de  $2700m^2$  destinada a albergar las oficinas y almacén de la empresa Kesimport S.L. Las normas urbanísticas del PGOU de Murcia [10] establecen que debe tener un frente mínimo de fachada de 10m y una superficie mínima del local de  $250m^2$ . La nave proyectada cumple estas condiciones.

En las mismas normas se establecen también una separación mínima a linderos de 10m, condición que se muestra en la figura 5.3.

### 5.6.3 Parking de vehículos

Las normas urbanísticas del PGOU de Murcia [10] establecen que se debe dedicar 1 plaza de parking por cada  $100m^2$  de techo construidos.

$$\frac{2700m^2}{100m^2} = 27 \text{ plazas}$$

Estas plazas se colocan en la fachada principal, frente a la entrada a la nave, y se encuentran techadas con una estructura metálica [12].



**Figura 5.5:** Estructura metálica para la zona de aparcamiento

Las normas urbanísticas del PGOU de Murcia [10] establecen que se debe dedicar 1 plaza de parking público por cada  $100m^2$  de techo construidos. En la figura 5.3 se puede comprobar que se cumple esta condición sobradamente.

#### **5.6.4 Carga/descarga y maniobra de camiones**

Las normas urbanísticas del PGOU de Murcia [10] establecen que aquellas instalaciones que cuenten con más de  $500m^2$  de almacenamiento debe disponer de una zona de carga/descarga en el interior de la parcela y de espacio para la maniobra de dos camiones. Este espacio y sus dimensiones se indican en la figura 5.3.

#### **5.6.5 Parking de camiones y furgones**

La empresa Kesimport S.L. dispone de una flota de vehículos de reparto de distintos tamaños. Para estos vehículos se dispone de un espacio de parking propio al fondo de la parcela. Este espacio y sus dimensiones se indican en la figura 5.3.

#### **5.6.6 Franja ajardinada**

Se establece una franja ajardinada de 10m en el perímetro de parcela que da a la calle de 17m de ancho. Este espacio y sus dimensiones se indican en la figura 5.3.

# Layout: Requerimientos espaciales y constructivos

---

## 6.1 Requerimientos espaciales

### 6.1.1 Actividades y/o espacios necesarios

Los espacios que van a conformar la planta de la nave industrial son los siguientes:

- Zona de oficina/atención al cliente, que se divide en:
  - (1) Recepción: conecta con la entrada principal a la nave(en contacto con el exterior). Zona a maximizar el aporte de luz natural indirecta. Debe estar conectado con la zona baños (oficinas) y con la zona de exposición. Se estima una superficie necesaria de  $(50m^2)$ .
  - (2) Contabilidad y pedidos: oficina con cuatro puestos administrativos y el mobiliario asociado al desarrollo de esta actividad. Necesidad de sistemas de almacenamiento mediante armarios en las paredes que no dan al exterior. Zona a maximizar el aporte de luz natural indirecta. Esta parte de la oficina cuenta con un pequeño espacio destinado a una cocina con frigorífico y microondas accesible solo para empleados. Se estima una superficie necesaria de  $(80m^2)$ .
  - (3) Pasillo auxiliar: ubicación de los cuadros eléctricos y del sistema de seguridad. Accesible solo para empleados. Se estima una superficie de  $(30m^2)$ .
  - (4) Despacho: despacho del gerente de la empresa. Espacio en el que se realiza trabajo administrativo y posible visita de clientes. Se estima una superficie de  $(30m^2)$ .
  - (5) Archivo: lugar de almacenamiento de la documentación asociada a la actividad de la empresa. Se pretenden instalar un sistema de archivo móvil sobre raíles para maximizar el aprovechamiento del espacio. Se estima una superficie de  $(60m^2)$ .
  - (6) Sala de reuniones: espacio en que se realizan reuniones internas de la empresa. Se estima una superficie de  $(30m^2)$ .
  - (7) Baños (oficinas): baños separados para hombres y mujeres. Se incluye también un lugar de almacenamiento para productos higiénicos y de limpieza. Se estima una superficie de  $(20m^2)$ .

(8) Zona de exposición: espacio accesible para clientes en el cual se tienen expuestos los productos más representativos de la empresa. Se estima una superficie de  $(20m^2)$ .

■ Zona de almacén, que se divide en:

(9) Zona de recepción de mercancía/preparación de pedidos: zona en la que se realiza la manutención mediante carretillas elevadoras y transpaletas eléctricas. Acceso a almacén de producto no refrigerado y cámara frigorífica. La recepción/envío de pedidos se realiza mediante dos muelles de carga, uno de ellos para producto no refrigerado y otro para producto refrigerado. El muelle de carga no refrigerado está ubicado cerca de la zona de almacén de producto no refrigerado para facilitar la manutención. El muelle de carga refrigerado está próximo a la cámara frigorífica para minimizar el incremento de temperatura del producto. Se estima una superficie de  $(300m^2)$ .

(10) Cámara frigorífica: almacén de producto refrigerado (temperatura superior a  $0^{\circ}C$ ). Debe encontrarse cercano al muelle de carga refrigerado y a la zona de corte/envasado de producto refrigerado. Se estima una superficie de  $(600m^2)$ .

(11) Almacén de producto no refrigerado: almacén para palets con mercancía no refrigerada en un sistema de estanterías metálicas como el mostrado en la figura 6.1. Se estima una superficie de  $(1000m^2)$ .



**Figura 6.1:** Sistema de estanterías metálicas convencional para producto paletizado [14]

(12) Zona de corte y envasado de producto refrigerado: consta de zona de corte y envasado de producto refrigerado y zona de utillajes (estas zonas deben estar separadas por normativa). Se estima una superficie de  $(400m^2)$ , que se reparten en  $(250m^2)$  para corte/envasado y  $(150m^2)$  para utillaje.

(13) Zona de café: espacio para tomar café de los trabajadores de la nave. También dispone de dispensador de agua. Se estima una superficie de  $(20m^2)$ .

(14) Vestuarios/Baños (nave): baños para los empleados de la empresa y transportistas, por lo que debe ser estar situado cerca del muelle de producto no refrigerado. Estos baños incluyen unos vestuarios con taquillas para los empleados. Se estima una superficie de  $(60m^2)$ .

Se estima una superficie total de nave de  $(2700m^2)$ .

### 6.1.2 Tabla matricial

El flujo de mercancías entre los distintos espacios se refleja en la tabla matricial (TM). La unidad que emplea la empresa para contabilizar los gastos de manutención es el palet. Se emplea palet europeo de dimensiones 1200x800mm. Los palets en los que se recibe la mercancía tienen una carga total de 800kg y los palets que envía la empresa pueden ser del mismo peso o menor.

Los principales flujos de mercancía mensuales entre zonas son:

- De zona de recepción/envío de mercancía (9) a almacén de producto no refrigerado (11): 100 palets (sidra) + 20 palets (otras bebidas)
- De almacén de producto no refrigerado (11) a zona de recepción/envío de mercancía (9): 100 palets (sidra) + 30 palets (otras bebidas)
- De zona de recepción/envío de mercancía (9) a cámara frigorífica (10): 100 palets
- De cámara frigorífica (10) a zona de corte (12): 40 palets
- De zona de corte (13) a cámara frigorífica (10): 100 palets
- De cámara frigorífica (10) a zona de recepción/envío de mercancía (9): 200 palets

**Tabla 6.1:** Tabla Matricial (TM)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1. Recepción	-													
2. Contabilidad		-												
3. Pasillo auxiliar			-											
4. Despacho				-										
5. Archivo					-									
6. Sala de reuniones						-								
7. Baños Of							-							
8. Exposición								-						
9. Preparación									-	100	120			
10. Cámara									200	-		10		
11. Almacén									130		-			
12. Corte/envasado										100		-		
13. Café													-	
14. Baños/vestuarios														-

### 6.1.3 Tabla relacional de actividades

Las relaciones entre las distintas zonas se reflejan en la Tabla Relacional (TR) mediante una letra (A, E, I, O, U, X) según el grado de cercanía que sea necesario entre ellas.

- Código de letras:
  - A: Absolutamente necesaria
  - E: Especialmente importante
  - I: Importante
  - O: Ordinaria
  - U: Sin importancia

X: Rechazable

Además, las zonas de recepción (1), recepción/envío de mercancía (9) y el pasillo auxiliar (3) necesitan contacto con el exterior.

**Tabla 6.2:** Tabla relacional de actividades (TR)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1. Recepción	-	I					E	E						
2. Contabilidad		-	A	I	A	I	I							
3. Pasillo auxiliar			-											
4. Despacho				-	I	I	I							
5. Archivo					-									
6. Sala de reuniones						-								
7. Baños Of							-							
8. Exposición								-						
9. Preparación									-	A	A		E	A
10. Cámara										-	I	A	X	X
11. Almacén											-		O	X
12. Corte/envasado												-	X	X
13. Café													-	O
14. Baños/vestuarios														-

#### 6.1.4 Tabla relacional combinada bilateral

Para evaluar poder evaluar tanto el flujo de mercancía como las relaciones entre las distintas actividades se combina la Tabla Matricial y la Tabla Relacional de Actividades, dando como resultado la Tabla Relacional Combinada (TRC). La TRC se obtiene mediante la fórmula:

$$TRC_{ij} = \alpha * (TM_{ij}) + \beta * (V(TRA_{ij})) \quad (6.1)$$

Siendo  $\alpha=1$  y  $\beta=2$ , por tener mayor peso la relación entre actividades que el coste de transporte interno de mercancía.

Para obtener el valor numérico correspondiente a la TRA se aplican las siguientes expresiones:

$$V(A) = \max(TM_{ij}) \quad (6.2)$$

$$V(E) = \max(TM_{ij}) - (1/4) * (\max(TM_{ij}) - \min(TM_{ij})) \quad (6.3)$$

$$V(I) = \max(TM_{ij}) - (2/4) * (\max(TM_{ij}) - \min(TM_{ij})) \quad (6.4)$$

$$V(O) = \max(TM_{ij}) - (3/4) * (\max(TM_{ij}) - \min(TM_{ij})) \quad (6.5)$$

$$V(U) = \min(TM_{ij}) \quad (6.6)$$

$$V(X) = -\max(TM_{ij}) \quad (6.7)$$

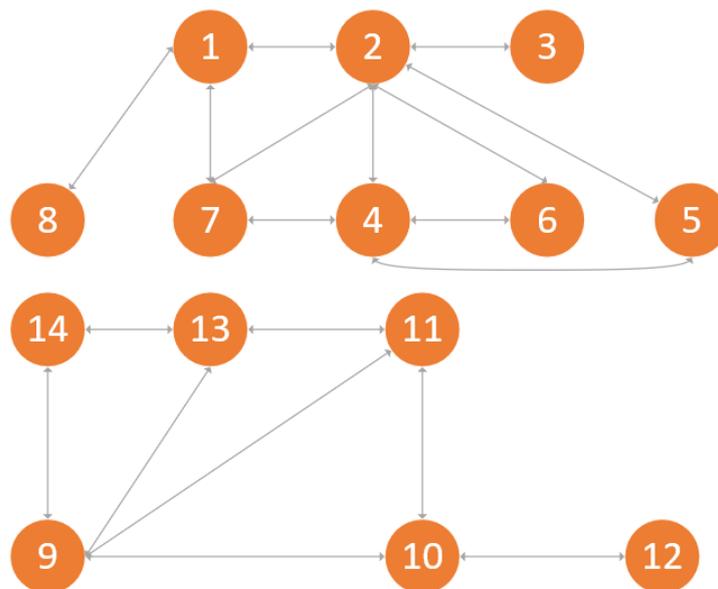
Aplicando estas expresiones se obtiene la TRC y pasando los valores de la diagonal inferior a la superior obtenemos la TRCB:

**Tabla 6.3:** Tabla relacional combinada bilateral (TRCB)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1. Recepción	-	200					300	300						
2. Contabilidad		-	400	200	400	200	200							
3. Pasillo auxiliar			-											
4. Despacho				-	200	200	200							
5. Archivo					-									
6. Sala de reuniones						-								
7. Baños Of							-							
8. Exposición								-						
9. Preparación									-	700	650		300	400
10. Cámara										-	200	540	-400	-400
11. Almacén											-		100	-400
12. Corte/envasado												-	-400	-400
13. Café													-	100
14. Baños/vestuarios														-

### 6.1.5 Diagrama relacional de recorridos y actividades

A partir del TRCB se elabora el DRRA, que nos da una primera ordenación topológica de las actividades. El número de aristas es igual al número de celdas no nulas (y no negativas) del TRCB; n° aristas=19. En la figura 6.2 se muestra el diagrama <sup>1</sup>.



**Figura 6.2:** Diagrama relación de recorridos y actividades

<sup>1</sup>Elaboración propia (Microsoft Visio)

### 6.1.6 Grafo planar ponderado maximal

En este grafo se mantienen el máximo número de aristas posibles, siendo la suma del total de aristas el máximo. Además, al eliminar los cruzamientos permite una representación bidimensional. Dado que el número de aristas es 19 y el número máximo de aristas es:

$$n_{maxaristas} = 3 * n - 6 = 3 * 14 - 6 = 36aristas \quad (6.8)$$

Es necesario añadir 17 aristas al DRRA. El GPPM se muestra en la figura 6.3<sup>2</sup>.

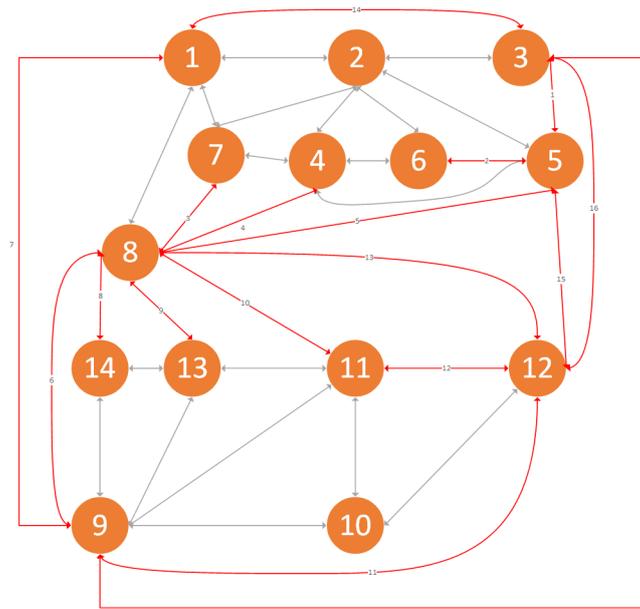


Figura 6.3: Grafo Planar Ponderado Maximal

### 6.1.7 Grafo dual

Se incorpora la actividad EXTERIOR y se vinculan a ella las actividades que precisan contacto con el exterior. El nuevo número de aristas es:

$$n_{maxaristas} = 3 * (n + 1) - 6 = 3 * 15 - 6 = 39aristas \quad (6.9)$$

El Grafo dual obtenido se muestra en la figura 6.4<sup>3</sup>.

<sup>2</sup>Elaboración propia (Microsoft Visio)

<sup>3</sup>Elaboración propia (Microsoft Visio)

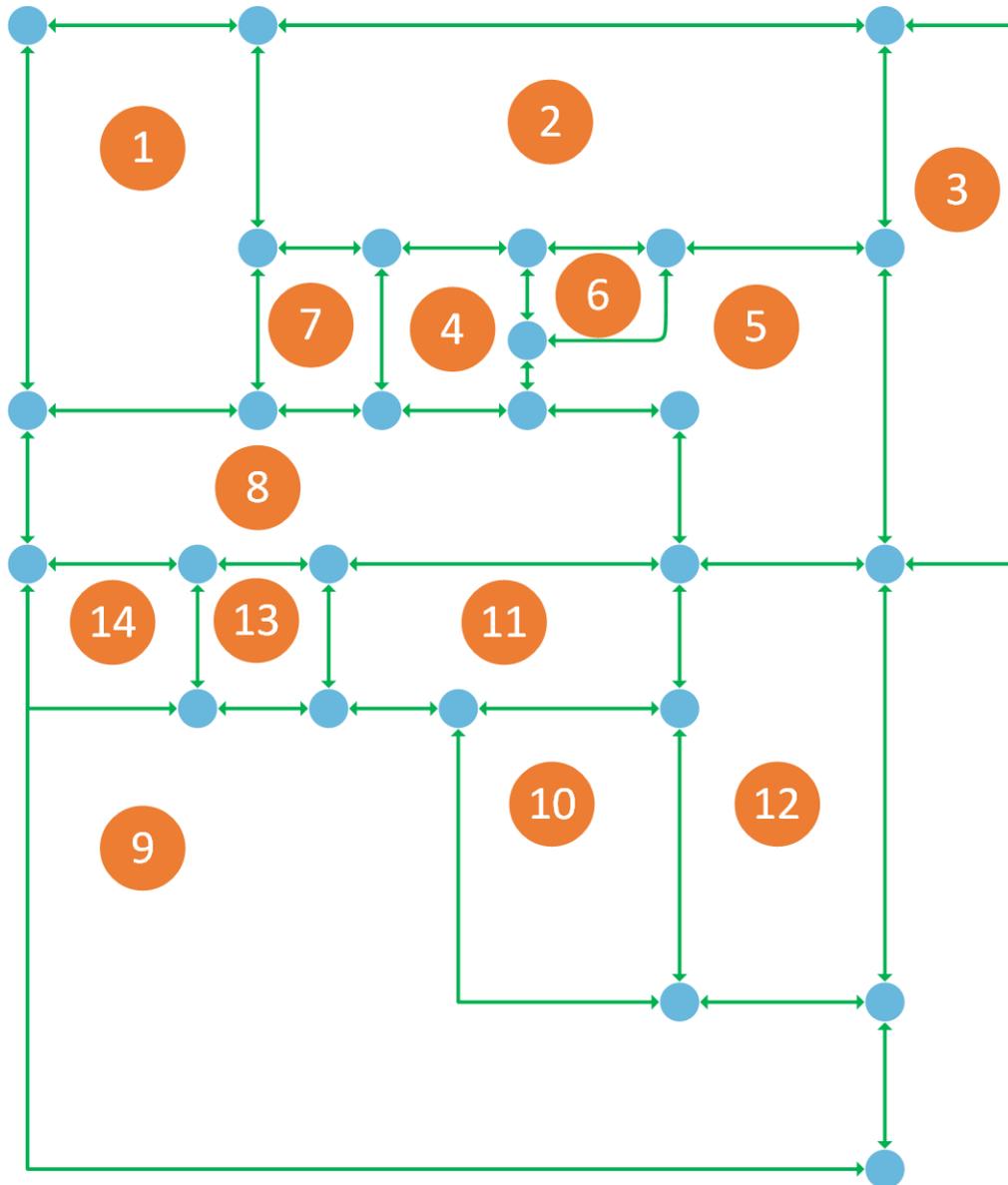


Figura 6.4: Boceto de la distribución en planta

### 6.1.8 Distribución en Planta (DP)

Finalmente, realizando una compatibilización geométrica entre el boceto de distribución en planta obtenido (Grafo Dual) y las superficies estimadas para cada actividad se realiza la distribución en planta de la nave como se puede observar en la figura 6.5<sup>4</sup>.

<sup>4</sup>Elaboración propia (Autocad)

Proyecto de urbanización de parcela de  $55019m^2$ , construcción de nave e instalación frigorífica de  $2700m^2$  para la venta al por mayor de productos alimentarios sita en el término municipal de Cabezo de Torres

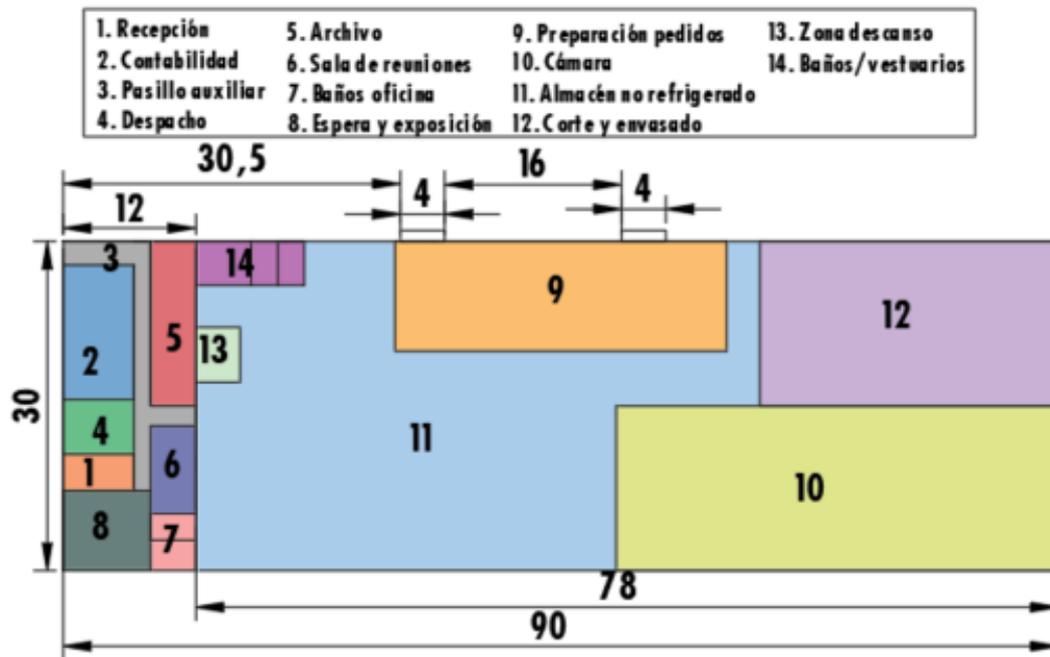


Figura 6.5: Distribución en planta

Se ha realizado una posible distribución de la oficina y de algunos de sus espacios <sup>5</sup>:

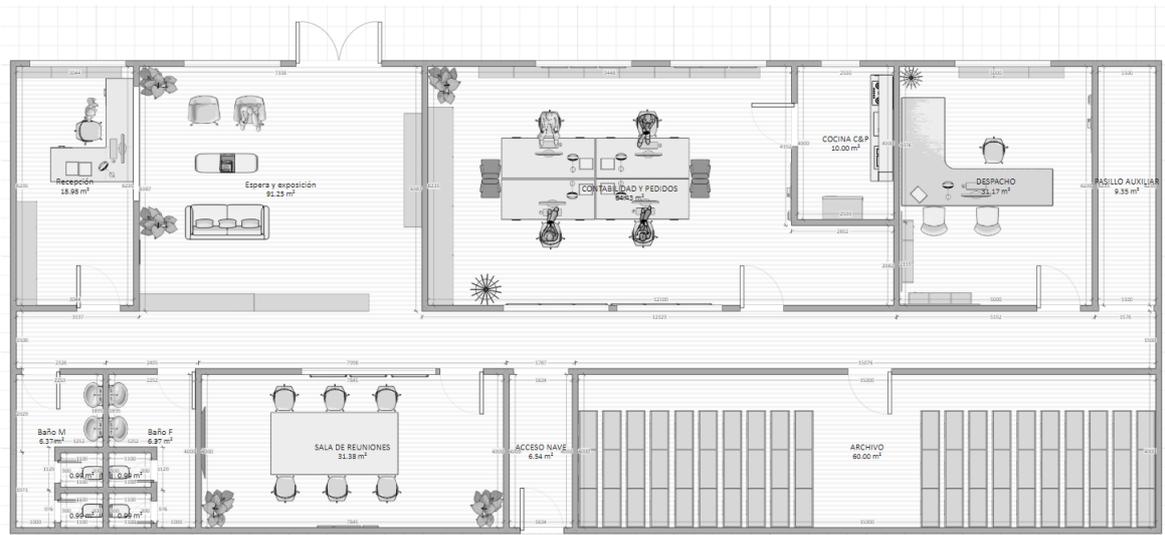


Figura 6.6: Detalle de la distribución en oficina

<sup>5</sup>Elaboración propia con la herramienta Homestyler de Autodesk



**Figura 6.7:** Zona de espera y exposición (izquierda) y Contabilidad (derecha)



**Figura 6.8:** Despacho (izquierda) y Sala de reuniones (derecha)

# Descripción de la solución adoptada

---

### 7.1 Actuaciones previas

Será necesario realizar un informe geotécnico del terreno que determine las características del mismo. En base a los resultados del informe, el terreno deberá ser objeto de las actuaciones previas necesarias para asegurar la estabilidad de la estructura así como la seguridad de las personas antes, durante y después de la ejecución de la estructura.

De la misma forma, deberá realizarse un estudio de las posibles instalaciones que discurran bajo el terreno afectado por el presente proyecto y realizar una planificación adecuada [11]. Instalaciones tales como conducciones de agua y aguas residuales, conducciones de gas, líneas eléctricas subterráneas... La parcela cuenta con servicio de aguas y línea eléctrica aérea de media tensión.

La señalización y vallado de la parcela durante la obra deberá hacerse conforme a la normativa vigente.

La gestión de residuos de obra resultantes de las actuaciones previas y de la ejecución de la estructura deberá realizarse conforme a la normativa vigente.

En principio se considera que la explanada es NORMAL, y se establecen las actuaciones previas conformes a esta clasificación. Estas actuaciones serán objeto de modificación si los resultados del informe geotécnico lo indican necesario.

Las actuaciones antes de iniciar la construcción de la nave serán:

- Desbrozado y limpieza del terreno
- Replanteo de las zapatas
- Excavación, limpieza y planeado de la superficie destinada a la cimentación
- Sub-base de zahorra natural de 15cm de espesor
- Compactación

## 7.2 Cimentación

Sobre el terreno previamente preparado para la cimentación se emplea un hormigón de limpieza de 10cm de espesor. El hormigón empleado será HL-150/B/20, fabricado en central y vertido desde camión [12]. Nivelado el fondo de la cimentación y evita el contacto directo entre zapata y terreno. El esquema de la cimentación es el siguiente:

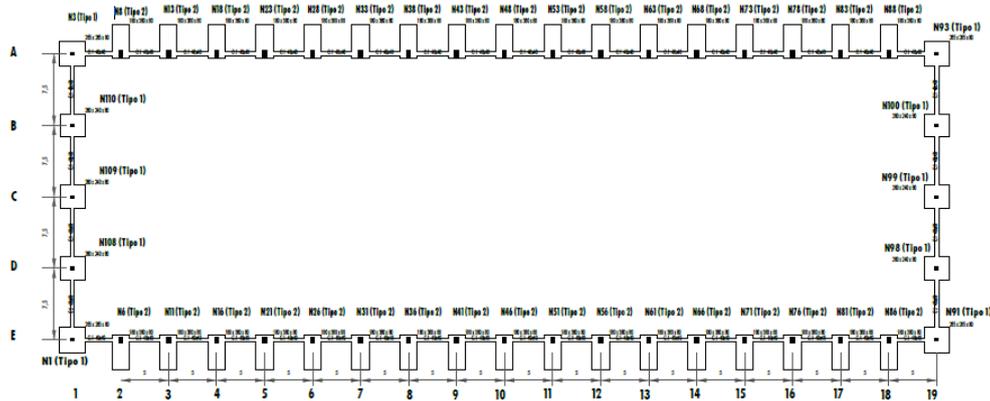


Figura 7.1: Esquema de la cimentación

### 7.2.1 Zapatas

Las zapatas están compuestas de armado con acero en barras corrugadas UNE-EN 10080 B500S y hormigón es HA-25/B/20/IIa, fabricado en central, con Distintivo de calidad Oficialmente Reconocido (D.O.R) y vertido desde camión [12].

La estructura cuenta con cuatro tipos de zapatas, explicadas en los apartados siguientes.

#### Zapatas del pórtico de fachada

Las zapatas son cuadradas. Se distinguen las zapatas de los pilares exteriores y las de los pilares interiores. Las dimensiones son las indicadas en la figura 7.2.

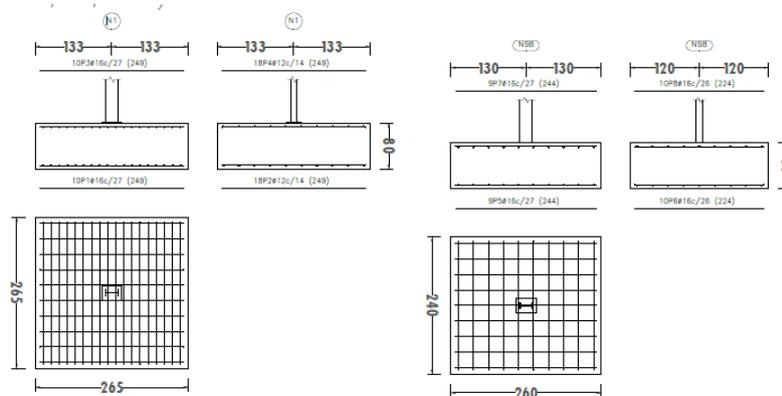


Figura 7.2: Zapata de los pilares exteriores (izquierda) y zapatas de los pilares interiores (derecha)

### Zapatas de los pórticos interiores

Las zapatas son excéntricas hacia el exterior de la estructura. La proporción largo/ancho es de 2. Las dimensiones son las indicadas en la figura 7.3

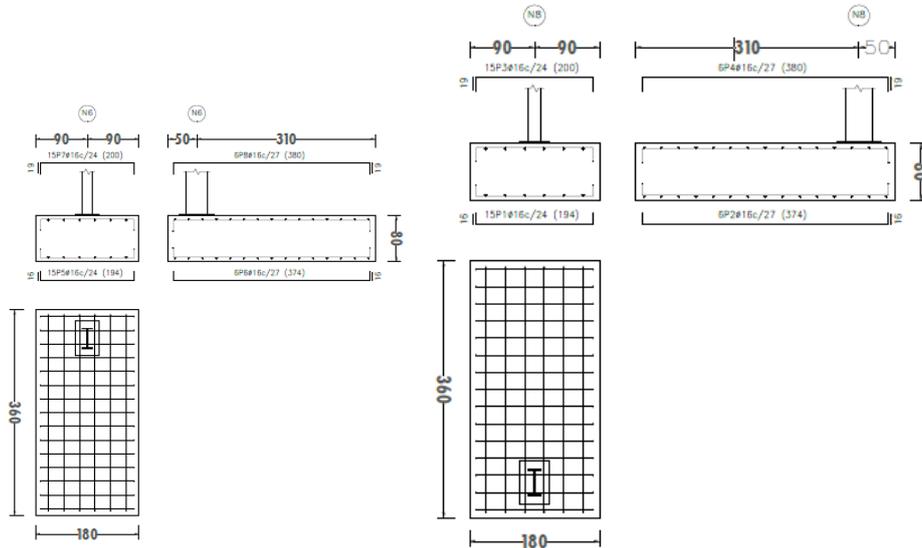


Figura 7.3: Zapatas de los pilares de los pórticos interiores (derecha)

### 7.2.2 Vigas de atado

Vigas de atado de hormigón armado, realizadas con hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central, con Distintivo de calidad Oficialmente Reconocido (D.O.R) y vertido desde camión, y acero UNE-EN 10080 B500S [12].

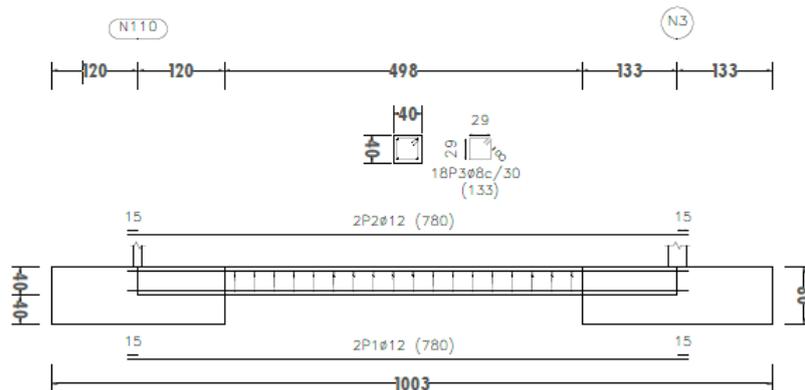


Figura 7.4: Vigas de atado entre las zapatas de fachada frontal y trasera

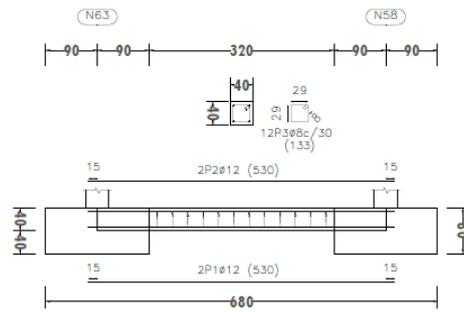


Figura 7.5: Vigas de atado entre las zapatas de fachada lateral

### 7.2.3 Placa de anclaje

La configuración de las placas de anclaje es la expuesta en la figura 7.6.

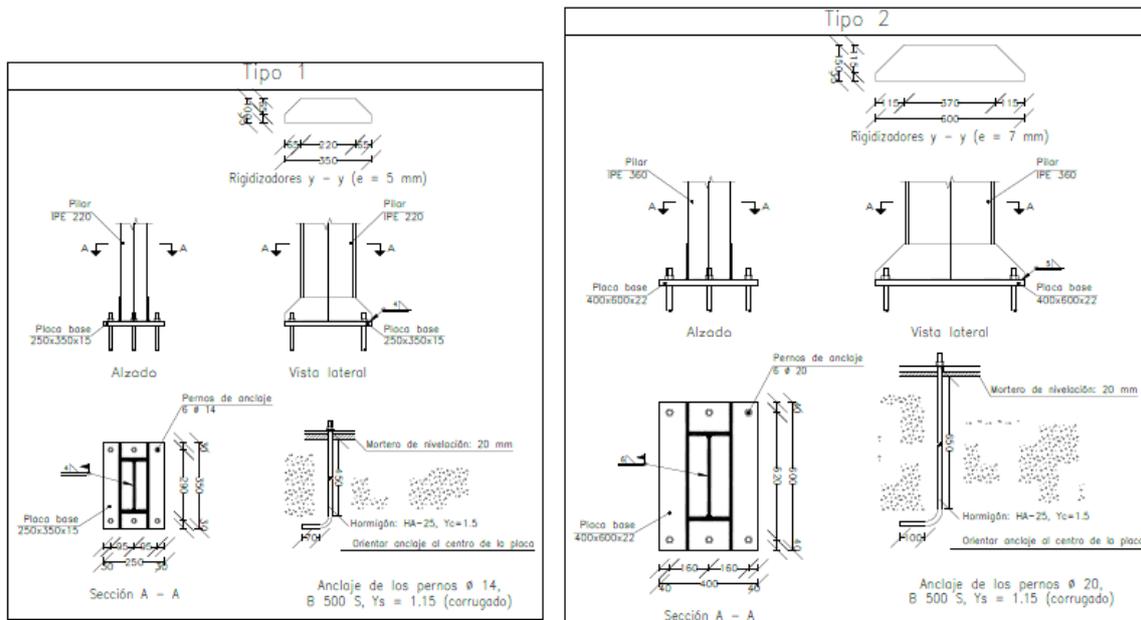


Figura 7.6: Configuración de las placas de anclaje

### 7.3 Solera

Solera de hormigón en masa con fibras de 15 cm de espesor, realizada con hormigón HM-25/B/20/I fabricado en central y vertido desde camión, y fibras de polipropileno [12]. En la zona de la cámara frigorífica se dispondrá también un aislamiento de poliuretano y un tratamiento con pintura epoxi para asegurar la planitud de la zona.



Figura 7.7: Solera de hormigón (izquierda) y juntas (derecha)

## 7.4 Cerramientos

### 7.4.1 Cerramiento exterior

La normativa permite un cerramiento de hormigón hasta una altura de 0.8m y completar hasta 2m con cerramiento ligero o vegetación tipo seto[10].

Muro de vallado de parcela, de 0.8 m de altura, con pilastras intermedias, de 10 cm de espesor de fábrica, de bloque CV de hormigón, liso hidrófugo, color gris,  $40 \times 20 \times 10$  cm, resistencia normalizada  $R10$  ( $10 \text{ N/mm}^2$ ) [12].

Verja modular de acero laminado en caliente, de  $3,00 \times 0,75$  m, acabado en color gris acero, con textura férrea, anclada entre pilastras de obra [12].

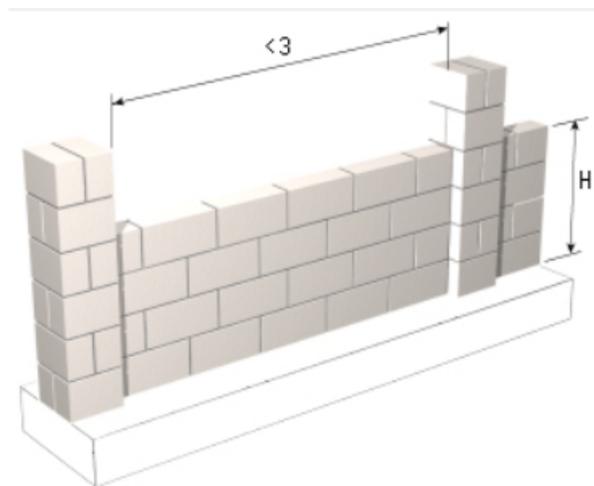


Figura 7.8: Muro de hormigón para vallado de parcela

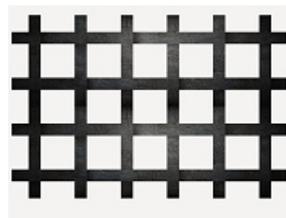
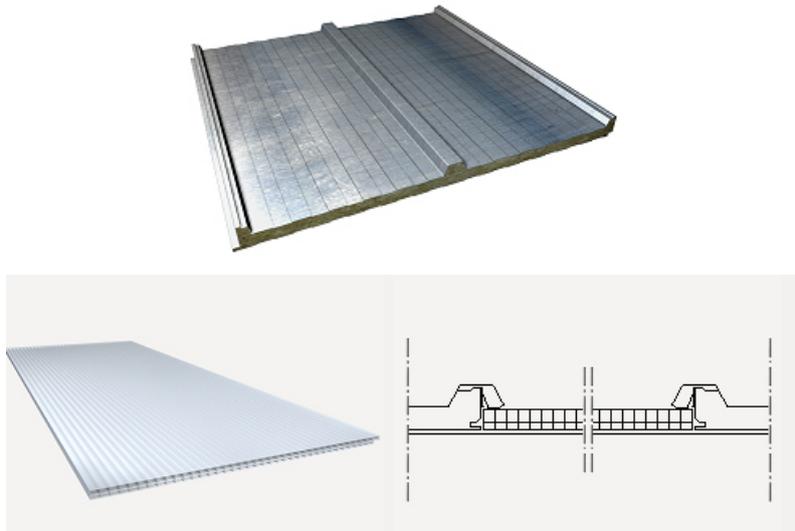


Figura 7.9: Verja de acero para vallado de parcela

## 7.4.2 Cerramientos de la nave

### *Cerramiento de cubierta*

La cubierta está formada por paneles sandwich y placas translúcidas. Los detalles se encuentran en el presupuesto [12].



**Figura 7.10:** Panel tipo sandwich aislante de acero y placa translúcida para paneles tipo sandwich

### *Cerramiento fachada*

Cerramiento de fachada formado por paneles prefabricados, lisos, de hormigón armado de 16 cm de espesor, 3 m de anchura y 14 m de longitud máxima, acabado liso de color blanco a una cara, dispuestos en posición vertical [12].



**Figura 7.11:** Cerramiento de fachada a base de paneles prefabricados de hormigón

En el lateral izquierdo se sitúan dos muelles de carga, con puerta seccional industrial, de 4x4 m, formada por panel sándwich [12].



Figura 7.12: Puertas de los muelles de carga

## 7.5 Materiales

- Acero laminado S275

Características mecánicas									
Material		Ref.	Descripción	A (cm <sup>2</sup> )	Avy (cm <sup>2</sup> )	Avz (cm <sup>2</sup> )	Iyy (cm <sup>4</sup> )	Izz (cm <sup>4</sup> )	It (cm <sup>4</sup> )
Tipo	Designación								
Acero laminado	S275	1	IPE 220, (IPE)	33.40	15.18	10.70	2772.00	205.00	9.07
		2	IPE 360, (IPE)	72.70	32.38	24.09	16270.00	1043.00	37.30
		3	IPE 450, Simple con cartelas, (IPE) Cartela inicial inferior: 1.00 m.	98.80	41.61	35.60	33740.00	1676.00	66.90
		4	L 120 x 120 x 10, (L)	23.20	11.00	11.00	312.90	312.90	7.67
		5	IPE 270, (IPE)	45.90	20.66	14.83	5790.00	420.00	15.90
		6	IPE 140, (IPE)	16.40	7.56	5.34	541.00	44.90	2.45
		7	L 90 x 90 x 8, (L)	13.90	6.56	6.56	104.40	104.40	2.94
		8	#120x4, (Huecos cuadrados)	18.00	7.73	7.73	396.40	396.40	638.85
		9	IPE 450, (IPE)	98.80	41.61	35.60	33740.00	1676.00	66.90

Notación:  
 Ref.: Referencia  
 A: Área de la sección transversal  
 Avy: Área de cortante de la sección según el eje local 'Y'  
 Avz: Área de cortante de la sección según el eje local 'Z'  
 Iyy: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Y'  
 Izz: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Z'  
 It: Inercia a torsión  
 Las características mecánicas de las piezas corresponden a la sección en el punto medio de las mismas.

Figura 7.13: Características del acero S275

- Acero conformado S235 (correas)

Tipo acero	Acero	Lim. elástico MPa	Módulo de elasticidad GPa
Acero conformado	S235	235	21406728

Figura 7.14: Características del acero S235

- Acero B500S (armados)
- Hormigón HA-25/B/20/IIa (zapatas y vigas de atado)
- Hormigón HM-25/B/20/I (solera)
- Hormigón HL-150/B/20 (hormigón de limpieza)

## 7.6 Estructura

La nave industrial tiene unas dimensiones de 30m de fachada por 90m de profundidad, que dan lugar a una superficie de  $2700m^2$ . La estructura es a base de pórticos y sus dimensiones características son las siguientes:

- Luz=30.00m,
- Profundidad=90.00m,
- Altura de pilar=8.00m,
- Pendiente de cubierta=6
- Altura de cumbrera=8.90m,
- Longitud de la jácena=15.03m,
- Número de pórticos=19,
- Crujía=5.00m,

Los perfiles utilizados son:

- Pilares: perfil IPE simple,
- Jácena: perfil IPE simple con cartela inicial inferior de 1m,
- Viga perimetral: perfil IPE simple,
- Cruz de San Andrés: tirante de perfil en L simétrico,
- Larguero de fachada: perfil armado de chapa de acero laminado hueco cuadrado.

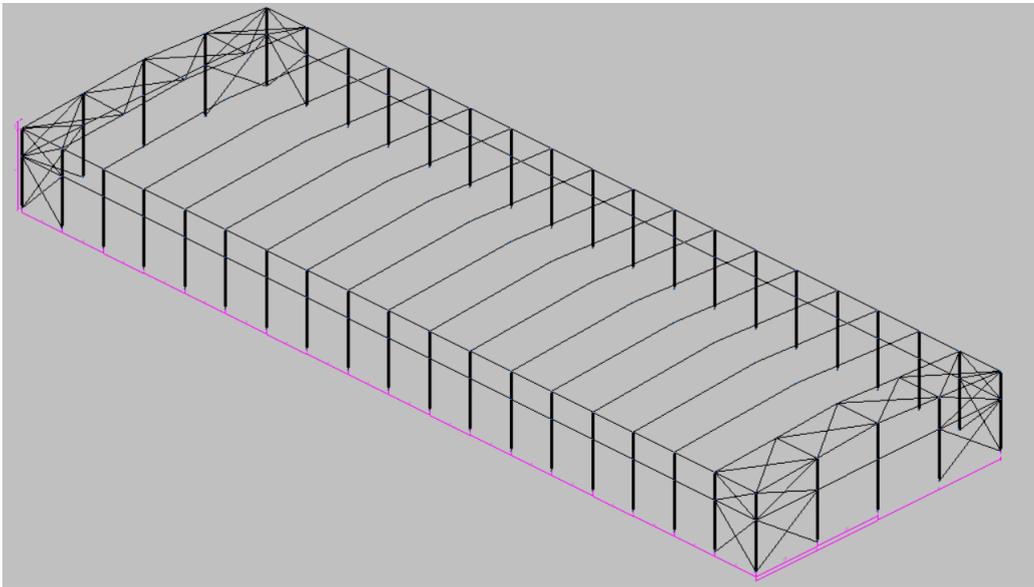


Figura 7.15: Estructura 3D de la nave

### 7.6.1 Pórtico interior

Pilares de perfil IPE 360, empotrados en el suelo.

Jácena de perfil IPE 450 con cartela inicial inferior de 1m.

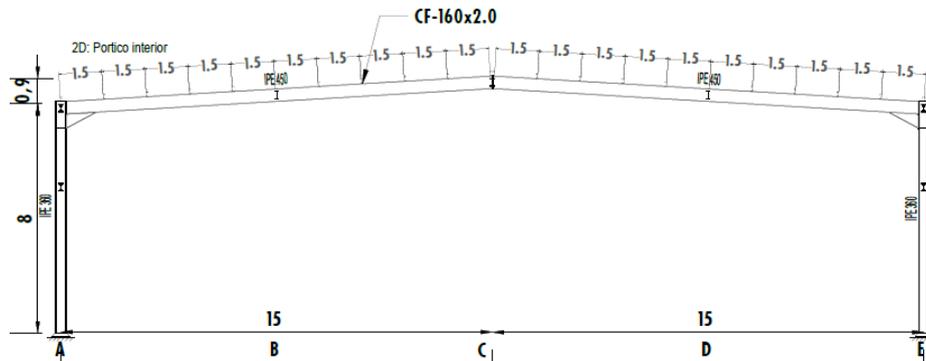


Figura 7.16: Estructura 2D de los pórticos interiores

### 7.6.2 Pórtico de fachada

Pilares de perfil IPE 360, empotrados en el suelo.

Jácena de perfil IPE 450 con cartela inicial inferior de 1m.

Larguero de perfil perfil armado de chapa de acero laminado hueco cuadrado  $120 \times 4$ .

Cruz de San Andrés con tirantes de perfil en L simétrico  $120 \times 10$ .

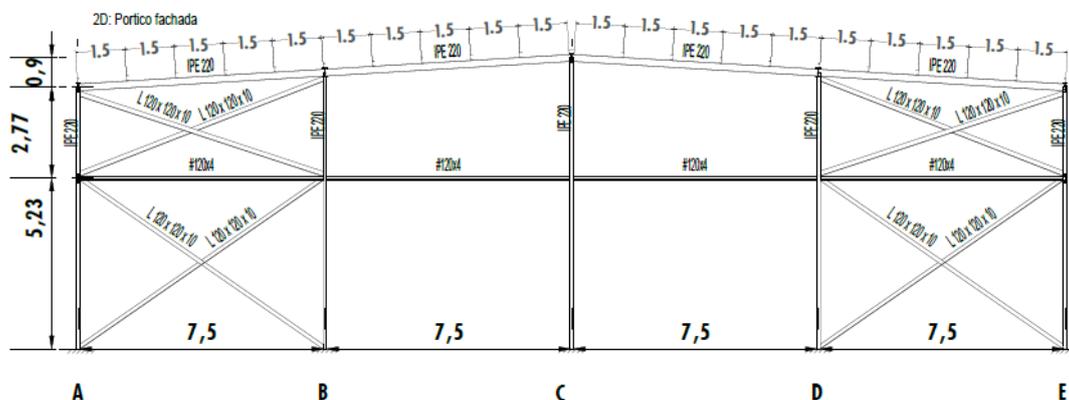


Figura 7.17: Estructura 2D de los pórticos de fachada

### 7.6.3 Lateral

Pilares de perfil IPE 360, empotrados en el suelo.

Jácena de perfil IPE 450 con cartela inicial inferior de 1m.

Viga perimetral de perfil IPE 140.

Cruz de San Andrés con tirantes de perfil en L simétrico  $90 \times 8$ .

Montantes de las cruces de San Andrés de perfil IPE 270.

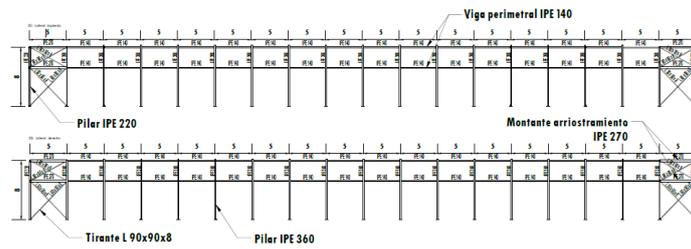


Figura 7.18: Estructura 2D de las fachadas laterales

### 7.6.4 Faldón de cubierta

Jácena de perfil IPE 450 con cartela inicial inferior de 1m.

Viga perimetral de perfil IPE 140.

Cruz de San Andrés con tirantes de perfil en L simétrico 90x4.

Montantes de las cruces de San Andrés de perfil IPE 270.

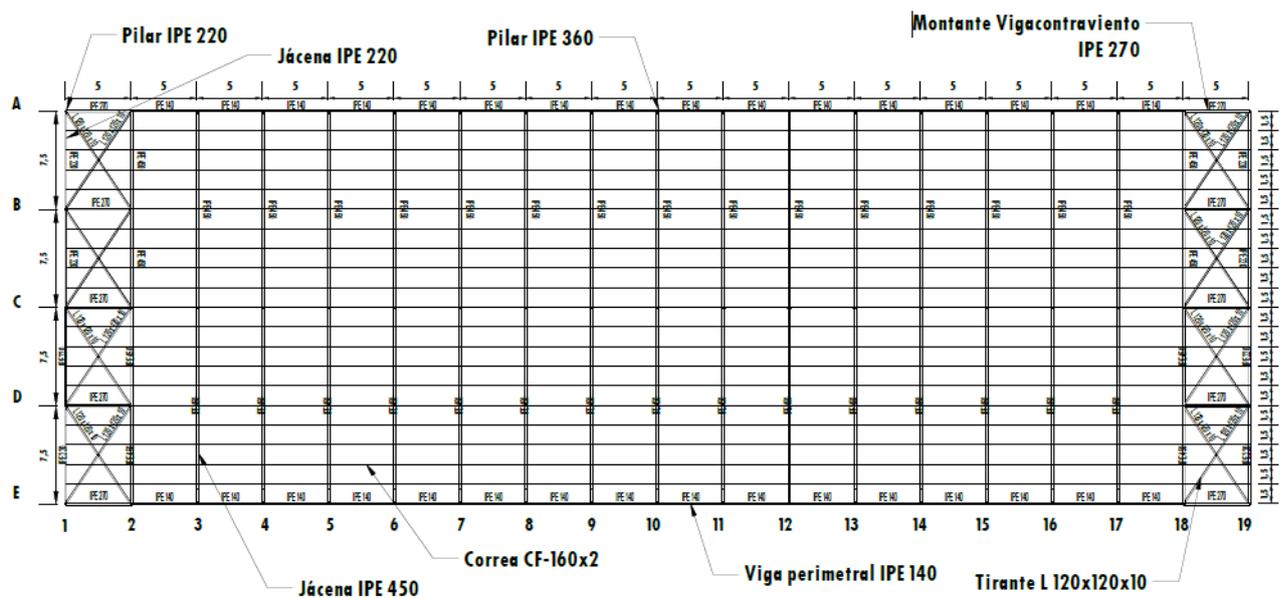


Figura 7.19: Estructura 2D de los faldones

### 7.6.5 Uniones

#### Unión pilar-viga perimetral-jácena

Uniones de jácena (IPE 450) y viga perimetral (IPE 140) a pilar (IPE 360) mediante unión atornillada. Se incluyen rigidizadores.

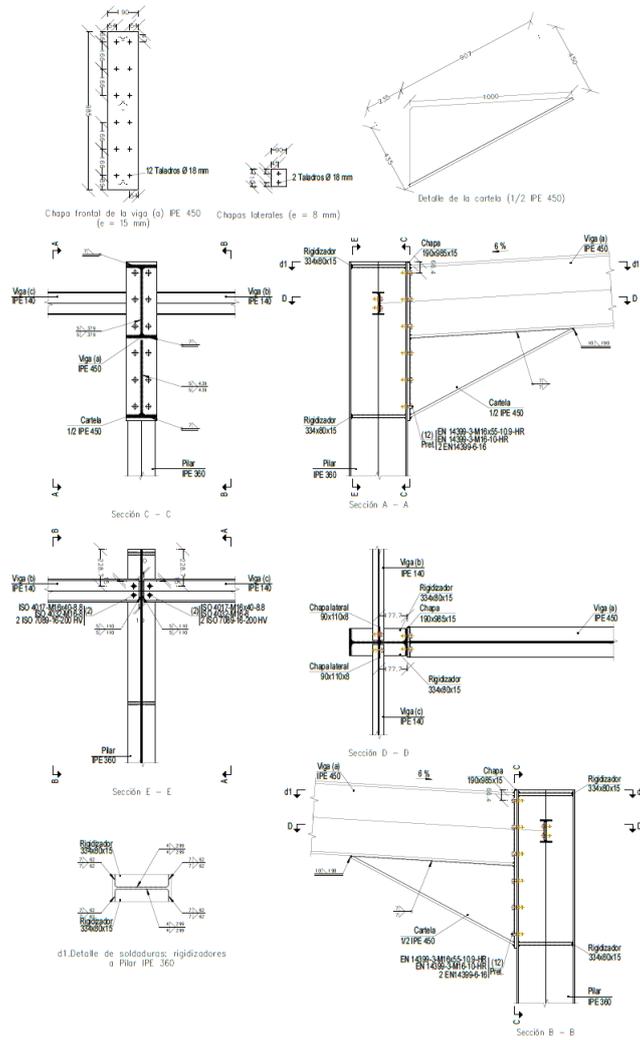


Figura 7.20: Unión pilar-viga perimetral-jácena

### Unión jácena-jácena

Unión atornillada. Ambas vigas son de perfil IPE 450.

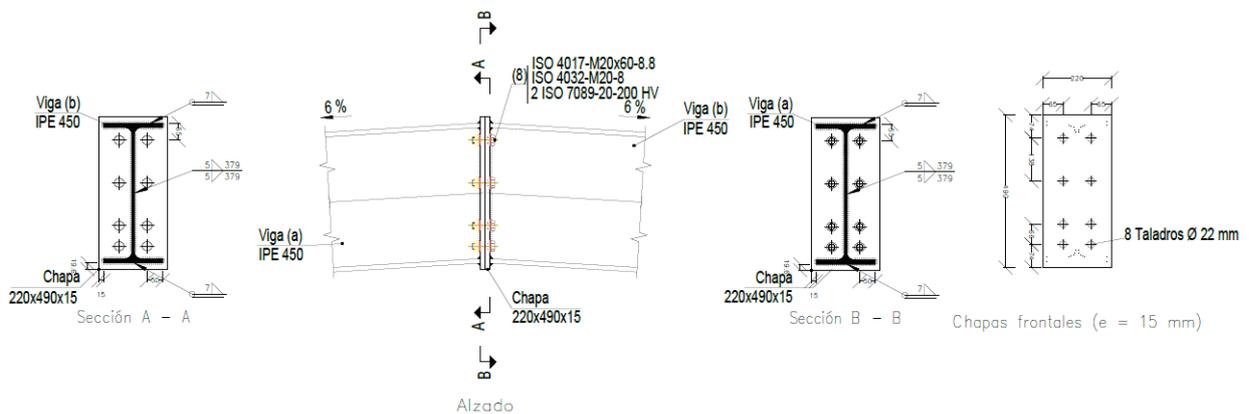


Figura 7.21: Unión jácena-jácena

### 7.6.6 Correas

Las correas se colocan sobre los faldones a una distancia de 1.5m entre ellas. Cada tramo de correa abarca tres vanos. El perfil empleado es laminado, armado, conformado tipo CF de acero S235. El perfil seleccionado es CF 160x4.

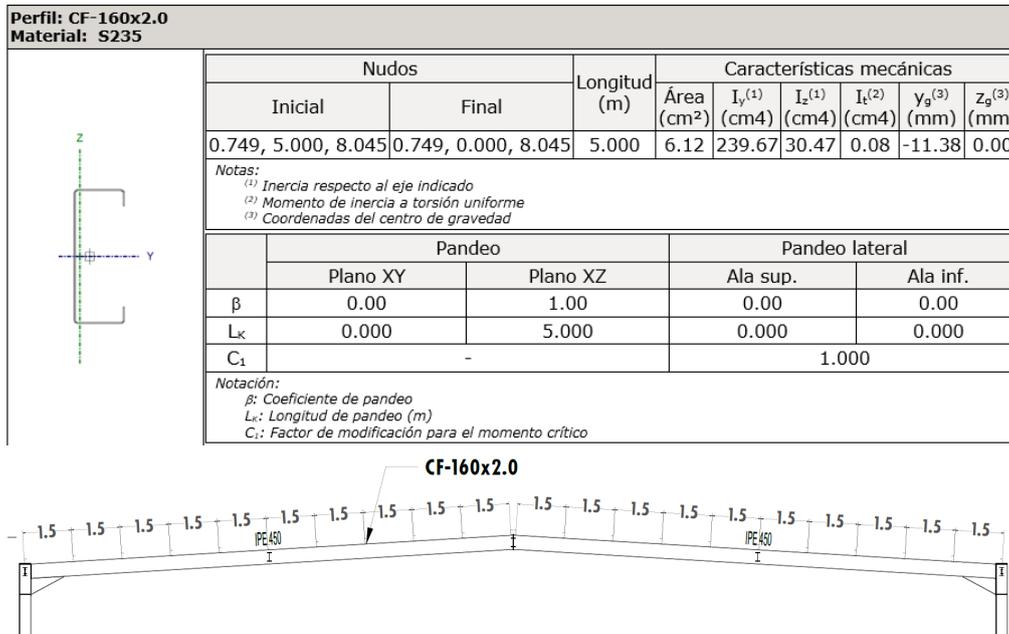


Figura 7.22: Características del perfil y detalle de la disposición sobre la jácena

### 7.7 Instalación de ventilación y pluviales

La normativa aplicada es el CTE-DB-HS5: Salubridad [16], el apartado de Evacuación de aguas. La red de evacuación de aguas pluviales se realizará mediante canalones y bajantes. Las bajantes tendrán diámetro uniforme en toda su altura y se colocarán cada dos pilares, lo que resulta en una separación de 10m entre bajantes. Los canalones tendrán una inclinación del 2%.

También se dispondrá un sistema de ventilación primaria, que tendrá el mismo diámetro que la bajante de la que es prolongación, como indica la normativa.

Se obtiene un diámetro nominal del canalón de 150mm.

Procediendo de forma análoga con las bajantes se obtiene un diámetro nominal de 75mm.

La ventilación primaria tendrá un diámetro de 75mm también.

# Instalación frigorífica

---

### 8.1 Antecedentes

Con motivo de la construcción de unas nuevas instalaciones para la empresa Kesimport S.L., se encarga a la alumna el diseño de una cámara frigorífica de  $3000m^3$  para la actividad de Almacén de Venta al por mayor de Productos Alimenticios.

La cámara se situará en el interior de la nave industrial de la empresa Kesimport S.L., con domicilio social en Camino Alto de las Atalayas, Cabezo de Torres (Murcia).

### 8.2 Objetivo

El objetivo de esta memoria es el diseño de una cámara frigorífica de  $3000m^3$  de uso industrial que reúna las características técnicas necesarias para su correcto funcionamiento.

### 8.3 Normativa

- Reglamento (CE) nº 1005/2009 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de septiembre de 2009, sobre las sustancias que agotan la capa de ozono,
- Real Decreto 168/1985, de 6 de febrero, por el que se aprueba la Reglamentación Técnico-Sanitaria sobre «Condiciones Generales de Almacenamiento Frigorífico de Alimentos y Productos Alimentarios»,
- Real Decreto 176/2013, de 8 de marzo, por el que se derogan total o parcialmente determinadas reglamentaciones técnico-sanitarias y normas de calidad referidas a productos alimenticios,
- Real Decreto 2060/2008, de 12 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de equipos a presión y sus instrucciones técnicas complementarias,
- Real Decreto 138/2011, de 4 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento de seguridad para instalaciones frigoríficas y sus instrucciones técnicas complementarias,
- Orden de 9 de marzo de 1971 por la que se aprueba la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo..
- Ley 4/2009, de 14 de mayo, de protección ambiental integrada,

- Decreto nº 20/2003, de 21 de marzo, sobre criterios de actuación en materia de seguridad industrial y procedimientos para la puesta en servicio de instalaciones en el ámbito territorial de la Región de Murcia,
- Reglamento 852/2004 ,de 29 de abril, para las normas de higiene en productos alimentarios,
- Reglamento 1169/2011 relativo al etiquetado, presentación y publicidad de los alimentos.

## 8.4 Descripción general de la instalación

La instalación en cuestión es compatible con la nave dentro de la que se va a situar, con las dimensiones adecuadas y accesos que faciliten los trabajos de manutención. Al situarse dentro de la nave industrial, se encuentra protegida de cualquier contaminación procedente del ambiente exterior.

El objetivo de esta instalación frigorífica es el de enfriamiento y conservación de productos alimentarios, provista de elementos de homogeneización en su ambiente interior.

## 8.5 Características de la cámara frigorífica

El producto que se conserva en la cámara es queso importado por la empresa Kesimport S.L. Los parámetros del producto son los siguientes:

- Contenido en agua: 35-50 %,
- Calor específico antes de solidificación:  $2.5kJ/kg^{\circ}C$
- Temperatura de conservación:  $+5^{\circ}C$ ,
- Temperatura máxima de entrada:  $+9^{\circ}C$ ,
- Densidad de almacenamiento recomendada:  $250kg/m^3$ ,

Estos datos son necesarios a la hora de calcular las dimensiones de la cámara y la demanda frigorífica de la misma.

La cantidad de producto máximo que se prevé conservar en cámara es de 100Tm. La cámara debe tener capacidad de enfriamiento suficiente para el máximo que se puede recibir diariamente, que son 40Tm.

Por normativa [4], el producto no puede depositarse en el suelo, siendo necesario un sistema de estanterías metálicas donde ubicar el producto. Además, el producto debe ubicarse a una distancia mínima de 150cm del techo para facilitar el paso de aire. Por cuestiones constructivas la altura de la cámara será 5m. La altura aprovechada para almacenamiento será de 3.5m.

Se estima una superficie de  $600m^2$ , teniendo en cuenta que aproximadamente un 30 % de la capacidad de la cámara quedará inutilizada por la separación del techo y el espacio para pasillos.

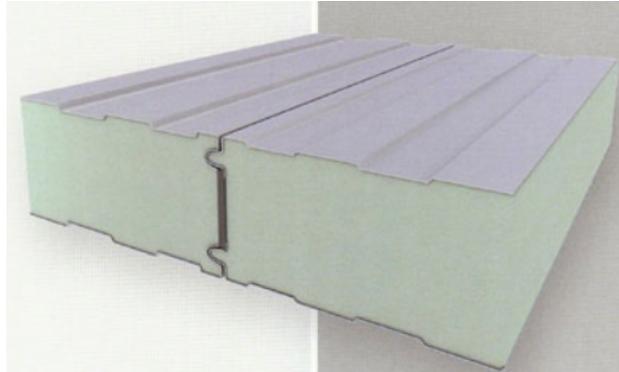
Las dimensiones de la cámara son:

- Longitud: 40m,
- Profundidad: 15m,
- Altura: 5m,
- Puerta: 2.2x2.8m,

Con un volumen total de  $3000m^3$ , y un volumen útil de  $2100m^3$ .

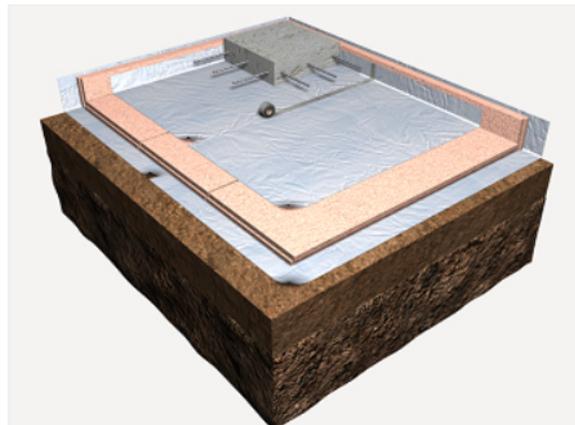
El aislamiento de la cámara se realizará con paneles sandwich para cámaras frigoríficas. El aislamiento de poliuretano tiene un espesor de 12cm. El material aislante del techo se realizará con paneles sandwich para cámaras frigoríficas[12]. Los detalles del aislamiento se encuentran descritos en el

presupuesto



**Figura 8.1:** Panel sandwich aislante para cámaras frigoríficas

El suelo estará compuesto por una barrera de vapor y un aislante de poliestireno de 60mm, sobre el que se ejecuta la solera de hormigón [12]. Sobre esta solera para asegurar la planitud del suelo se realiza un tratamiento con pintura epoxi.



**Figura 8.2:** Suelo aislante para cámaras frigoríficas

## 8.6 Descripción del proceso de enfriamiento

Los productos se reciben mediante camiones refrigerados que mantienen una temperatura de  $5^{\circ}C$ . El producto se introduce en la cámara sin tratamiento previo. Se sabe por experiencia en la manipulación de este producto, que es posible recibir el producto a una temperatura superior a  $5^{\circ}C$ . Esto depende principalmente de la época del año, siendo el verano la estación más desfavorable debido a las altas temperaturas que se alcanzan en Murcia. La temperatura de recepción en estos casos es de  $9^{\circ}C$ .

Debido al carácter perecedero del producto, el enfriamiento debe producirse en menos de 18 horas. La cámara trabaja 22 horas al día, reservando 2 horas para desescarche de los evaporadores.

## 8.7 Potencia a instalar

La potencia frigorífica necesaria para enfriar el producto almacenado y mantener la cámara a 5°C se calcula como la suma de varios conceptos mostrados en la tabla 8.1.

**Tabla 8.1:** Conceptos de potencia y total

Concepto	Potencia (kW)
Enfriamiento de producto y embalaje	6.71
Pérdidas por transmisión	10.85
Pérdidas por renovaciones	2.72
Otros	16.54
Subtotal1	36.8
Ventiladores (10 %)	3.68
Subtotal2	40.48
Mayoración 20 %	8.1
Subtotal3	48.58
Horas de func (22h)	4.42
Total	53

La potencia total a instalar es de 53kW.

Esta sería la potencia necesaria si la refrigeración se realiza mediante un único ciclo. Sin embargo, este tipo de instalación precisa de una alta fiabilidad. Para asegurar el funcionamiento de la instalación se va a realizar un sistema compuesto de tres subsistemas de refrigeración independientes.

Esta división se realiza principalmente por tres motivos:

- Seguridad. Al ser tres subsistemas independientes, el fallo de uno de ellos no supone el paro de la instalación. Esto es de gran importancia ya que el producto almacenado es altamente perecedero a temperaturas superiores a la de conservación.
- Simplicidad. Al ser sistemas de menor potencia permiten tener un ciclo simple.
- Escalones de potencia. La división en sistemas de menor potencia permitirá adaptarse a la potencia demandada con un mejor rendimiento de los equipos.

La potencia de estos subsistemas será de 25kW. De esta forma, en caso de fallo de uno de los equipos, el sistema puede seguir entregando la máxima potencia de diseño.

## 8.8 Características de los aparatos del sistema frigorífico

El subsistema tipo es un ciclo simple con expansión directa.

El tipo de condensador es por aire, por lo que el salto de temperatura recomendado entre la máxima temperatura exterior y la temperatura de condensación es de 15°C. Eso da una temperatura de condensación de 50.1°C.

La temperatura de evaporación es de -5°C.

El ciclo frigorífico se calcula mediante el programa Frio v2.1.2.

Proyecto de urbanización de parcela de  $55019m^2$ , construcción de nave e instalación frigorífica de  $2700m^2$  para la venta al por mayor de productos alimentarios sita en el término municipal de Cabezo de Torres

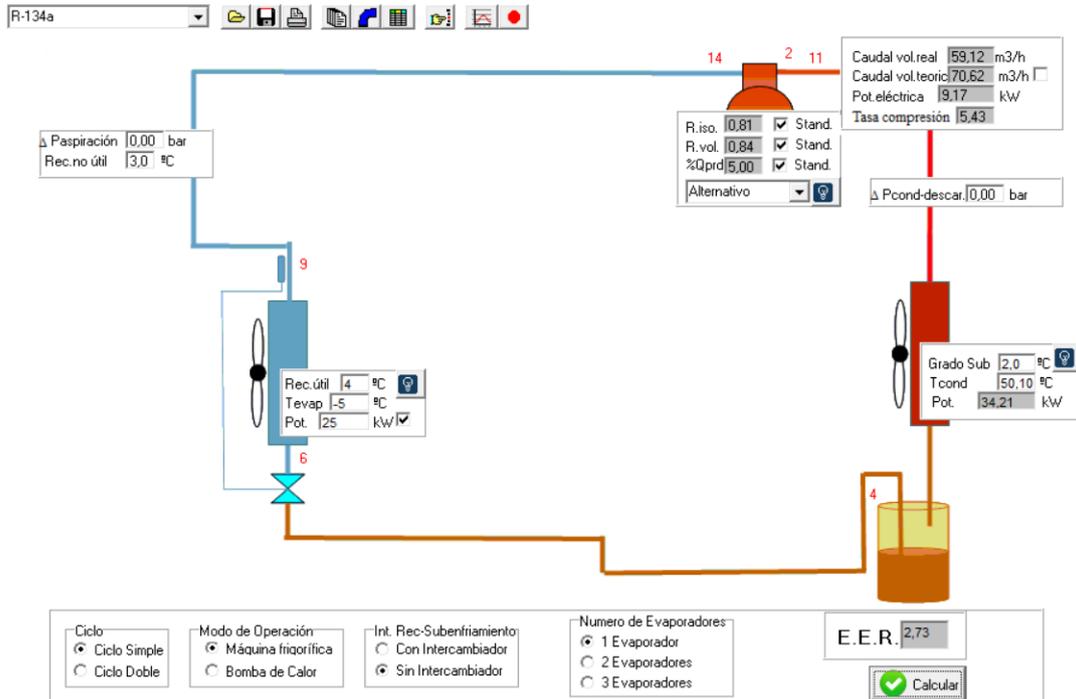


Figura 8.3: Parámetros del ciclo

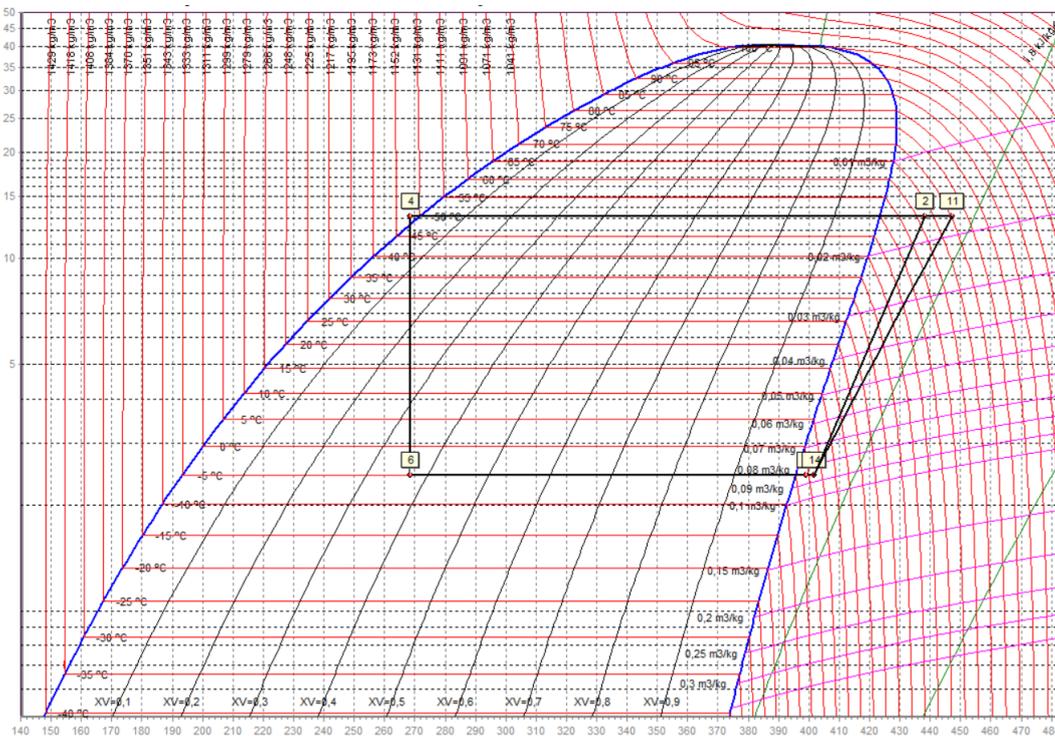


Figura 8.4: Diagrama p-h

### 8.8.1 Evaporador

El evaporador es el elemento del sistema que enfría el ambiente de la cámara.

El evaporador del sistema tipo se sitúa dentro de la cámara, en una de las paredes y cercanos al techo.

El evaporador empleado es de la marca Intarcon modelo MKH-NY-2 250 [5]. Sus características técnicas (por brevedad de la memoria) se encuentran en el Capítulo 11: Equipos comerciales de la cámara frigorífica.

### 8.8.2 Compresor

El compresor del subsistema tipo se sitúa en la sala de máquinas anexa a ala cámara.

El compresor empleado en el subsistema tipo es un compresor de pistones semihermético de la marca Bitzer, modelo 4GE-20Y-40P [1]. Sus características técnicas son las que aparecen en la figura 8.5

Compresor	4GE-20Y-40P
Escalones de capacidad	100%
Potencia frigorífica	31,2 kW
Potencia frigorífica *	31,2 kW
Potencia en el evap.	27,2 kW
Potencia absorbida	12,42 kW
Corriente (400V)	21,8 A
Gama de tensiones	380-420V
Capacidad del condensador	43,6 kW
COP/EER	2,19
COP/EER *	2,51
Caudal másico	774 kg/h
Modo de funcionamiento	Estándar
Temp. Gas de descarga no enfriado	94,5 °C

Figura 8.5: Características del compresor

### 8.8.3 IQ MODULE (Bitzer)

El IQ MODULE de la marca Bitzer[1] es un equipo de monitorización y operación del compresor. Sus características técnicas (por brevedad de la memoria) se encuentran en el Capítulo 11: Equipos comerciales de la cámara frigorífica.

### 8.8.4 Condensador

El condensador es el elemento del sistema que elimina el calor absorbido por el líquido refrigerante en el compresor y el evaporador.

La condensación se produce mediante aire.

Los condensadores se sitúan en el techo de la nave, a una cota de 8.5m aproximadamente.

El condensador empleado es de la marca Bitzer modelo LH135E/4GE-23Y-40P [1]. Sus características técnicas son las que aparecen en la figura 8.6

Unidad modelo	LH135E/4GE-23Y-40P
Escalones de capacidad	100%
Potencia frigorífica	31,4 kW
Potencia en el evap.	27,5 kW
Potencia absorbida	12,43 kW
Corriente (400V)	20,8 A
Gama de tensiones	380-420V
Caudal másico	745 kg/h
Temp. de condensación	48,9 °C
Subenfriamiento del líquido	3,00 K
Modo de funcionamiento	Estándar

Figura 8.6: Características del condensador

### 8.8.5 Depósito de líquido (Bitzer)

Las características del depósito de líquido F552T [1] de la marca Bitzer se muestran en la figura 8.7.

Compresor:	4GE-20Y
recomendado:	F552T
Selección	F552T
Punto de funcionamiento recomendado:	A
Punto de trabajo seleccionado:	A
Volumen del recipiente	54,0 dm <sup>3</sup>
Carga refrigerante máxima	59,6 kg
Capacidad del recipiente	78,2 %
Unidad recipiente	completo montada
carriles de fijación inferiores	327301-06
carriles de fijación superiores	327301-10
plato superior de la fijación	320366-02

Figura 8.7: Características del depósito de líquido F552T

### 8.8.6 Unidad de control de temperatura

La unidad de control de temperatura de la cámara incluye:

- Termostato electrónico, con lectura directa de la temperatura al interior de la cámara.
- Válvula solenoide línea de líquido con filtros.
- Dos válvulas de paso.

### 8.8.7 Refrigerante

Con la entrada en vigor de la normativa F-Gas, muchos de los refrigerantes utilizados actualmente pasarán a estar prohibidos en los próximos años [3].

La potencia por ciclo de la instalación es pequeña, por lo que refrigerantes como el R-717 (amoniaco) y el CO<sub>2</sub> que están experimentando un gran desarrollo en los últimos años no serían factibles.

También hay que establecer un compromiso entre el refrigerante elegido y los equipos comerciales disponibles para utilizarlos. Debido a esto, refrigerantes nuevos como el R-455A y el R-513A tendrían que ser objeto de un estudio más en profundidad para determinar si su utilización sería viable en este caso.

Este sector experimenta cierta incertidumbre hoy en día debido a los cambios legislativos y la ausencia de refrigerantes sustitutos de los actuales. Una de las opciones que se están tomando es el refrigerante R-134A, que seguirá permitido como mínimo hasta el 1 de enero de 2022. Este refrigerante cuenta con una amplia gama de equipos disponibles para su utilización, además de su gran utilización industrial y comprobado funcionamiento.

Para la instalación de este proyecto se elige el R-134A como refrigerante, sin perjuicio de que los futuros cambios legislativos y/o el desarrollo de nuevos refrigerantes compatibles con los sistemas actuales sugirieran otro refrigerante como alternativa factible.

El R134a es un gas refrigerante del tipo HFC (hidrofluorcarbono). Tiene un Potencial de Agotamiento de la capa de Ozono (PAO) de 0. Tiene un Potencial de Calentamiento Global (PCG) de 1430. Es de baja toxicidad, no es inflamable con la presencia del aire atmosférico a temperatura inferior a 100 °C y a presión atmosférica. No es corrosivo, y es compatible con la mayoría de materiales. En la figura 8.8 se muestran las características de este refrigerante [6].

Fórmula química:	CF <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> F	
Masa molar:	102,0 g/mol	
Punto de ebullición a 1013 mbar:	Temperatura:	247,05 k (-26,1 °C)
	Calor latente de ebullición:	215,9 kJ/kg
Punto crítico:	Temperatura:	374,15 k (101 °C)
	Presión:	40,7 bar
	densidad:	0,512 kg/dm <sup>3</sup>
Fase líquida a 25 °C:	Densidad:	1,206 kg/dm <sup>3</sup>
Vapor saturado:	Densidad:	5,28 kg/m <sup>3</sup>
Calor específico a 25 °C:	Estado líquido:	1,46 kJ/(kg.k)
	Estado gaseoso a 1013 mbar:	0,858 kJ/(kg.k)
Límite de inflamabilidad:	En aire, temperatura ambiente:	Ninguno
ODP (Potencial Destrucción del Ozono):		0
Temperatura de auto-ignición:	En aire	770 °C

Figura 8.8: Características del R-134A

## 8.9 Sala de máquinas

La sala de máquinas se encuentra dentro de la nave industrial, anexa a la cámara frigorífica. Las dimensiones de la sala son 7 m de largo por 4 m de ancho.

En cuanto a los materiales de la misma, en el Reglamento de seguridad en instalaciones frigoríficas [4] se especifica: *Las salas de máquinas específicas deberán realizarse con cerramientos (incluidas las puertas) cuyas características relativas a materiales, espesores y ejecución cumplan con el Reglamento de Seguridad contra incendios en establecimientos industriales, aprobado por Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre, el Código Técnico de la Edificación, aprobado por Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo y la correspondiente ordenanza municipal relativa a la amortiguación del nivel sonoro, según corresponda.*

# Resumen del presupuesto

---

### 9.1 Introducción

El presupuesto se ha elaborado con el módulo Arquímedes de CYPE 2019 y la base de datos del Generador de Precios de CYPE Ingenieros.

El presupuesto completo se encuentra al final de los anexos.

En las páginas siguientes se incluye un resumen del presupuesto con IVA.

<b>3 Acondicionamiento del terreno</b>		
3.1 Movimiento de tierras en edificación		
3.1.1 Desbroce y limpieza .....		10.879,76
3.1.4 Excavaciones .....		15.228,00
	Total 3.1 Movimiento de tierras en edificación .....	26.107,76
3.4 Nivelación		
3.4.2 Soleras .....		51.273,00
	Total 3.4 Nivelación .....	51.273,00
	<b>Total 3 Acondicionamiento del terreno .....</b>	<b>77.380,76</b>
<b>4 Cimentaciones</b>		
4.3 Regularización		
4.3.1 Hormigón de limpieza .....		2.085,30
	Total 4.3 Regularización .....	2.085,30
4.6 Superficiales		
4.6.3 Zapatas .....		33.541,20
	Total 4.6 Superficiales .....	33.541,20
4.7 Arriostramientos		
4.7.1 Vigas entre zapatas .....		4.832,08
	Total 4.7 Arriostramientos .....	4.832,08
	<b>Total 4 Cimentaciones .....</b>	<b>40.458,58</b>
<b>5 Estructuras</b>		
5.1 Acero		
5.1.4 Pilares .....		31.636,88
5.1.5 Estructuras para cubiertas .....		20.967,41
5.1.8 Vigas .....		85.720,91
	Total 5.1 Acero .....	138.325,20
	<b>Total 5 Estructuras .....</b>	<b>138.325,20</b>
<b>6 Fachadas y particiones</b>		
6.9 Particiones ligeras		
6.9.2 Paneles para cámaras frigoríficas .....		20.520,50
	Total 6.9 Particiones ligeras .....	20.520,50
6.10 Fachadas pesadas		
6.10.1 Paneles prefabricados de hormigón .....		192.844,32
	Total 6.10 Fachadas pesadas .....	192.844,32
	<b>Total 6 Fachadas y particiones .....</b>	<b>213.364,82</b>
<b>7 Carpintería, cerrajería, vidrios y protecciones solares</b>		
7.11 Puertas de uso industrial		
7.11.2 De paneles sándwich aislantes metálicos .....		7.904,12
	Total 7.11 Puertas de uso industrial .....	7.904,12
	<b>Total 7 Carpintería, cerrajería, vidrios y protecciones solares .....</b>	<b>7.904,12</b>
<b>10 Aislamientos e impermeabilizaciones</b>		
10.1 Aislamientos térmicos		
10.1.21 Cámaras frigoríficas .....		8.592,00
	Total 10.1 Aislamientos térmicos .....	8.592,00
	<b>Total 10 Aislamientos e impermeabilizaciones .....</b>	<b>8.592,00</b>
<b>11 Cubiertas</b>		
11.3 Componentes de cubiertas inclinadas		
11.3.7 Metálicas .....		145.167,12
	Total 11.3 Componentes de cubiertas inclinadas .....	145.167,12
	<b>Total 11 Cubiertas .....</b>	<b>145.167,12</b>
<b>12 Revestimientos y trasdosados</b>		
12.9 Pinturas para uso específico		
12.9.4 Industrias con solicitudes químicas .....		8.928,00
	Total 12.9 Pinturas para uso específico .....	8.928,00
12.17 Falsos techos		
12.17.9 Continuos, para cámaras frigoríficas .....		69.360,00
	Total 12.17 Falsos techos .....	69.360,00
	<b>Total 12 Revestimientos y trasdosados .....</b>	<b>78.288,00</b>
<b>14 Urbanización interior de la parcela</b>		
14.2 Aparcamientos		
14.2.1 Cubiertas metálicas .....		17.346,00
	Total 14.2 Aparcamientos .....	17.346,00
14.10 Cerramientos exteriores		
14.10.5 Verjas modulares .....		29.161,88
14.10.6 Muros .....		8.482,31
	Total 14.10 Cerramientos exteriores .....	37.644,19

14.11 Pavimentos exteriores		80.430,36
14.11.1 Explanadas, caminos y senderos .....		80.430,36
	Total 14.11 Pavimentos exteriores .....	80.430,36
	<b>Total 14 Urbanización interior de la parcela .....</b>	<b>135.420,55</b>
<b>Presupuesto de ejecución material (PEM)</b>		<b>844.901,15</b>
0% de gastos generales		0,00
0% de beneficio industrial		0,00
<b>Presupuesto de ejecución por contrata (PEC = PEM + GG + BI)</b>		<b>844.901,15</b>
21% IVA		177.429,24
<b>Presupuesto base de licitación (PBL = PEC + IVA)</b>		<b>1.022.330,39</b>

Asciende el presupuesto base de licitación a la expresada cantidad de UN MILLÓN VEINTIDOS MIL TRESCIENTOS TREINTA EUROS CON TREINTA Y NUEVE CÉNTIMOS.

Cabezo de Torres, 2019  
Ingeniera industrial con especialidad en química

Raquel Sabater Cánovas

**Parte II**

# **Anexo I: Cálculos**



# Cálculos de la estructura

---

### 10.1 Introducción

En este anexo se detallan los cálculos realizados para dimensionar la estructura metálica de la nave industrial. Se expone un ejemplo de cada apartado de cálculo por brevedad en la memoria.

Los cálculos se han realizado con el programa CYPE 2019, del cual se han utilizado los módulos de Generador de Pórticos y CYPE 3D.

### 10.2 Normativa utilizada

- Cimentación: EHE-08
- Aceros laminados y armados: CTE DB SE-A
- Aceros conformados: CTE DB SE-A

Se han tomado los valores correspondientes a la categoría de uso de cubierta G1. Cubiertas accesibles únicamente para mantenimiento. No concomitante con el resto de acciones variables

### 10.3 Acciones y E.L.U. sobre el edificio

Acciones consideradas:

- Carga permanente:
  - Peso propio
- Cargas variables:
  - Viento, nieve y uso

Los estados límite de utilización (ELU) y de servicio (ELS) que se han considerado son los siguientes:

**Tabla 10.1:** Estados límite considerados

E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones E.L.S. Fisuración. Hormigón en cimentaciones E.L.U. de rotura. Acero laminado	CTE Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m
Tensiones sobre el terreno	Acciones características
Desplazamientos	ELS CTE

Las situaciones de proyecto se definen de acuerdo a los siguientes criterios:

- Con coeficientes de combinación

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \gamma_{Q1} \Psi_{p1} Q_{k1} + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Qi} \Psi_{ai} Q_{ki}$$

- Sin coeficientes de combinación

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Qi} Q_{ki}$$

Donde:

G<sub>k</sub> Acción permanente

P<sub>k</sub> Acción de pretensado

Q<sub>k</sub> Acción variable

γ<sub>G</sub> Coeficiente parcial de seguridad de las acciones permanentes

γ<sub>P</sub> Coeficiente parcial de seguridad de la acción de pretensado

γ<sub>Q,1</sub> Coeficiente parcial de seguridad de la acción variable principal

γ<sub>Q,i</sub> Coeficiente parcial de seguridad de las acciones variables de acompañamiento

Ψ<sub>p,1</sub> Coeficiente de combinación de la acción variable principal

Ψ<sub>a,i</sub> Coeficiente de combinación de las acciones variables de acompañamiento

Los coeficientes a utilizar para cada situación son:

**Tabla 10.2:** ELU de rotura. Hormigón en cimentaciones: EHE-08/CTE DB-SE C

<b>Persistente o transitoria</b>				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ <sub>0</sub> )	Acompañamiento (ψ <sub>0</sub> )
Carga permanente (G)	1.000	1.600	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.600	0.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.600	1.000	0.600
Nieve (Q)	0.000	1.600	1.000	0.500

<b>Persistente o transitoria (G1)</b>				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ <sub>0</sub> )	Acompañamiento (ψ <sub>0</sub> )
Carga permanente (G)	1.000	1.600	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.600	1.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.600	0.000	0.000
Nieve (Q)	0.000	1.600	0.000	0.000

**Tabla 10.3:** E.L.S. Fisuración. Hormigón en cimentaciones: EHE-08

<b>Cuasipermanente</b>				
	Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ )		Coeficientes de combinación ( $\psi$ )	
	Favorable	Desfavorable	Principal ( $\psi_0$ )	Acompañamiento ( $\psi_s$ )
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	0.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.000	0.000	0.000
Nieve (Q)	0.000	1.000	0.000	0.000

**Tabla 10.4:** E.L.U. de rotura. Acero laminado: CTE DB SE-A

<b>Persistente o transitoria</b>				
	Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ )		Coeficientes de combinación ( $\psi$ )	
	Favorable	Desfavorable	Principal ( $\psi_0$ )	Acompañamiento ( $\psi_s$ )
Carga permanente (G)	0.800	1.350	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.500	0.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.500	1.000	0.600
Nieve (Q)	0.000	1.500	1.000	0.500
<b>Persistente o transitoria (G1)</b>				
	Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ )		Coeficientes de combinación ( $\psi$ )	
	Favorable	Desfavorable	Principal ( $\psi_0$ )	Acompañamiento ( $\psi_s$ )
Carga permanente (G)	0.800	1.350	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.500	1.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.500	0.000	0.000
Nieve (Q)	0.000	1.500	0.000	0.000

**Tabla 10.5:** Tensiones sobre el terreno

<b>Característica</b>				
	Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ )		Coeficientes de combinación ( $\psi$ )	
	Favorable	Desfavorable	Principal ( $\psi_0$ )	Acompañamiento ( $\psi_s$ )
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	0.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Nieve (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
<b>Característica</b>				
	Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ )		Coeficientes de combinación ( $\psi$ )	
	Favorable	Desfavorable	Principal ( $\psi_0$ )	Acompañamiento ( $\psi_s$ )
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Viento (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Nieve (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000

**Tabla 10.6:** Desplazamientos

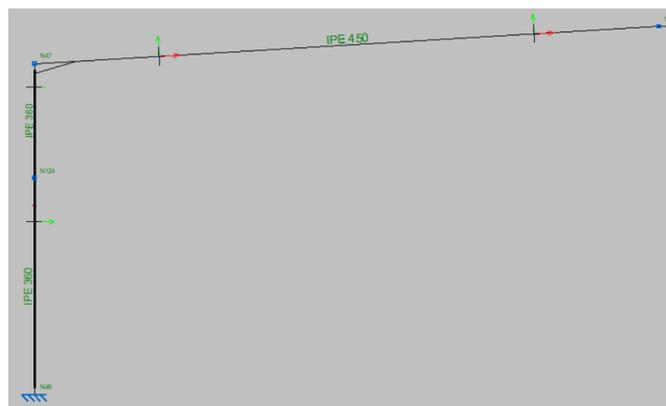
<b>Integridad - G1</b>				
	Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ )		Coeficientes de combinación ( $\psi$ )	
	Favorable	Desfavorable	Principal ( $\psi_0$ )	Acompañamiento ( $\psi_s$ )
Carga permanente (G)	0.001	0.001	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	1.000	0.700
Viento (Q)	0.000	1.000	1.000	0.600
Nieve (Q)	0.000	1.000	1.000	0.500
<b>Integridad + G1</b>				
	Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ )		Coeficientes de combinación ( $\psi$ )	
	Favorable	Desfavorable	Principal ( $\psi_0$ )	Acompañamiento ( $\psi_s$ )
Carga permanente (G)	0.001	0.001	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	0.000	0.000
Viento (Q)				
Nieve (Q)				
<b>Apariencia</b>				
	Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ )		Coeficientes de combinación ( $\psi$ )	
	Favorable	Desfavorable	Principal ( $\psi_0$ )	Acompañamiento ( $\psi_s$ )
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)				
Viento (Q)				
Nieve (Q)				

### 10.3.1 Estructura metálica

Se muestra un ejemplo de cálculo de cada elemento de la estructura metálica.

### 10.3.2 Pórtico interior

El pórtico interior tiene 30 m de luz, 8 m de altura de pilar y 8.9 m de altura en cumbrera. Al ser simétrico es posible analizar solo la mitad de la estructura, como se muestra en la figura 10.1.



**Figura 10.1:** Pórtico interior

En la tabla 10.7 se muestra la comprobación de resistencia de los nudos del pórtico interior.

**Tabla 10.7:** Comprobación de resistencia de los nudos del pórtico interior

Comprobación de resistencia										
Barra	$\eta$ (%)	Posición (m)	Esfuerzos pésimos						Origen	Estado
			N (kN)	Vy (kN)	Vz (kN)	Mt (kN·m)	My (kN·m)	Mz (kN·m)		
N46/N124	51.77	0.000	-56.029	-0.121	-50.668	0.00	-127.80	-0.47	GV	Cumple
N124/N47	78.06	2.770	-53.310	0.035	-34.056	0.00	200.86	0.00	GV	Cumple
N47/N50	38.75	14.289	-34.745	0.000	-0.473	0.00	158.77	0.00	GV	Cumple

Referencias:

N: Esfuerzo axil (kN)

Vy: Esfuerzo cortante según el eje local Y de la barra. (kN)

Vz: Esfuerzo cortante según el eje local Z de la barra. (kN)

Mt: Momento torsor (kN·m)

My: Momento flector en el plano 'XZ' (giro de la sección respecto al eje local 'Y' de la barra). (kN·m)

Mz: Momento flector en el plano 'XY' (giro de la sección respecto al eje local 'Z' de la barra). (kN·m)

Los esfuerzos indicados son los correspondientes a la combinación pésima, es decir, aquella que demanda la máxima resistencia de la sección.

Origen de los esfuerzos pésimos:

- G: Sólo gravitatorias
- GV: Gravitatorias + viento
- GS: Gravitatorias + sismo
- GVS: Gravitatorias + viento + sismo

$\eta$ : Aprovechamiento de la resistencia. La barra cumple con las condiciones de resistencia de la norma si se cumple que  $\eta \leq 100$  %.

En la tabla 10.8 se muestra la comprobación de flecha máxima en el pórtico interior.

**Tabla 10.8:** Comprobación de flecha del pórtico interior

Flechas									
Grupo	Flecha máxima absoluta xy		Flecha máxima absoluta xz		Flecha activa absoluta xy		Flecha activa absoluta xz		
	Pos. (m)	Flecha (mm)							
N46/N47	8.000	1.68	6.219	15.07	8.000	3.36	6.021	24.10	
	8.000	L/(>1000)	6.219	L/530.9	8.000	L/(>1000)	6.219	L/531.1	
N47/N50	1.001	0.04	9.121	13.15	1.001	0.07	9.121	25.66	
	1.001	L/(>1000)	9.121	L/(>1000)	1.001	L/(>1000)	9.121	L/(>1000)	

Referencias:

Pos.: Valor de la coordenada sobre el eje 'X' local del grupo de flecha en el punto donde se produce el valor pésimo de la flecha.

L.: Distancia entre dos puntos de corte consecutivos de la deformada con la recta que une los nudos extremos del grupo de flecha.

En la tabla 10.9 se muestra el resumen de las comprobaciones E.L.U. en los nudos en el pórtico interior.

**Tabla 10.9:** Comprobaciones E.L.U. en los nudos del pórtico interior

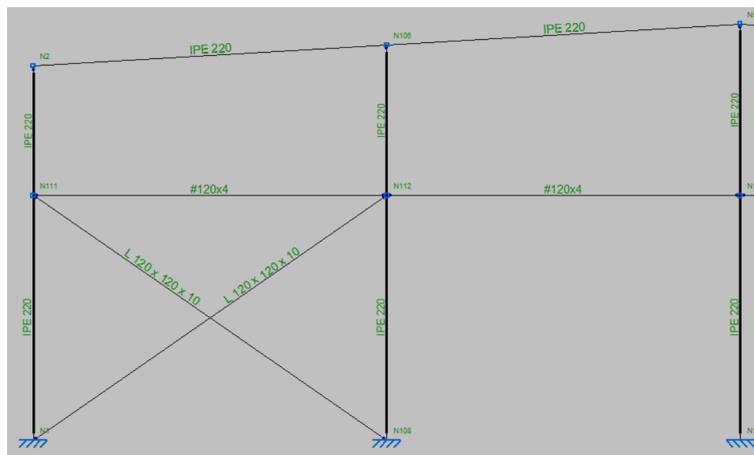
Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)														Estado	
	$\lambda$	$\lambda_{w1}$	$N_t$	$N_c$	$M_Y$	$M_Z$	$V_Z$	$V_Y$	$M_Y V_Z$	$M_Z V_Y$	$NM_Y M_Z$	$NM_Y M_Z V_Y V_Z$	$M_t$	$M_t V_Z$		$M_t V_Y$
N46/N124	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{w1} \leq \lambda_{w1,max}$ Cumple	x: 5.23 m $\eta = 1.7$	x: 0 m $\eta = 6.0$	x: 0 m $\eta = 47.9$	x: 0 m $\eta = 0.9$	x: 0 m $\eta = 9.5$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 51.8$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	<b>CUMPLE</b> $\eta = 51.8$
N124/N47	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{w1} \leq \lambda_{w1,max}$ Cumple	x: 2.77 m $\eta = 1.8$	x: 0 m $\eta = 3.5$	x: 2.77 m $\eta = 75.3$	x: 0 m $\eta = 0.3$	x: 0 m $\eta = 7.3$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 2.77 m $\eta = 78.1$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	<b>CUMPLE</b> $\eta = 78.1$
N47/N50	x: 0.999 m $\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.312 m $\lambda_{w1} \leq \lambda_{w1,max}$ Cumple	x: 15.027 m $\eta = 0.6$	x: 0.999 m $\eta = 6.7$	x: 14.289 m $\eta = 35.6$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(3)</sup>	x: 1.001 m $\eta = 6.0$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(4)</sup>	$\eta < 0.1$	N.P. <sup>(5)</sup>	x: 14.289 m $\eta = 38.7$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	<b>CUMPLE</b> $\eta = 38.7$

**Notación:**  
 $\bar{\lambda}$ : Limitación de esbeltez  
 $\lambda_{w1}$ : Abolladura del alma inducida por el ala comprimida  
 $N_t$ : Resistencia a tracción  
 $N_c$ : Resistencia a compresión  
 $M_Y$ : Resistencia a flexión eje Y  
 $M_Z$ : Resistencia a flexión eje Z  
 $V_Z$ : Resistencia a corte Z  
 $V_Y$ : Resistencia a corte Y  
 $M_Y V_Z$ : Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados/  
 $M_Z V_Y$ : Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados  
 $NM_Y M_Z$ : Resistencia a flexión y axil combinados  
 $NM_Y M_Z V_Y V_Z$ : Resistencia a flexión, axil y cortante combinados  
 $M_t$ : Resistencia a torsión  
 $M_t V_Z$ : Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados  
 $M_t V_Y$ : Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados  
x: Distancia al origen de la barra  
 $\eta$ : Coeficiente de aprovechamiento (%)  
N.P.: No procede

**Comprobaciones que no proceden (N.P.):**  
<sup>(1)</sup> La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.  
<sup>(2)</sup> No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.  
<sup>(3)</sup> La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.  
<sup>(4)</sup> La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.  
<sup>(5)</sup> No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

### 10.3.3 Pórtico de fachada

El pórtico de fachada tiene 30 m de luz, 8 m de altura de pilar y 8.9 m de altura en cumbrera. Cuenta con un arriostramiento mediante cruz de San Andrés. Al ser simétrico es posible analizar solo la mitad de la estructura, como se muestra en la figura 10.2.



**Figura 10.2:** Pórtico de fachada

En la tabla 10.10 se muestra la comprobación de resistencia de los nudos del pórtico de fachada.

**Tabla 10.10:** Comprobación de resistencia de los nudos del pórtico de fachada

Comprobación de resistencia										
Barra	$\eta$ (%)	Posición (m)	Esfuerzos pésimos						Origen	Estado
			N (kN)	Vy (kN)	Vz (kN)	Mt (kN·m)	My (kN·m)	Mz (kN·m)		
N1/N111	98.53	0.000	-35.046	5.591	13.481	0.00	13.27	5.07	GV	Cumple
N111/N2	45.96	0.000	9.125	-6.827	-5.845	0.00	-4.46	-5.87	GV	Cumple
N1/N112	2.04	0.000	12.372	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	GV	Cumple
N108/N111	1.76	0.000	10.714	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	GV	Cumple
N2/N106	82.59	3.005	-41.084	-0.031	-0.322	-0.02	-15.47	0.25	GV	Cumple
N106/N5	46.53	0.000	12.447	0.124	-6.402	0.01	-9.59	0.13	GV	Cumple
N111/N112	15.80	3.750	-9.780	0.000	0.000	0.00	1.32	0.00	GV	Cumple
N112/N113	7.87	3.750	6.512	0.000	0.000	0.00	1.32	0.00	GV	Cumple
N108/N112	93.98	0.000	2.441	-0.195	39.263	0.00	68.30	-0.33	GV	Cumple
N112/N106	54.43	0.000	5.567	0.231	0.502	0.00	-36.51	0.74	GV	Cumple
N109/N113	93.68	0.000	-9.489	0.168	36.401	0.00	67.71	0.29	GV	Cumple
N113/N5	53.77	0.204	-20.868	-0.095	0.560	0.00	-36.74	-0.33	GV	Cumple

Referencias:

N: Esfuerzo axil (kN)

Vy: Esfuerzo cortante según el eje local Y de la barra. (kN)

Vz: Esfuerzo cortante según el eje local Z de la barra. (kN)

Mt: Momento torsor (kN·m)

My: Momento flector en el plano 'XZ' (giro de la sección respecto al eje local 'Y' de la barra). (kN·m)

Mz: Momento flector en el plano 'XY' (giro de la sección respecto al eje local 'Z' de la barra). (kN·m)

Los esfuerzos indicados son los correspondientes a la combinación pésima, es decir, aquella que demanda la máxima resistencia de la sección.

Origen de los esfuerzos pésimos:

- G: Sólo gravitatorias
- GV: Gravitatorias + viento
- GS: Gravitatorias + sismo
- GVS: Gravitatorias + viento + sismo

$\eta$ : Aprovechamiento de la resistencia. La barra cumple con las condiciones de resistencia de la norma si se cumple que  $\eta \leq 100$  %.

En la tabla 10.11 se muestra la comprobación de flecha máxima en el pórtico de fachada.

**Tabla 10.11:** Comprobación de flecha del pórtico de fachada

Flechas								
Grupo	Flecha máxima absoluta xy Flecha máxima relativa xy		Flecha máxima absoluta xz Flecha máxima relativa xz		Flecha activa absoluta xy Flecha activa relativa xy		Flecha activa absoluta xz Flecha activa relativa xz	
	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)
N1/N2	2.942	13.43	2.942	1.32	2.615	19.67	2.942	2.17
	2.615	L/410.4	2.942	L/(>1000)	2.615	L/410.4	2.942	L/(>1000)
N2/N5	3.757	2.53	3.381	9.23	3.757	4.43	3.381	12.02
	3.757	L/(>1000)	3.381	L/812.3	3.757	L/(>1000)	3.381	L/812.4
N108/N106	4.903	6.03	4.903	23.54	4.903	11.63	4.903	44.35
	4.903	L/(>1000)	4.903	L/358.9	4.903	L/(>1000)	4.903	L/358.9
N109/N5	4.903	5.46	4.903	26.88	4.903	10.92	5.230	52.34
	4.903	L/(>1000)	4.903	L/331.1	4.903	L/(>1000)	4.903	L/331.1
N111/N112	7.031	0.00	3.750	6.88	7.031	0.00	3.750	6.87
	-	L/(>1000)	3.750	L/(>1000)	-	L/(>1000)	3.750	L/(>1000)
N112/N113	5.625	0.00	3.750	6.88	5.625	0.00	3.750	6.87
	-	L/(>1000)	3.750	L/(>1000)	-	L/(>1000)	3.750	L/(>1000)
N1/N112	8.572	0.00	6.286	0.00	8.572	0.00	6.286	0.00
	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)
N108/N111	6.286	0.00	5.143	0.00	8.001	0.00	5.715	0.00
	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)

**Referencias:**

Pos.: Valor de la coordenada sobre el eje 'X' local del grupo de flecha en el punto donde se produce el valor pésimo de la flecha.

L.: Distancia entre dos puntos de corte consecutivos de la deformada con la recta que une los nudos extremos del grupo de flecha.

En la tabla 10.12 se muestra el resumen de las comprobaciones E.L.U. en los nudos en el pórtico de fachada.

Proyecto de urbanización de parcela de 55019m<sup>2</sup>, construcción de nave e instalación frigorífica de 2700m<sup>2</sup> para la venta al por mayor de productos alimentarios sita en el término municipal de Cabezo de Torres

Tabla 10.12: Comprobaciones E.L.U. en los nudos del pórtico de fachada

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)															Estado
	$\bar{\lambda}$	$\lambda_w$	$N_c$	$N_c$	$M_y$	$M_z$	$V_z$	$V_y$	$M_y V_z$	$M_z V_y$	$NM_y M_z$	$NM_y M_z V_y V_z$	$M_t$	$M_y V_z$	$M_z V_y$	
N1/N111	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w, \text{máx}}$ Cumple	x: 5.23 m $\eta = 2.1$	x: 0 m $\eta = 20.5$	x: 0 m $\eta = 44.9$	x: 0 m $\eta = 57.6$	x: 0 m $\eta = 5.6$	x: 0 m $\eta = 2.9$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 98.5$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.4$	x: 0 m $\eta = 5.6$	x: 0 m $\eta = 2.9$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 98.5$
N111/N 2	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0 m $\lambda_w \leq \lambda_{w, \text{máx}}$ Cumple	x: 2.77 m $\eta = 1.2$	x: 0 m $\eta = 4.4$	x: 0 m $\eta = 14.0$	x: 0 m $\eta = 38.6$	x: 0 m $\eta = 3.8$	x: 0 m $\eta = 2.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 46.0$	x: 0 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	<b>CUMPLE</b> $\eta = 46.0$
N2/N106	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w, \text{máx}}$ Cumple	x: 7.513 m $\eta = 0.2$	x: 0 m $\eta = 7.9$	x: 3.005 m $\eta = 4.0$	x: 0 m $\eta = 75.0$	x: 7.513 m $\eta = 5.7$	x: 0 m $\eta = 0.2$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 3.005 m $\eta = 82.6$	$\eta < 0.1$	$\eta = 1.5$	x: 7.513 m $\eta = 5.7$	x: 0 m $\eta = 0.2$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 82.6$
N106/N 5	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w, \text{máx}}$ Cumple	x: 7.513 m $\eta = 5.5$	x: 0 m $\eta = 10.4$	x: 0 m $\eta = 46.5$	x: 0 m $\eta = 3.9$	x: 0 m $\eta = 4.6$	x: 0 m $\eta = 0.2$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 43.3$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.8$	x: 0 m $\eta = 4.6$	x: 0 m $\eta = 0.2$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 46.5$
N111/N 112	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.469 m $\lambda_w \leq \lambda_{w, \text{máx}}$ Cumple	$\eta = 1.4$	$\eta = 9.2$	x: 3.75 m $\eta = 6.5$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(3)</sup>	x: 0 m $\eta = 0.5$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(4)</sup>	x: 0.469 m $\eta < 0.1$	N.P. <sup>(5)</sup>	x: 3.75 m $\eta = 15.8$	x: 0.469 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	<b>CUMPLE</b> $\eta = 15.8$
N112/N 113	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.469 m $\lambda_w \leq \lambda_{w, \text{máx}}$ Cumple	$\eta = 1.4$	$\eta = 0.7$	x: 3.75 m $\eta = 6.5$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(3)</sup>	x: 0 m $\eta = 0.5$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(4)</sup>	x: 0.469 m $\eta < 0.1$	N.P. <sup>(5)</sup>	x: 3.75 m $\eta = 7.9$	x: 0.469 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	<b>CUMPLE</b> $\eta = 7.9$
N106/N 112	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w, \text{máx}}$ Cumple	x: 5.23 m $\eta = 2.6$	x: 0 m $\eta = 7.8$	x: 0 m $\eta = 91.5$	x: 5.23 m $\eta = 5.3$	x: 0 m $\eta = 16.3$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 94.0$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	<b>CUMPLE</b> $\eta = 94.0$
N112/N 106	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0 m $\lambda_w \leq \lambda_{w, \text{máx}}$ Cumple	x: 3.22 m $\eta = 2.7$	x: 0 m $\eta = 5.3$	x: 0 m $\eta = 50.0$	x: 0 m $\eta = 5.3$	x: 3.22 m $\eta = 9.4$	$\eta = 0.1$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 54.4$	x: 0 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	<b>CUMPLE</b> $\eta = 54.4$
N109/N 113	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w, \text{máx}}$ Cumple	x: 5.23 m $\eta = 2.5$	x: 0 m $\eta = 10.2$	x: 0 m $\eta = 90.7$	x: 5.23 m $\eta = 4.2$	x: 0 m $\eta = 15.1$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 93.7$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	<b>CUMPLE</b> $\eta = 93.7$
N113/N 5	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0 m $\lambda_w \leq \lambda_{w, \text{máx}}$ Cumple	x: 3.67 m $\eta = 2.6$	x: 0 m $\eta = 8.9$	x: 0.204 m $\eta = 49.4$	x: 0 m $\eta = 4.2$	x: 3.67 m $\eta = 8.5$	$\eta = 0.1$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 0.204 m $\eta = 53.8$	x: 0 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	<b>CUMPLE</b> $\eta = 53.8$

En la tabla 10.13 se muestra el resumen de las comprobaciones E.L.U. en las barras en el pórtico de fachada.

Tabla 10.13: Comprobaciones E.L.U. de los elementos tirantes del pórtico de fachada

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)													Estado	
	$\bar{\lambda}$	$N_c$	$N_c$	$M_y$	$M_y$	$V_z$	$V_y$	$M_y V_z$	$M_z V_y$	$NM_y M_z$	$NM_y M_z V_y V_z$	$M_t$	$M_y V_z$		$M_z V_y$
N1/N112	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 2.0$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(6)</sup>	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(3)</sup>	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(3)</sup>	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(4)</sup>	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(5)</sup>	N.P. <sup>(5)</sup>	N.P. <sup>(7)</sup>	N.P. <sup>(8)</sup>	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	<b>CUMPLE</b> $\eta = 2.0$
N108/N111	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 1.8$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(6)</sup>	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(3)</sup>	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(3)</sup>	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(4)</sup>	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(5)</sup>	N.P. <sup>(5)</sup>	N.P. <sup>(7)</sup>	N.P. <sup>(8)</sup>	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	<b>CUMPLE</b> $\eta = 1.8$

**Notación:**

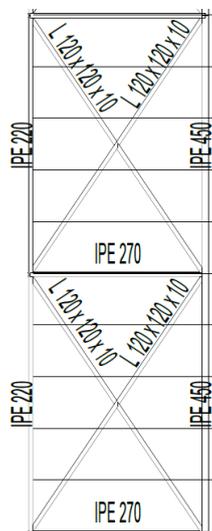
$\bar{\lambda}$ : Limitación de esbeltez  
 $\lambda_w$ : Abolladura del alma inducida por el ala comprimida  
 $N_t$ : Resistencia a tracción  
 $N_c$ : Resistencia a compresión  
 $M_y$ : Resistencia a flexión eje Y  
 $M_z$ : Resistencia a flexión eje Z  
 $V_z$ : Resistencia a corte Z  
 $V_y$ : Resistencia a corte Y  
 $M_yV_z$ : Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados  
 $M_zV_y$ : Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados  
 $NM_yM_z$ : Resistencia a flexión y axil combinados  
 $NM_yM_zV_yV_z$ : Resistencia a flexión, axil y cortante combinados  
 $M_t$ : Resistencia a torsión  
 $M_tV_z$ : Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados  
 $M_tV_y$ : Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados  
 $x$ : Distancia al origen de la barra  
 $\eta$ : Coeficiente de aprovechamiento (%)  
 N.P.: No procede

### 10.3.4 Sistema de arriostramiento

El sistema de arriostramiento está formada por la viga contraviento y el arriostramiento lateral.

#### Viga contraviento

La viga contraviento está situada en cubierta entre el primer y segundo pórtico. Los elementos que la forman son montantes (a compresión) y tirantes (a tracción). Al igual que en los pórticos, al ser simétrico se analiza la mitad del elemento.



**Figura 10.3:** Viga contraviento en cubierta

En la tabla 10.14 se muestra la comprobación de resistencia de la viga contraviento.

**Tabla 10.14:** Comprobación de resistencia de la viga contraviento

Comprobación de resistencia										
Barra	$\eta$ (%)	Posición (m)	Esfuerzos pésimos						Origen	Estado
			N (kN)	Vy (kN)	Vz (kN)	Mt (kN·m)	My (kN·m)	Mz (kN·m)		
N87/N92	13.89	5.000	-32.541	-0.144	0.515	0.00	0.01	0.44	GV	Cumple
N90/N95	7.87	2.500	-19.762	0.000	-0.019	0.00	1.42	0.00	GV	Cumple
N96/N90	2.95	0.000	17.941	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	GV	Cumple
N150/N96	11.60	1.250	-29.385	-0.062	-0.611	-0.03	1.08	-0.09	GV	Cumple
N92/N150	8.75	0.000	53.146	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	GV	Cumple
N87/N96	9.40	0.000	57.100	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	GV	Cumple
N150/N95	3.79	0.000	22.999	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	GV	Cumple
N96/N95	46.53	0.000	12.447	-0.124	-6.402	-0.01	-9.59	-0.13	GV	Cumple
N92/N96	82.59	3.005	-41.084	0.031	-0.322	0.02	-15.47	-0.25	GV	Cumple
N150/N90	43.07	6.762	-51.044	0.004	-0.118	-0.09	164.17	0.03	GV	Cumple
N87/N150	50.04	0.000	-49.149	-0.024	-50.604	-0.17	-198.28	-0.08	GV	Cumple

Referencias:

N: Esfuerzo axil (kN)

Vy: Esfuerzo cortante según el eje local Y de la barra. (kN)

Vz: Esfuerzo cortante según el eje local Z de la barra. (kN)

Mt: Momento torsor (kN·m)

My: Momento flector en el plano 'XZ' (giro de la sección respecto al eje local 'Y' de la barra). (kN·m)

Mz: Momento flector en el plano 'XY' (giro de la sección respecto al eje local 'Z' de la barra). (kN·m)

Los esfuerzos indicados son los correspondientes a la combinación pésima, es decir, aquella que demanda la máxima resistencia de la sección.

Origen de los esfuerzos pésimos:

- G: Sólo gravitatorias
- GV: Gravitatorias + viento
- GS: Gravitatorias + sismo
- GVS: Gravitatorias + viento + sismo

$\eta$ : Aprovechamiento de la resistencia. La barra cumple con las condiciones de resistencia de la norma si se cumple que  $\eta \leq 100$  %.

En la tabla 10.15 se muestra la comprobación de flecha máxima en la viga contraviento.

**Tabla 10.15:** Comprobación de flecha de la viga contraviento

Flechas								
Grupo	Flecha máxima absoluta xy Flecha máxima relativa xy		Flecha máxima absoluta xz Flecha máxima relativa xz		Flecha activa absoluta xy Flecha activa relativa xy		Flecha activa absoluta xz Flecha activa relativa xz	
	Pos. (m)	Flecha (mm)						
	N87/N90	8.265 8.265	0.75 L/(>1000)	9.768 9.768	19.94 L/698.3	8.265 8.265	1.50 L/(>1000)	9.768 9.768
N92/N95	3.757 3.757	2.53 L/(>1000)	3.381 3.381	9.23 L/812.3	3.757 3.757	4.43 L/(>1000)	3.381 3.381	12.02 L/812.4
N87/N92	3.438 3.438	0.39 L/(>1000)	2.500 2.500	0.19 L/(>1000)	3.438 3.438	0.65 L/(>1000)	2.500 2.500	0.25 L/(>1000)
N90/N95	1.563 1.563	0.01 L/(>1000)	2.500 2.500	0.25 L/(>1000)	1.563 1.563	0.03 L/(>1000)	2.500 2.500	0.27 L/(>1000)
N96/N90	7.333 -	0.00 L/(>1000)	8.461 -	0.00 L/(>1000)	6.769 -	0.00 L/(>1000)	8.461 -	0.00 L/(>1000)
N150/N96	1.250 3.750	0.07 L/(>1000)	2.500 2.500	0.25 L/(>1000)	1.250 3.750	0.12 L/(>1000)	2.500 2.500	0.25 L/(>1000)
N92/N150	8.461 -	0.00 L/(>1000)	6.769 -	0.00 L/(>1000)	8.461 -	0.00 L/(>1000)	6.769 -	0.00 L/(>1000)
N87/N96	5.077 -	0.00 L/(>1000)	8.461 -	0.00 L/(>1000)	6.769 -	0.00 L/(>1000)	8.461 -	0.00 L/(>1000)
N150/N95	0.564 -	0.00 L/(>1000)	6.205 -	0.00 L/(>1000)	3.384 -	0.00 L/(>1000)	0.564 -	0.00 L/(>1000)

Referencias:

Pos.: Valor de la coordenada sobre el eje 'X' local del grupo de flecha en el punto donde se produce el valor pésimo de la flecha.

L.: Distancia entre dos puntos de corte consecutivos de la deformada con la recta que une los nudos extremos del grupo de flecha.

En la tabla 10.16 se muestra el resumen de las comprobaciones E.L.U. en los nudos de la viga contraviento.

Proyecto de urbanización de parcela de  $55019m^2$ , construcción de nave e instalación frigorífica de  $2700m^2$  para la venta al por mayor de productos alimentarios sita en el término municipal de Cabezo de Torres

**Tabla 10.16:** Comprobaciones E.L.U. en los nudos de la viga contraviento

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)														Estado	
	$\bar{\lambda}$	$\lambda_{sw}$	$N_c$	$N_c$	$M_y$	$M_z$	$V_z$	$V_y$	$M_yV_z$	$M_zV_y$	$NM_yM_z$	$NM_yM_zV_yV_z$	$M_t$	$M_tV_z$		$M_tV_y$
N87/N92	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{sw} \leq \lambda_{sw,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	$\eta = 11.8$	x: 2.5 m $\eta = 1.1$	x: 5 m $\eta = 2.4$	x: 0 m $\eta = 0.4$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 5 m $\eta = 13.9$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.9$	x: 0 m $\eta = 0.4$	$\eta < 0.1$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 13.9$
N90/N95	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{sw} \leq \lambda_{sw,max}$ Cumple	$\eta < 0.1$	$\eta = 7.2$	x: 2.5 m $\eta = 1.2$	x: 0 m $\eta = 0.1$	x: 5 m $\eta = 0.4$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 2.5 m $\eta = 7.9$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.3$	x: 5 m $\eta = 0.4$	$\eta < 0.1$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 7.9$
N150/N96	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{sw} \leq \lambda_{sw,max}$ Cumple	$\eta < 0.1$	$\eta = 10.7$	x: 2.5 m $\eta = 1.2$	x: 5 m $\eta = 0.8$	x: 5 m $\eta = 0.4$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 1.25 m $\eta = 11.6$	$\eta < 0.1$	$\eta = 1.7$	x: 5 m $\eta = 0.4$	$\eta < 0.1$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 11.6$
N96/N95	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{sw} \leq \lambda_{sw,max}$ Cumple	x: 7.513 m $\eta = 5.5$	x: 0 m $\eta = 10.4$	x: 0 m $\eta = 46.5$	x: 0 m $\eta = 3.9$	x: 0 m $\eta = 4.6$	x: 0 m $\eta = 0.2$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 43.3$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.8$	x: 0 m $\eta = 4.6$	x: 0 m $\eta = 0.2$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 46.5$
N92/N96	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{sw} \leq \lambda_{sw,max}$ Cumple	x: 7.513 m $\eta = 0.2$	x: 0 m $\eta = 7.9$	x: 3.005 m $\eta = 75.0$	x: 0 m $\eta = 4.0$	x: 7.513 m $\eta = 5.7$	x: 0 m $\eta = 0.2$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 3.005 m $\eta = 82.6$	$\eta < 0.1$	$\eta = 1.5$	x: 7.513 m $\eta = 5.7$	x: 0 m $\eta = 0.2$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 82.6$
N150/N90	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{sw} \leq \lambda_{sw,max}$ Cumple	x: 7.513 m $\eta = 3.7$	x: 0 m $\eta = 13.0$	x: 6.762 m $\eta = 36.8$	x: 0 m $\eta = 0.3$	x: 0 m $\eta = 3.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 6.762 m $\eta = 43.1$	$\eta < 0.1$	$\eta = 1.3$	x: 0 m $\eta = 3.1$	$\eta < 0.1$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 43.1$
N87/N150	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{sw} \leq \lambda_{sw,max}$ Cumple	x: 7.513 m $\eta = 2.0$	x: 0 m $\eta = 11.2$	x: 0 m $\eta = 44.5$	x: 7.513 m $\eta = 0.5$	x: 0 m $\eta = 6.6$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 50.0$	$\eta < 0.1$	$\eta = 2.4$	x: 0 m $\eta = 6.6$	$\eta < 0.1$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 50.0$

En la tabla 10.17 se muestra el resumen de las comprobaciones E.L.U. en los elementos tirantes de la viga contraviento.

**Tabla 10.17:** Comprobaciones E.L.U. en los tirantes de la viga contraviento

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)														Estado
	$\bar{\lambda}$	$N_t$	$N_c$	$M_y$	$M_z$	$V_z$	$V_y$	$M_yV_z$	$M_zV_y$	$NM_yM_z$	$NM_yM_zV_yV_z$	$M_t$	$M_tV_z$	$M_tV_y$	
N96/N90	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 3.0$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(3)</sup>	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(3)</sup>	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(4)</sup>	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(5)</sup>	N.P. <sup>(5)</sup>	N.P. <sup>(6)</sup>	N.P. <sup>(7)</sup>	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(8)</sup>	N.P. <sup>(9)</sup>	N.P. <sup>(9)</sup>	<b>CUMPLE</b> $\eta = 3.0$
N92/N150	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 8.7$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(3)</sup>	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(3)</sup>	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(4)</sup>	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(5)</sup>	N.P. <sup>(5)</sup>	N.P. <sup>(6)</sup>	N.P. <sup>(7)</sup>	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(8)</sup>	N.P. <sup>(9)</sup>	N.P. <sup>(9)</sup>	<b>CUMPLE</b> $\eta = 8.7$
N87/N96	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 9.4$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(3)</sup>	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(3)</sup>	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(4)</sup>	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(5)</sup>	N.P. <sup>(5)</sup>	N.P. <sup>(6)</sup>	N.P. <sup>(7)</sup>	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(8)</sup>	N.P. <sup>(9)</sup>	N.P. <sup>(9)</sup>	<b>CUMPLE</b> $\eta = 9.4$
N150/N95	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 3.8$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(3)</sup>	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(3)</sup>	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(4)</sup>	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(5)</sup>	N.P. <sup>(5)</sup>	N.P. <sup>(6)</sup>	N.P. <sup>(7)</sup>	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(8)</sup>	N.P. <sup>(9)</sup>	N.P. <sup>(9)</sup>	<b>CUMPLE</b> $\eta = 3.8$

<p><b>Notación:</b></p> <p><math>\lambda</math>: Limitación de esbeltez  <math>\lambda_w</math>: Abolladura del alma inducida por el ala comprimida  <math>N_t</math>: Resistencia a tracción  <math>N_c</math>: Resistencia a compresión  <math>M_y</math>: Resistencia a flexión eje Y  <math>M_z</math>: Resistencia a flexión eje Z  <math>V_z</math>: Resistencia a corte Z  <math>V_y</math>: Resistencia a corte Y  <math>M_yV_z</math>: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados  <math>M_zV_y</math>: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados  <math>NM_yM_z</math>: Resistencia a flexión y axil combinados  <math>NM_yM_zV_yV_z</math>: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados  <math>M_t</math>: Resistencia a torsión  <math>M_tV_z</math>: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados  <math>M_tV_y</math>: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados  <math>x</math>: Distancia al origen de la barra  <math>\eta</math>: Coeficiente de aprovechamiento (%)  N.P.: No procede</p>
<p><b>Comprobaciones que no proceden (N.P.):</b></p> <p>(1) La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.  (2) La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.  (3) La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.  (4) La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.  (5) No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.  (6) No hay interacción entre axil y momento flector ni entre momentos flectores en ambas direcciones para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.  (7) No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.  (8) La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.  (9) No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.</p>

### Arriostramiento lateral

El arriostramiento lateral se encuentra en la fachada lateral, entre el primer y el segundo pórtico, y consiste en una cruz de San Andrés como se muestra en la figura 10.4.

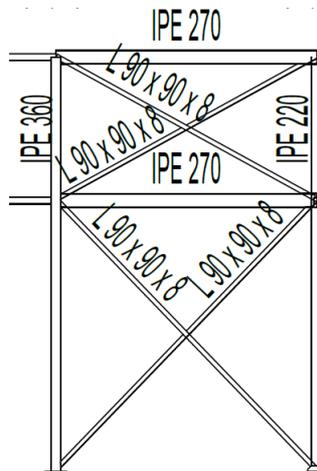


Figura 10.4: Arriostramiento lateral

En la tabla 10.18 se muestra la comprobación de resistencia de las barras del arriostramiento lateral.

**Tabla 10.18:** Comprobación de resistencia de las barras del arriostramiento lateral

Comprobación de resistencia										
Barra	$\eta$ (%)	Posición (m)	Esfuerzos pésimos						Origen	Estado
			N (kN)	Vy (kN)	Vz (kN)	Mt (kN·m)	My (kN·m)	Mz (kN·m)		
N86/N116	50.99	0.000	-55.252	0.087	-47.623	0.02	-126.83	0.28	GV	Cumple
N116/N87	77.47	2.770	-54.404	-0.109	-33.652	-0.02	198.26	0.16	GV	Cumple
N91/N101	98.53	0.000	-35.046	5.591	-13.481	0.00	-13.27	5.07	GV	Cumple
N101/N92	45.96	0.000	9.125	-6.827	5.845	0.00	4.46	-5.87	GV	Cumple
N87/N92	13.89	5.000	-32.541	-0.144	0.515	0.00	0.01	0.44	GV	Cumple
N116/N101	15.95	0.000	-41.433	-0.006	-1.008	-0.01	-1.61	-0.03	GV	Cumple
N116/N92	5.95	0.000	21.662	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	GV	Cumple
N91/N116	14.93	0.000	54.343	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	GV	Cumple
N86/N101	10.56	0.000	38.443	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	GV	Cumple
N101/N87	8.96	0.000	32.615	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	GV	Cumple

**Referencias:**

N: Esfuerzo axil (kN)

Vy: Esfuerzo cortante según el eje local Y de la barra. (kN)

Vz: Esfuerzo cortante según el eje local Z de la barra. (kN)

Mt: Momento torsor (kN·m)

My: Momento flector en el plano 'XZ' (giro de la sección respecto al eje local 'Y' de la barra). (kN·m)

Mz: Momento flector en el plano 'XY' (giro de la sección respecto al eje local 'Z' de la barra). (kN·m)

Los esfuerzos indicados son los correspondientes a la combinación pésima, es decir, aquella que demanda la máxima resistencia de la sección.

**Origen de los esfuerzos pésimos:**

- G: Sólo gravitatorias
- GV: Gravitatorias + viento
- GS: Gravitatorias + sismo
- GVS: Gravitatorias + viento + sismo

$\eta$ : Aprovechamiento de la resistencia. La barra cumple con las condiciones de resistencia de la norma si se cumple que  $\eta \leq 100\%$ .

En la tabla 10.19 se muestra la comprobación de flecha máxima en las barras del arriostramiento lateral.

**Tabla 10.19:** Comprobación de flecha del arriostramiento lateral

Grupo	Flechas							
	Flecha máxima absoluta xy Flecha máxima relativa xy		Flecha máxima absoluta xz Flecha máxima relativa xz		Flecha activa absoluta xy Flecha activa relativa xy		Flecha activa absoluta xz Flecha activa relativa xz	
	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)
N86/N87	8.000	1.96	6.219	16.58	8.000	3.36	6.021	25.13
	8.000	L/(>1000)	6.219	L/482.5	8.000	L/(>1000)	6.219	L/482.7
N91/N92	2.942	13.43	2.942	1.32	2.615	19.67	2.942	2.17
	2.615	L/410.4	2.942	L/(>1000)	2.615	L/410.4	2.942	L/(>1000)
N87/N92	3.438	0.39	2.500	0.19	3.438	0.65	2.500	0.25
	3.438	L/(>1000)	2.500	L/(>1000)	3.438	L/(>1000)	2.500	L/(>1000)
N116/N101	2.188	0.06	2.813	0.16	2.188	0.10	2.500	0.25
	2.188	L/(>1000)	2.813	L/(>1000)	2.188	L/(>1000)	2.813	L/(>1000)
N116/N92	4.644	0.00	5.359	0.00	3.573	0.00	5.359	0.00
	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)
N91/N116	6.783	0.00	5.879	0.00	4.070	0.00	5.879	0.00
	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)
N86/N101	5.879	0.00	4.070	0.00	5.879	0.00	6.783	0.00
	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)
N101/N87	3.930	0.00	5.359	0.00	3.930	0.00	5.359	0.00
	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)

**Referencias:**

Pos.: Valor de la coordenada sobre el eje 'X' local del grupo de flecha en el punto donde se produce el valor pésimo de la flecha.

L.: Distancia entre dos puntos de corte consecutivos de la deformada con la recta que une los nudos extremos del grupo de flecha.

En la tabla 10.20 se muestra el resumen de las comprobaciones E.L.U. en las barras del arriostramiento lateral.

**Tabla 10.20:** Comprobaciones E.L.U. en las barras del arriostramiento lateral

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)															Estado
	$\bar{\lambda}$	$\lambda_{wv}$	N <sub>t</sub>	N <sub>e</sub>	M <sub>y</sub>	M <sub>z</sub>	V <sub>z</sub>	V <sub>y</sub>	M <sub>y</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>z</sub> V <sub>y</sub>	NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub>	NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub> V <sub>y</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>t</sub>	M <sub>y</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>z</sub> V <sub>y</sub>	
N86/N116	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{wv} \leq \lambda_{wv,max}$ Cumple	x: 5.23 m $\eta = 2.4$	x: 0 m $\eta = 5.5$	x: 0 m $\eta = 47.5$	x: 0 m $\eta = 1.7$	x: 0 m $\eta = 9.4$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 51.0$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.5$	x: 0 m $\eta = 9.4$	$\eta < 0.1$	<b>CUMPLE <math>\eta = 51.0</math></b>
N116/N87	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{wv} \leq \lambda_{wv,max}$ Cumple	x: 2.77 m $\eta = 2.1$	x: 0 m $\eta = 4.3$	x: 2.77 m $\eta = 74.3$	x: 2.77 m $\eta = 2.5$	x: 2.77 m $\eta = 9.2$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 2.77 m $\eta = 77.5$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.6$	x: 2.77 m $\eta = 9.2$	$\eta = 0.1$	<b>CUMPLE <math>\eta = 77.5</math></b>
N91/N101	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{wv} \leq \lambda_{wv,max}$ Cumple	x: 5.23 m $\eta = 2.1$	x: 0 m $\eta = 20.5$	x: 0 m $\eta = 44.9$	x: 0 m $\eta = 57.6$	x: 0 m $\eta = 5.6$	x: 0 m $\eta = 2.9$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 98.5$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.4$	x: 0 m $\eta = 5.6$	x: 0 m $\eta = 2.9$	<b>CUMPLE <math>\eta = 98.5</math></b>
N101/N92	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0 m $\lambda_{wv} \leq \lambda_{wv,max}$ Cumple	x: 2.77 m $\eta = 1.2$	x: 0 m $\eta = 4.4$	x: 0 m $\eta = 14.0$	x: 0 m $\eta = 38.6$	x: 0 m $\eta = 3.8$	x: 0 m $\eta = 2.1$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 46.0$	x: 0 m $\eta < 0.1$	M <sub>t</sub> = 0.00 N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	<b>CUMPLE <math>\eta = 46.0</math></b>
N87/N92	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{wv} \leq \lambda_{wv,max}$ Cumple	N <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(3)</sup>	$\eta = 11.8$	x: 2.5 m $\eta = 1.1$	x: 5 m $\eta = 2.4$	x: 0 m $\eta = 0.4$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 5 m $\eta = 13.9$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.9$	x: 0 m $\eta = 0.4$	$\eta < 0.1$	<b>CUMPLE <math>\eta = 13.9</math></b>
N116/N101	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{wv} \leq \lambda_{wv,max}$ Cumple	N <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(3)</sup>	$\eta = 15.1$	x: 0 m $\eta = 1.4$	x: 0 m $\eta = 0.2$	x: 5 m $\eta = 0.5$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 15.9$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.5$	x: 5 m $\eta = 0.5$	$\eta < 0.1$	<b>CUMPLE <math>\eta = 15.9</math></b>

En la tabla 10.21 se muestra el resumen de las comprobaciones E.L.U. en los elementos tirantes del arriostramiento lateral.

**Tabla 10.21:** Comprobaciones E.L.U. en los elementos tirantes del arriostramiento lateral

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)													Estado	
	$\bar{\lambda}$	N <sub>t</sub>	N <sub>c</sub>	M <sub>y</sub>	M <sub>z</sub>	V <sub>y</sub>	V <sub>z</sub>	M <sub>y</sub> V <sub>y</sub>	M <sub>z</sub> V <sub>z</sub>	NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub>	NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub> V <sub>y</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>t</sub>	M <sub>t</sub> V <sub>y</sub>		M <sub>t</sub> V <sub>z</sub>
N1/N112	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 2.0$	N <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(6)</sup>	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(3)</sup>	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(3)</sup>	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(4)</sup>	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(5)</sup>	N.P. <sup>(5)</sup>	N.P. <sup>(7)</sup>	N.P. <sup>(8)</sup>	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	<b>CUMPLE</b> $\eta = 2.0$
N108/N111	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 1.8$	N <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(6)</sup>	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(3)</sup>	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(3)</sup>	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(4)</sup>	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(5)</sup>	N.P. <sup>(5)</sup>	N.P. <sup>(7)</sup>	N.P. <sup>(8)</sup>	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	<b>CUMPLE</b> $\eta = 1.8$

**Notación:**

- $\bar{\lambda}$ : Limitación de esbeltez
- $\lambda_w$ : Abolladura del alma inducida por el ala comprimida
- N<sub>t</sub>: Resistencia a tracción
- N<sub>c</sub>: Resistencia a compresión
- M<sub>y</sub>: Resistencia a flexión eje Y
- M<sub>z</sub>: Resistencia a flexión eje Z
- V<sub>z</sub>: Resistencia a corte Z
- V<sub>y</sub>: Resistencia a corte Y
- M<sub>y</sub>V<sub>z</sub>: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados
- M<sub>z</sub>V<sub>y</sub>: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados
- NM<sub>y</sub>M<sub>z</sub>: Resistencia a flexión y axil combinados
- NM<sub>y</sub>M<sub>z</sub>V<sub>y</sub>V<sub>z</sub>: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados
- M<sub>t</sub>: Resistencia a torsión
- M<sub>t</sub>V<sub>z</sub>: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados
- M<sub>t</sub>V<sub>y</sub>: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados
- x: Distancia al origen de la barra
- $\eta$ : Coeficiente de aprovechamiento (%)
- N.P.: No procede

**Comprobaciones que no proceden (N.P.):**

- <sup>(1)</sup> La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.
- <sup>(2)</sup> No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.
- <sup>(3)</sup> La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.
- <sup>(4)</sup> La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.
- <sup>(5)</sup> La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.
- <sup>(6)</sup> La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.
- <sup>(7)</sup> No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.
- <sup>(8)</sup> No hay interacción entre axil y momento flector ni entre momentos flectores en ambas direcciones para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.
- <sup>(9)</sup> No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

### 10.3.5 Correas

Las correas se sitúan en la zona de cubierta.

La comprobación de resistencia se muestra en la tabla 10.22.

**Tabla 10.22:** Comprobación de resistencia en las correas de cubierta

Comprobación de resistencia
El perfil seleccionado cumple todas las comprobaciones. Aprovechamiento: 93.14 %

En la tabla 10.23 se muestra el perfil utilizado y las características del mismo.

Proyecto de urbanización de parcela de  $55019m^2$ , construcción de nave e instalación frigorífica de  $2700m^2$  para la venta al por mayor de productos alimentarios sita en el término municipal de Cabezo de Torres

Tabla 10.23: Perfil empleado en las correas

Perfil: CF-160x2.0 Material: S235		Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas					
Inicial	Final	Área (cm <sup>2</sup> )	I <sub>y</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )		I <sub>x</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>y</sub> <sup>(2)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>x</sub> <sup>(2)</sup> (cm <sup>4</sup> )	y <sub>c</sub> <sup>(3)</sup> (mm)	z <sub>c</sub> <sup>(3)</sup> (mm)	
0.749, 5.000, 8.045	0.749, 0.000, 8.045	5.000	6.12	239.67	30.47	0.08	-11.38	0.00		
Notas: (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme (3) Coordenadas del centro de gravedad										
		Pandeo			Pandeo lateral					
		Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.					
		β	1.00	0.00	0.00					
		L <sub>K</sub>	5.000	0.000	0.000					
		C <sub>1</sub>	-		1.000					
Notación: β: Coeficiente de pandeo L <sub>K</sub> : Longitud de pandeo (m) C <sub>1</sub> : Factor de modificación para el momento crítico										

Tabla 10.24: Comprobación de resistencia en las correas de cubierta

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)														Estado
	b / t	$\bar{\lambda}$	N <sub>t</sub>	N <sub>c</sub>	M <sub>y</sub>	M <sub>z</sub>	M <sub>y</sub> M <sub>z</sub>	V <sub>y</sub>	V <sub>z</sub>	N <sub>t</sub> M <sub>y</sub> M <sub>z</sub>	N <sub>c</sub> M <sub>y</sub> M <sub>z</sub>	NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub> V <sub>y</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>y</sub> NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub> V <sub>y</sub> V <sub>z</sub>		
pésima en cubierta	b / t ≤ (b / t) <sub>máx.</sub> Cumple	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	x: 0 m η = 93.1	N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(5)</sup>	N.P. <sup>(6)</sup>	x: 0 m η = 21.0	N.P. <sup>(7)</sup>	N.P. <sup>(8)</sup>	N.P. <sup>(9)</sup>	N.P. <sup>(10)</sup>	<b>CUMPLE</b> <b>η = 93.1</b>	
Notación: b / t: Relación anchura / espesor $\bar{\lambda}$ : Limitación de esbeltez N <sub>t</sub> : Resistencia a tracción N <sub>c</sub> : Resistencia a compresión M <sub>y</sub> : Resistencia a flexión. Eje Y M <sub>z</sub> : Resistencia a flexión. Eje Z M <sub>y</sub> M <sub>z</sub> : Resistencia a flexión biaxial V <sub>y</sub> : Resistencia a corte Y V <sub>z</sub> : Resistencia a corte Z N <sub>t</sub> M <sub>y</sub> M <sub>z</sub> : Resistencia a tracción y flexión N <sub>c</sub> M <sub>y</sub> M <sub>z</sub> : Resistencia a compresión y flexión NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub> V <sub>y</sub> V <sub>z</sub> : Resistencia a cortante, axil y flexión M <sub>y</sub> NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub> V <sub>y</sub> V <sub>z</sub> : Resistencia a torsión combinada con axil, flexión y cortante x: Distancia al origen de la barra η: Coeficiente de aprovechamiento (%) N.P.: No procede															
Comprobaciones que no proceden (N.P.): (1) La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión ni de tracción. (2) La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción. (3) La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión. (4) La comprobación no procede, ya que no hay momento flector. (5) La comprobación no procede, ya que no hay flexión biaxial para ninguna combinación. (6) La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante. (7) No hay interacción entre axil de tracción y momento flector para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede. (8) No hay interacción entre axil de compresión y momento flector para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede. (9) No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede. (10) La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.															

En la tabla 10.25 se muestra la comprobación de flecha en el perfil de correa seleccionado.

Tabla 10.25: Comprobación de flecha de las correas

Comprobación de flecha
El perfil seleccionado cumple todas las comprobaciones. Porcentajes de aprovechamiento: - Flecha: 98.32 %

Coordenadas del nudo inicial: 29.251, 90.000, 8.045 Coordenadas del nudo final: 29.251, 95.000, 8.045 El aprovechamiento pésimo se produce para la combinación de hipótesis 1.00\*G1 + 1.00\*G2

+ 1.00\*V(180°) H1 a una distancia 2.500m del origen en el tercer vano de la correa. (I<sub>y</sub> = 240 cm<sup>4</sup>)  
(I<sub>z</sub> = 30 cm<sup>4</sup>)

### 10.3.6 Especificaciones para uniones soldadas

La norma aplicada es el CTE DB SE-A: Código Técnico de la Edificación. Seguridad estructural. Acero. Apartado 8.6. Resistencia de los medios de unión. Uniones soldadas.

Las comprobaciones de las soldaduras son:

- Cordones de soldadura a tope con penetración total:  
En este caso, no es necesaria ninguna comprobación. La resistencia de la unión será igual a la de la más débil de las piezas unidas.
- Cordones de soldadura a tope con penetración parcial y con preparación de bordes:  
Se comprueban como soldaduras en ángulo considerando un espesor de garganta igual al canto nominal de la preparación menos 2 mm (artículo 8.6.3.3b del CTE DB SE-A).
- Cordones de soldadura en ángulo:  
Se realiza la comprobación de tensiones en cada cordón de soldadura según el artículo 8.6.2.3 CTE DB SE-A. Se comprueban los siguientes tipos de tensión:

Tensión de Von Mises

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3 \cdot (\tau_{\perp}^2 + \tau_{//}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_w \cdot \gamma_{M2}}$$

Tensión normal

$$\sigma_{\perp} \leq K \cdot \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$$

Donde K = 1.

### 10.3.7 Comprobación de uniones

Existen 5 tipos de uniones en la estructura:

- 2 placas de anclaje (tipo 1 y 2)
- Pilar-jácena-viga perimetral (tipo 3)
- Pilar-viga perimetral (tipo 4)
- Jácena-jácena (tipo 5)

Se exponen las comprobaciones de cada tipo de unión:

Las comprobaciones de las placas de anclaje se realizan en:

- Hormigón sobre el que apoya la placa:  
Se comprueba que la tensión de compresión en la interfaz placa de anclaje-hormigón es menor a la tensión admisible del hormigón según la naturaleza de cada combinación.
- Pernos de anclaje:

Resistencia del material de los pernos: Se descomponen los esfuerzos actuantes sobre la placa en axiles y cortantes en los pernos y se comprueba que ambos esfuerzos, por separado y con interacción entre ellos (tensión de Von Mises), producen tensiones menores a la tensión límite del material de los pernos.

Anclaje de los pernos: Se comprueba el anclaje de los pernos en el hormigón de tal manera que no se produzca el fallo de deslizamiento por adherencia, arrancamiento del cono de rotura o fractura por esfuerzo cortante (aplastamiento).

Aplastamiento: Se comprueba que en cada perno no se supera el cortante que produciría el aplastamiento de la placa contra el perno.

- Placas de anclaje:

Tensiones globales: En placas con vuelo, se analizan cuatro secciones en el perímetro del perfil, y se comprueba en todas ellas que las tensiones de Von Mises sean menores que la tensión límite según la norma.

Flechas globales relativas: Se comprueba que en los vuelos de las placas no aparezcan flechas mayores que  $1/250$  del vuelo.

Tensiones locales: Se comprueban las tensiones de Von Mises en todas las placas locales en las que tanto el perfil como los rigidizadores dividen a la placa de anclaje propiamente dicha. Los esfuerzos en cada una de las subplacas se obtienen a partir de las tensiones de contacto con el hormigón y los axiles de los pernos. El modelo generado se resuelve por diferencias finitas.

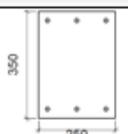
En el proyecto hay dos tipos de placa de anclaje, de las que se van a exponer el detalle constructivo y los cálculos.

#### Placa de anclaje (tipo 1)

El detalle constructivo se encuentra en el Plano 10.

Descripción de los componentes de la unión:

**Tabla 10.26:** Elementos de la placa de anclaje (tipo 1)

Elementos complementarios									
Pieza	Geometría				Taladros		Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	$f_{yk}$ (MPa)	$f_{tk}$ (MPa)
Placa base		250	350	15	6	14	S275	275.0	410.0
Rigidizador		350	100	5	-	-	S275	275.0	410.0

Comprobaciones:

- Pilar IPE 220:

**Tabla 10.27:** Comprobación geométrica y de resistencia de los cordones de soldadura del pilar

Cordones de soldadura									
Comprobaciones geométricas									
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)				
Soldadura perimetral a la placa	En ángulo	4	735	5.9	90.00				
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>									
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		$f_u$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\beta_w$
	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\parallel}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Valor (N/mm <sup>2</sup> )	Approv. (%)	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Approv. (%)		
Soldadura perimetral a la placa	La comprobación no procede.							410.0	0.85

- Placa de anclaje:

**Tabla 10.28:** Comprobación de la placa de anclaje tipo 1

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: <i>.3 diámetros</i>	Mínimo: 42 mm Calculado: 95 mm	Cumple
Separación mínima pernos-perfil: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 21 mm Calculado: 35 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 21 mm Calculado: 30 mm	Cumple
Esbeltez de rigidizadores: - Paralelos a Y:	Máximo: 50 Calculado: 41.3	Cumple
Longitud mínima del perno: <i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>	Mínimo: 15 cm Calculado: 45 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón: - Tracción:	Máximo: 70.01 kN Calculado: 40.08 kN	Cumple
- Cortante:	Máximo: 49 kN Calculado: 8.43 kN	Cumple
- Tracción + Cortante:	Máximo: 70.01 kN Calculado: 52.12 kN	Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 48.97 kN Calculado: 37.74 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 476.19 MPa Calculado: 264.224 MPa	Cumple
Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 110 kN Calculado: 7.91 kN	Cumple

<b>Tensión de Von Mises en secciones globales:</b>	Máximo: 261.905 MPa	
- Derecha:	Calculado: 185.974 MPa	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 185.974 MPa	Cumple
- Arriba:	Calculado: 80.0107 MPa	Cumple
- Abajo:	Calculado: 80.0107 MPa	Cumple
<b>Flecha global equivalente:</b> <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i>	Mínimo: 250	
- Derecha:	Calculado: 728.934	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 728.934	Cumple
- Arriba:	Calculado: 18012.8	Cumple
- Abajo:	Calculado: 18012.8	Cumple
<b>Tensión de Von Mises local:</b> <i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>	Máximo: 261.905 MPa	
	Calculado: 81.1015 MPa	Cumple
<b>Se cumplen todas las comprobaciones</b>		

**Tabla 10.29:** Comprobación geométrica del cordón de soldadura de la placa de anclaje tipo 1

Cordones de soldadura						
Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Rigidizador y-y (x = -57): Soldadura a la placa base	En ángulo	4	350	5.0	90.00	
Rigidizador y-y (x = 57): Soldadura a la placa base	En ángulo	4	350	5.0	90.00	

a: Espesor garganta  
l: Longitud efectiva  
t: Espesor de piezas

**Tabla 10.30:** Comprobación de resistencia del cordón de soldadura de la placa de anclaje tipo 1

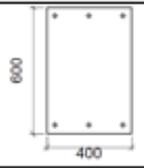
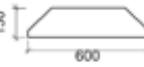
Comprobación de resistencia								
Ref.	Tensión de Von Mises				Tensión normal		$f_u$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\beta_w$
	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\parallel}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Valor (N/mm <sup>2</sup> )	Apoy. (%)	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )		
Rigidizador y-y (x = -57): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.						410.0	0.85
Rigidizador y-y (x = 57): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.						410.0	0.85

### Placa de anclaje tipo 2

El detalle constructivo se encuentra en el Plano 10.

Descripción de los componentes de la unión:

**Tabla 10.31:** Elementos de la placa de anclaje tipo 2

Elementos complementarios									
Pieza	Geometría				Taladros		Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	$f_y$ (MPa)	$f_u$ (MPa)
Placa base		400	600	22	6	20	S275	275.0	410.0
Rigidizador		600	150	7	-	-	S275	275.0	410.0

Comprobaciones:

- Pilar IPE 360:

**Tabla 10.32:** Comprobación geométrica y de resistencia de los cordones de soldadura del pilar

Cordones de soldadura								
Comprobaciones geométricas								
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)			
Soldadura perimetral a la placa	En ángulo	6	1189	8.0	90.00			
<small>a: Espesor garganta l: Longitud efectiva t: Espesor de piezas</small>								
Comprobación de resistencia								
Ref.	Tensión de Von Mises				Tensión normal		$f_u$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\beta_w$
	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\parallel}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Valor (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )		
Soldadura perimetral a la placa	La comprobación no procede.						410.0	0.85

- Placa de anclaje:

**Tabla 10.33:** Comprobación de la placa de anclaje tipo 2

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: <i>3 diámetros</i>	Mínimo: 60 mm Calculado: 160 mm	Cumple
Separación mínima pernos-perfil: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 30 mm Calculado: 68 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 30 mm Calculado: 40 mm	Cumple
Esbeltz de rigidizadores: - Paralelos a Y:	Máximo: 50 Calculado: 47.5	Cumple
Longitud mínima del perno: <i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>	Mínimo: 22 cm Calculado: 65 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón: - Tracción: - Cortante: - Tracción + Cortante:	Máximo: 144.46 kN Calculado: 93.78 kN Máximo: 101.12 kN Calculado: 10.7 kN Máximo: 144.46 kN Calculado: 109.06 kN	Cumple Cumple Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 99.86 kN Calculado: 85.21 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 476.19 MPa Calculado: 277.879 MPa	Cumple
Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 230.48 kN Calculado: 9.77 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales: - Derecha: - Izquierda: - Arriba: - Abajo:	Máximo: 261.905 MPa Calculado: 81.8089 MPa Calculado: 81.8089 MPa Calculado: 181.671 MPa Calculado: 181.671 MPa	Cumple Cumple Cumple Cumple
Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i> - Derecha: - Izquierda: - Arriba: - Abajo:	Mínimo: 250 Calculado: 4462.17 Calculado: 4462.17 Calculado: 5359.06 Calculado: 5359.06	Cumple Cumple Cumple Cumple
Tensión de Von Mises local: <i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>	Máximo: 261.905 MPa Calculado: 153.307 MPa	Cumple
<b>Se cumplen todas las comprobaciones</b>		

**Tabla 10.34:** Comprobación geométrica del cordón de soldadura de la placa de anclaje tipo 2

Cordones de soldadura					
Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Rigidizador y-y (x = -89): Soldadura a la placa base	En ángulo	5	600	7.0	90.00
Rigidizador y-y (x = 89): Soldadura a la placa base	En ángulo	5	600	7.0	90.00

a: Espesor garganta  
l: Longitud efectiva  
t: Espesor de piezas

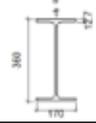
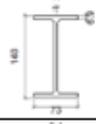
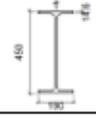
**Tabla 10.35:** Comprobación de resistencia del cordón de soldadura de la placa de anclaje tipo 2

Comprobación de resistencia								
Ref.	Tensión de Von Mises				Tensión normal		$f_u$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\beta_w$
	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\parallel}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Valor (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )		
Rigidizador y-y (x = -89): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.						410.0	0.85
Rigidizador y-y (x = 89): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.						410.0	0.85

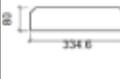
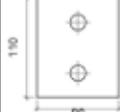
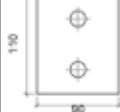
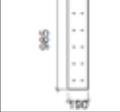
*Unión pilar-jácena-viga perimetral (tipo 3)*

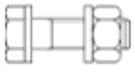
El detalle constructivo se encuentra en el Plano 11. Elementos de la unión:

**Tabla 10.36:** Elementos de la unión

Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	$f_y$ (MPa)	$f_u$ (MPa)
Pilar	IPE 360		360	170	12.7	8	S275	275.0	410.0
Viga	IPE 140		140	73	6.9	4.7	S275	275.0	410.0
Viga	IPE 450		450	190	14.6	9.4	S275	275.0	410.0

Proyecto de urbanización de parcela de  $55019m^2$ , construcción de nave e instalación frigorífica de  $2700m^2$  para la venta al por mayor de productos alimentarios sita en el término municipal de Cabezo de Torres

Elementos complementarios									
Pieza	Geometría				Taladros		Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	$f_y$ (MPa)	$f_u$ (MPa)
Rigidizador		334.6	80	15	-	-	S275	275.0	410.0
Chapa lateral: Viga (c) IPE 140		90	110	8	2	18	S275	275.0	410.0
Chapa lateral: Viga (b) IPE 140		90	110	8	2	18	S275	275.0	410.0
Chapa frontal: Viga (a) IPE 450		190	985	15	12	18	S275	275.0	410.0

Elementos de tornillería							
Descripción	Pretensado	Geometría			Acero		
		Esquema	Diámetro	Longitud (mm)	Clase	$f_y$ (MPa)	$f_u$ (MPa)
ISO 4017-M16x40-8.8 ISO 4032-M16-8 2 ISO 7089-16-200 HV	-		M16	40	8.8	640.0	800.0
EN 14399-3-M16x55-10.9-HR EN 14399-3-M16-10-HR 2 EN14399-6-16	X		M16	55	10.9	900.0	1000.0

Comprobación del pilar IPE 360

Tabla 10.37: Comprobación de resistencia

Comprobaciones de resistencia						
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)	
Panel	Esbellez	--	--	--	64.64	
	Cortante	kN	518.10	1028.62	50.37	
Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm <sup>2</sup>	85.86	261.90	32.78	
Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm <sup>2</sup>	100.25	261.90	38.28	
Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm <sup>2</sup>	85.86	261.90	32.78	
Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm <sup>2</sup>	100.25	261.90	38.28	
Ala	Cortante	N/mm <sup>2</sup>	221.71	261.90	84.65	
Viga (a) IPE 450	Ala	Tracción por flexión	kN	91.52	194.88	46.96
		Tracción	kN	21.66	328.75	6.59
	Alma	Tracción	kN	72.47	161.86	44.77
Viga (c) IPE 140	Alma	Punzonamiento	kN	18.06	371.56	4.86
		Flexión por fuerza perpendicular	kN	0.09	48.67	0.18
Viga (b) IPE 140	Alma	Punzonamiento	kN	18.06	371.56	4.86
		Flexión por fuerza perpendicular	kN	0.09	48.67	0.18

Tabla 10.38: Comprobaciones de la soldadura

Comprobaciones geométricas									
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)				
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	7	62	12.7	90.00				
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	4	299	8.0	90.00				
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	7	62	12.7	90.00				
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	4	299	8.0	90.00				
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	7	62	12.7	90.00				
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	4	299	8.0	90.00				
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	7	62	12.7	90.00				
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	4	299	8.0	90.00				
a: Espesor garganta l: Longitud efectiva t: Espesor de piezas									
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f <sub>u</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	β <sub>w</sub>
	σ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	τ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	τ <sub>  </sub> (N/mm <sup>2</sup> )	Valor (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	σ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura del rigidizador superior a las alas	65.1	65.1	0.0	130.1	33.72	65.1	19.83	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	33.4	57.9	15.00	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	76.0	76.0	0.0	151.9	39.36	76.0	23.16	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	39.0	67.6	17.52	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior a las alas	65.1	65.1	0.0	130.1	33.72	65.1	19.83	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	33.4	57.9	15.00	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	76.0	76.0	0.0	151.9	39.36	76.0	23.16	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	39.0	67.6	17.52	0.0	0.00	410.0	0.85

Comprobaciones de la viga IPE 450

Tabla 10.39: Comprobación de resistencia

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Chapa frontal	Tracción por flexión	kN	91.52	226.08	40.48
Ala	Compresión	kN	237.40	825.29	28.77
	Tracción	kN	25.72	314.01	8.19
Alma	Cargas concentradas en el alma	kN	153.41	418.23	36.68
	Tracción	kN	72.47	261.67	27.69

Tabla 10.40: Comprobaciones de la soldadura

Comprobaciones geométricas									
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)				
Soldadura del ala superior	En ángulo	7	190	14.6	86.57				
Soldadura del alma	En ángulo	5	379	9.4	90.00				
Soldadura del ala inferior	En ángulo	7	190	14.6	86.57				
Soldadura del alma de la cartela	En ángulo	5	454	9.4	90.00				
Soldadura del ala de la cartela	En ángulo	7	190	14.6	61.68				
Soldadura del alma de la cartela al ala inferior	En ángulo	7	1000	9.4	90.00				
Soldadura del ala de la cartela al ala inferior	En ángulo	10	190	14.6	65.11				
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>									
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		$f_u$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\beta_w$
	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\parallel}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Valor (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	38.8	41.2	0.2	81.2	21.05	41.7	12.72	410.0	0.85
Soldadura del alma	52.8	52.8	6.3	106.2	27.52	52.8	16.11	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	24.0	22.6	0.1	46.0	11.92	24.1	7.33	410.0	0.85
Soldadura del alma de la cartela	40.2	40.2	6.3	81.2	21.04	40.2	12.27	410.0	0.85
Soldadura del ala de la cartela	32.0	53.6	0.0	98.1	25.43	51.0	15.56	410.0	0.85
Soldadura del alma de la cartela al ala inferior	0.0	0.0	4.0	7.0	1.80	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del ala de la cartela al ala inferior	La comprobación no procede.							410.0	0.85

Comprobaciones para los tornillos:

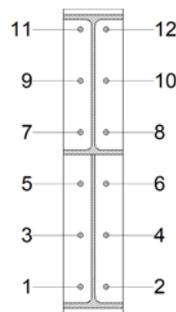


Figura 10.5: Identificación de los tornillos

Proyecto de urbanización de parcela de 55019m<sup>2</sup>, construcción de nave e instalación frigorífica de 2700m<sup>2</sup> para la venta al por mayor de productos alimentarios sita en el término municipal de Cabezo de Torres

**Tabla 10.41:** Comprobación resistencia de los tornillos

Tornillo	Cortante				Tracción				Interacción tracción y deslizamiento	Aprov. Máx. (%)
	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Aprov. (%)	
1	Deslizamiento	4.345	26.376	16.47	Vástago	101.495	113.040	89.79	16.47	89.79
	Aplastamiento	4.345	166.624	2.61	Punzonamiento	24.454	222.054	11.01		
2	Deslizamiento	4.345	26.376	16.47	Vástago	101.495	113.040	89.79	16.47	89.79
	Aplastamiento	4.345	166.624	2.61	Punzonamiento	24.454	222.054	11.01		
3	Deslizamiento	4.345	26.376	16.47	Vástago	101.161	113.040	89.49	16.47	89.49
	Aplastamiento	4.345	166.624	2.61	Punzonamiento	19.301	222.054	8.69		
4	Deslizamiento	4.345	26.376	16.47	Vástago	101.161	113.040	89.49	16.47	89.49
	Aplastamiento	4.345	166.624	2.61	Punzonamiento	19.301	222.054	8.69		
5	Deslizamiento	4.345	26.376	16.47	Vástago	101.023	113.040	89.37	16.47	89.37
	Aplastamiento	4.345	166.624	2.61	Punzonamiento	17.177	222.054	7.74		
6	Deslizamiento	4.345	26.376	16.47	Vástago	101.023	113.040	89.37	16.47	89.37
	Aplastamiento	4.345	166.624	2.61	Punzonamiento	17.177	222.054	7.74		
7	Deslizamiento	4.345	26.376	16.47	Vástago	101.641	113.040	89.92	16.47	89.92
	Aplastamiento	4.345	166.624	2.61	Punzonamiento	26.705	222.054	12.03		
8	Deslizamiento	4.345	26.376	16.47	Vástago	101.641	113.040	89.92	16.47	89.92
	Aplastamiento	4.345	166.624	2.61	Punzonamiento	26.705	222.054	12.03		
9	Deslizamiento	4.345	26.376	16.47	Vástago	102.259	113.040	90.46	16.47	90.46
	Aplastamiento	4.345	166.624	2.61	Punzonamiento	36.233	222.054	16.32		
10	Deslizamiento	4.345	26.376	16.47	Vástago	102.259	113.040	90.46	16.47	90.46
	Aplastamiento	4.345	166.624	2.61	Punzonamiento	36.233	222.054	16.32		
11	Deslizamiento	4.345	26.376	16.47	Vástago	102.877	113.040	91.01	16.47	91.01
	Aplastamiento	4.345	166.624	2.61	Punzonamiento	45.762	222.054	20.61		
12	Deslizamiento	4.345	26.376	16.47	Vástago	102.877	113.040	91.01	16.47	91.01
	Aplastamiento	4.345	166.624	2.61	Punzonamiento	45.762	222.054	20.61		

**Tabla 10.42:** Comprobación de la unión a flexión

Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Relación entre modos 1 y 3	--	1.17	1.80	65.22
Momento resistente	kNm	195.65	362.41	53.99
Capacidad de rotación	mRad	282.963	667	42.44

Comprobaciones de la viga IPE 140

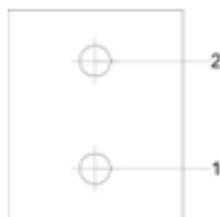
**Tabla 10.43:** Comprobación de resistencia

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Chapa lateral	Interacción flexión - cortante	--	--	--	0.24
	Tensiones combinadas	--	--	--	8.26
	Pandeo local	N/mm <sup>2</sup>	6.54	228.15	2.87
	Aplastamiento	kN	9.34	87.43	10.68
	Desgarro	kN	18.06	89.52	20.17
Alma	Aplastamiento	kN	9.34	39.97	23.36
	Desgarro	kN	18.06	80.62	22.40

**Tabla 10.44:** Comprobaciones de soldadura

Comprobaciones geométricas									
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)				
Detalle de la soldadura de la chapa lateral.	En ángulo	5	110	8.0	90.00				
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>									
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises				Tensión normal		$f_u$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\beta_u$	
	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\parallel}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Valor (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )			Aprov. (%)
Detalle de la soldadura de la chapa lateral.	11.6	11.6	0.2	23.2	6.02	11.6	3.54	410.0	0.85

Comprobación de los tornillos



**Figura 10.6:** Identificación de los tornillos

**Tabla 10.45:** Comprobación de resistencia de los tornillos

Resistencia										
Tornillo	Cortante				Tracción				Interacción tracción y cortante	Aprov. Máx. (%)
	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)		
1	Sección transversal	9.340	50.240	18.59	Vástago	0.000	90.432	0.00	18.59	18.59
	Aplastamiento	9.340	87.426	10.68	Punzonamiento	0.000	73.736	0.00		
2	Sección transversal	8.826	50.240	17.57	Vástago	0.000	90.432	0.00	17.57	17.57
	Aplastamiento	8.826	87.466	10.09	Punzonamiento	0.000	73.736	0.00		

La otra viga IPE 140 de la unión es similar.

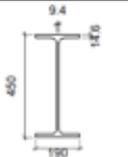
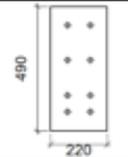
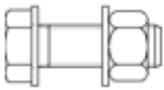
La unión tipo 4 también es similar ya que involucra el pilar IPE 360 y una viga IPE 140.

#### Unión jácena-jácena (tipo 5)

El detalle constructivo se encuentra en el Plano 11.

Elementos de la unión

**Tabla 10.46:** Elementos de la unión

Perfiles										
Pieza	Descripción	Geometría					Acero			
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	$f_y$ (MPa)	$f_u$ (MPa)	
Viga	IPE 450		450	190	14.6	9.4	S275	275.0	410.0	
Elementos complementarios										
Pieza	Descripción	Geometría			Taladros		Acero			
		Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	$f_y$ (MPa)	$f_u$ (MPa)
Chapa frontal			220	490	15	8	22	S275	275.0	410.0
Elementos de tornillería										
Descripción	Diagrama	Geometría			Acero					
		Esquema	Diámetro	Longitud (mm)	Clase	$f_y$ (MPa)	$f_u$ (MPa)			
ISO 4017-M20x60-8.8 ISO 4032-M20-8 2 ISO 7089-20-200 HV		M20	60	8.8	640.0	800.0				

Comprobación la viga IPE 450

Proyecto de urbanización de parcela de  $55019m^2$ , construcción de nave e instalación frigorífica de  $2700m^2$  para la venta al por mayor de productos alimentarios sita en el término municipal de Cabezo de Torres

Tabla 10.47: Comprobación de resistencia

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Chapa frontal	Tracción por flexión	kN	169.84	181.72	93.46
Ala	Aplastamiento	kN	435.40	727.83	59.82
	Tracción	kN	54.89	363.26	15.11
Alma	Tracción	kN	169.84	229.13	74.12

Tabla 10.48: Comprobación de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura del ala superior	En ángulo	7	190	14.6	86.57	
Soldadura del alma	En ángulo	5	379	9.4	90.00	
Soldadura del ala inferior	En ángulo	7	190	14.6	86.57	

*a: Espesor garganta  
l: Longitud efectiva  
t: Espesor de piezas*

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		$f_u$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\beta_w$
	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{  }$ (N/mm <sup>2</sup> )	Valor (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	96.6	102.6	0.2	202.3	52.41	96.6	29.45	410.0	0.85
Soldadura del alma	171.6	171.6	0.2	343.1	88.92	171.6	52.31	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	89.2	94.7	0.2	186.8	48.40	97.1	29.59	410.0	0.85

Tabla 10.49: Comprobación de la unión a flexión simple

Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Relación entre modos 1 y 3	--	1.31	1.80	72.88
Momento resistente	kNm	160.72	195.52	82.20
Capacidad de rotación	mRad	129.998	667	19.50

La otra viga IPE 450 de la unión es similar. Comprobación de los tornillos:

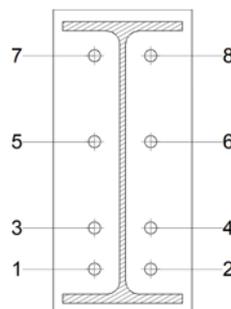


Figura 10.7: Identificación de los tornillos

Proyecto de urbanización de parcela de  $55019m^2$ , construcción de nave e instalación frigorífica de  $2700m^2$  para la venta al por mayor de productos alimentarios sita en el término municipal de Cabezo de Torres

**Tabla 10.50:** Comprobación de resistencia de los tornillos

Resistencia										
Tornillo	Cortante				Tracción				Interacción tracción y cortante	Aprov. Máx. (%)
	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)		
1	Sección transversal	0.782	78.400	1.00	Vástago	115.667	141.120	81.96	58.55	81.96
	Aplastamiento	0.782	184.500	0.42	Punzonamiento	115.667	291.899	39.63		
2	Sección transversal	0.782	78.400	1.00	Vástago	115.667	141.120	81.96	58.55	81.96
	Aplastamiento	0.782	184.500	0.42	Punzonamiento	115.667	291.899	39.63		
3	Sección transversal	0.782	78.400	1.00	Vástago	131.893	141.120	93.46	66.76	93.46
	Aplastamiento	0.782	184.500	0.42	Punzonamiento	131.893	291.899	45.18		
4	Sección transversal	0.782	78.400	1.00	Vástago	131.893	141.120	93.46	66.76	93.46
	Aplastamiento	0.782	184.500	0.42	Punzonamiento	131.893	291.899	45.18		
5	Sección transversal	0.782	78.400	1.00	Vástago	57.558	141.120	40.79	29.13	40.79
	Aplastamiento	0.782	246.000	0.32	Punzonamiento	57.558	291.899	19.72		
6	Sección transversal	0.782	78.400	1.00	Vástago	57.558	141.120	40.79	29.13	40.79
	Aplastamiento	0.782	246.000	0.32	Punzonamiento	57.558	291.899	19.72		
7	Sección transversal	0.782	78.400	1.00	Vástago	48.713	141.120	34.52	24.66	34.52
	Aplastamiento	0.782	246.000	0.32	Punzonamiento	48.713	291.899	16.69		
8	Sección transversal	0.782	78.400	1.00	Vástago	48.713	141.120	34.52	24.66	34.52
	Aplastamiento	0.782	246.000	0.32	Punzonamiento	48.713	291.899	16.69		

**Tabla 10.51:** Comprobación de la unión a flexión simple

Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Relación entre modos 1 y 3	--	1.31	1.80	72.88
Momento resistente	kNm	160.72	195.52	82.20
Capacidad de rotación	mRad	129.998	667	19.50

### 10.3.8 Cimentaciones

La cimentación se compone por zapatas unidas mediante vigas de atado. Se expone un ejemplo de cálculo de cada uno de estos elementos.

#### Zapata

**Tabla 10.52:** Comprobación de zapata

Referencia: N1		
Dimensiones: 265 x 265 x 80		
Armados: Xi:Ø16c/27 Yi:Ø12c/14 Xs:Ø16c/27 Ys:Ø12c/14		
Comprobación	Valores	Estado
<b>Tensiones sobre el terreno:</b> <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i> -Tensión media en situaciones persistentes: -Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento: -Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.2 MPa Calculado: 0.024525 MPa Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.0209934 MPa Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.0312939 MPa	Cumple Cumple Cumple
<b>Vuelco de la zapata:</b> <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i> -En dirección X: -En dirección Y:	Reserva seguridad: 107.7 % Reserva seguridad: 494.7 %	Cumple Cumple
<b>Flexión en la zapata:</b> -En dirección X: -En dirección Y:	Momento: -35.57 kN·m Momento: -24.74 kN·m	Cumple Cumple
<b>Cortante en la zapata:</b> -En dirección X: -En dirección Y:	Cortante: 25.21 kN Cortante: 17.07 kN	Cumple Cumple
<b>Compresión oblicua en la zapata:</b> -Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 5000 kN/m <sup>2</sup> Calculado: 78 kN/m <sup>2</sup>	Cumple
<b>Canto mínimo:</b> <i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 80 cm	Cumple
<b>Espacio para anclar arranques en cimentación:</b> -N1:	Mínimo: 44 cm Calculado: 73 cm	Cumple
<b>Cuantía geométrica mínima:</b> <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i> -Armado inferior dirección X: -Armado superior dirección X: -Armado inferior dirección Y: -Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0009 Calculado: 0.0009 Calculado: 0.0009 Calculado: 0.001 Calculado: 0.001	Cumple Cumple Cumple Cumple

Referencia: N1		
Dimensiones: 265 x 265 x 80		
Armados: Xi:Ø16c/27 Yí:Ø12c/14 Xs:Ø16c/27 Ys:Ø12c/14		
Comprobación	Valores	Estado
<b>Cuántía mínima necesaria por flexión:</b> <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 0.0001	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.001	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0011	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.001	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0011	Cumple
<b>Diámetro mínimo de las barras:</b> <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 12 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 12 mm	Cumple
<b>Separación máxima entre barras:</b> <i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 14 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 14 cm	Cumple
<b>Separación mínima entre barras:</b> <i>Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 14 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 14 cm	Cumple
<b>Longitud de anclaje:</b> <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 16 cm Calculado: 45 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 16 cm Calculado: 45 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 15 cm Calculado: 50 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 15 cm Calculado: 50 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 19 cm Calculado: 45 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 19 cm Calculado: 45 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 15 cm Calculado: 50 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 15 cm Calculado: 50 cm	Cumple

Referencia: N1		
Dimensiones: 265 x 265 x 80		
Armados: Xi:Ø16c/27 Yi:Ø12c/14 Xs:Ø16c/27 Ys:Ø12c/14		
Comprobación	Valores	Estado
Abertura de fisuras:	Máximo: 0.3 mm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0 mm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0 mm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0 mm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0 mm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

### Viga de atado

**Tabla 10.53:** Comprobación de viga de atado

Referencia: C.1 [N63-N58] (Viga de atado)		
-Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm		
-Armadura superior: 2Ø12		
-Armadura inferior: 2Ø12		
-Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: <i>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

# Instalación de ventilación y pluviales

---

### 11.1 Dimensionamiento de canalón y bajante según CTE

La normativa aplicada es el CTE-DB-HS5: Evacuación de aguas. La red de evacuación de aguas pluviales se realizará mediante canalones y bajantes. Las bajantes tendrán diámetro uniforme en toda su altura y se colocarán cada dos pilares, lo que resulta en una separación de 10m entre bajantes. Los canalones tendrán una inclinación del 2 %.

También se dispondrá un sistema de ventilación primaria, que tendrá el mismo diámetro que la bajante de la que es prolongación, como indica la normativa.

El diámetro nominal del canalón de aguas pluviales es de sección semicircular y se obtiene de la tabla 4.7 del HS5. Como esta tabla corresponde a una intensidad pluviométrica de 100mm/h, se calcula la intensidad pluviométrica de la zona del proyecto que en este caso es Murcia. En caso de ser distinta se aplica un coeficiente f de corrección a aplicar en la superficie que sirve.

Para calcular la intensidad pluviométrica de Murcia se emplea la figura 11.1, que se encuentra en el Apéndice B de la mencionada normativa:

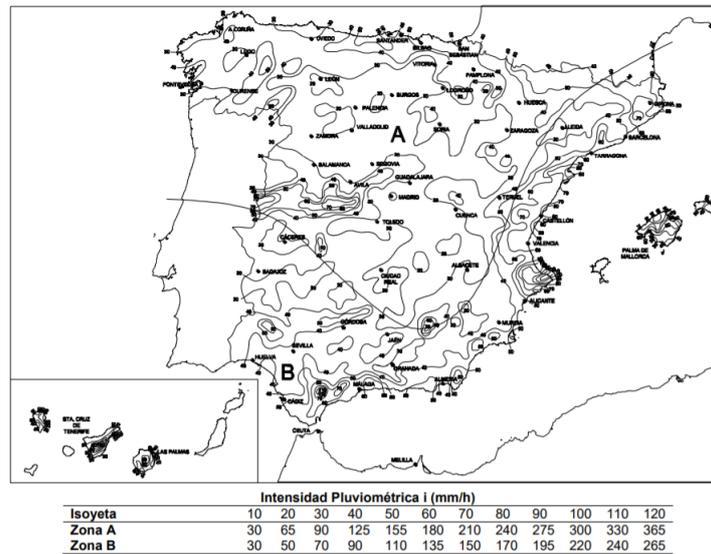


Figura 11.1: Mapa de isoyetas y zonas pluviométricas y tabla de intensidad pluviométrica  $i$  (mm/h)

Murcia se encuentra en la zona B, isoyeta 40, de lo que se obtiene una intensidad pluviométrica de  $90\text{mm/h}$ .

Con este valor podemos obtener el valor del factor de corrección  $f$ ,  $cf=i/100=0.9$ .

La superficie de cubierta servida en proyección horizontal es de  $150.27m^2$ , ya que cada canalón recoge el agua de un solo faldón. Aplicando el factor de corrección  $f$  resulta un área de  $135.24m^2$ .

**Tabla 4.7 Diámetro del canalón para un régimen pluviométrico de  $100\text{mm/h}$**

Máxima superficie de cubierta en proyección horizontal ( $m^2$ )				Diámetro nominal del canalón (mm)
Pendiente del canalón				
0.5 %	1 %	2 %	4 %	
35	45	65	95	100
60	80	115	165	125
90	125	175	255	150
185	260	370	520	200
335	475	670	930	250

Figura 11.2: Tabla 4.7 del CTE-DB-HS5 para obtención del diámetro del canalón

Se obtiene un diámetro nominal del canalón de  $150\text{mm}$ .

Procediendo de forma análoga con las bajantes se obtiene un diámetro nominal de  $75\text{mm}$ , como se puede observar en la figura 11.3.

**Tabla 4.8 Diámetro de las bajantes de aguas pluviales para un régimen pluviométrico de  $100\text{mm/h}$**

Superficie en proyección horizontal servida ( $m^2$ )	Diámetro nominal de la bajante (mm)
65	50
113	63
177	75
318	90
580	110
805	125
1.544	160
2.700	200

Figura 11.3: Tabla 4.8 del CTE-DB-HS5 para obtención del diámetro de las bajantes

La ventilación primaria como se ha mencionado tendrá un diámetro de  $75\text{mm}$  también.

# Cálculo de la demanda frigorífica

---

### 12.1 Carga debida al producto y su embalaje

El máximo almacenamiento en la cámara es de 100Tm.

La máxima entrada diaria de producto son 40Tm.

La temperatura máxima de entrada de producto es de +9°C.

El producto tiene un calor específico antes de congelación de  $C_p=2.5\text{kJ/kg}^\circ\text{C}$ .

Existe embalaje, que se considera como un 3 % del peso y con un  $C_p=2.72\text{kJ/kg}^\circ\text{C}$ .

Existe palet, que se considera como un 5 % del peso y con un  $C_p=2.72\text{kJ/kg}^\circ\text{C}$ .

La potencia requerida para enfriar 40Tm con el correspondiente embalaje y palet es:

$$q_{prod} = m.ent * c.p * (T_{ent} - T_{cam}) \quad (12.1)$$
$$q_{prod} = ((40000 * 2,5) + (0,03 * 40000 + 0,05 * 40000) * 2,72) * (9 - 5) = 434816\text{kJ}/\text{dia}$$
$$Pot = \left(\frac{434816}{18 * 3600}\right) = 6,71\text{kW}$$

### 12.2 Aislamiento

Las pérdidas por transmisión se calculan con la fórmula:

$$Pot = K * A * (T_{ext} - T_{int}) \quad (12.2)$$

La potencia total de los siguientes subapartados es de 10.85kW.

### 12.2.1 Paredes

Se considera que todas las paredes iguales se encuentran a la misma temperatura exterior. Quedamos del lado de la seguridad ya que la instalación se encuentra dentro de la nave, que está a una temperatura inferior.

La superficie total de paredes es de  $550m^2$ .

Para el aislamiento se empleará panel sandwich con aislamiento de placas de poliuretano de 12cm con un coeficiente global  $K=0.1855W/m^2K$ . El calor por transmisión es:

$$q = 0,1855 * 550 * ((273 + 35,1) - (273 + 5)) = 3071 W = 3,07kW \quad (12.3)$$

### 12.2.2 Techo

Se realizan las mismas consideraciones que para las paredes

La superficie total es de  $600m^2$ .

Para el aislamiento se empleará panel sandwich con aislamiento de placas de poliuretano de 12cm con un coeficiente global  $K=0.1855W/m^2K$ . El calor por transmisión es:

$$q = 0,1855 * 600 * ((273 + 35,1) - (273 + 5)) = 3350,1 W = 3,35kW \quad (12.4)$$

### 12.2.3 Suelo

La temperatura del terreno es de  $26^\circ C$ . El suelo está compuesto por una losa de hormigón de 15cm, con una barrera de vapor y un aislante de poliestireno de 60mm de espesor con un coeficiente global  $K=0.352W/m^2$ .

La temperatura del terreno es de  $26^\circ C$ .

La superficie total es de  $600m^2$ .

El calor por transmisión es:

$$q = 0,352 * 600 * ((273 + 26) - (273 + 5)) = 4435,2 W = 4,43kW \quad (12.5)$$

## 12.3 Renovaciones de aire

Las renovaciones de aire necesarias se calculan considerando el volumen interior de la cámara y que la intensidad del trabajo realizado es:

$$n_{ren} = 86,1 * V.int^{( - 0,55)} \quad (12.6)$$

$$n_{ren} = 86,1 * (40 * 15 * 5)^{( - 0,55)} = 1,05 renovaciones/dia$$

Esto supone un calor por renovación de:

$$q_{ren} = F * n_{ren} * 1,2 * V.int * (h_{ext} - h_{int}) \quad (12.7)$$

$$q_{ren} = 1 * 1,05 * 1,2 * (40 * 15 * 5) * (62,245 - 15,824) = 176176,1kJ/dia$$

$$Pot = \left( \frac{176176,1}{18 * 3600} \right) = 2,72kW$$

El término F es igual a 1 ya que la intensidad de trabajo dentro de la cámara es normal.

Los términos de  $h_{ext}$  y  $h_{int}$  se han calculado con las siguientes ecuaciones:

$$h = T + W * (2501 + 1,805 * T) \quad (12.8)$$

$$W = 0,62198 * \frac{\phi * Pvs/100}{101325 - \phi * Pvs/100} \quad (12.9)$$

$$\log(Pvs) = \frac{7,5 * T}{T + 237,3} + 2,7858 \quad (12.10)$$

Sabiendo que la temperatura exterior es de 36°C y la temperatura interior de la cámara es de +5°C, obtenemos los siguientes resultados:

- Exterior (T=35.1°C y  $\phi=30\%$ )
  - log(Pvs)=3.752
  - W=0.0106 kg/kg as
  - hext=62.245 kJ/kg
- Interior (T=5°C y  $\phi=80\%$ )
  - log(Pvs)=2.940
  - W=0.004312 kg/kg as
  - hint=15.824 kJ/kg

## 12.4 Otras cargas

En esta sección se incluyen las cargas debidas a los trabajos que se realizan dentro de la cámara y de los equipos necesarios para realizarlos:

- Iluminación: se considera un valor de 10W/m<sup>2</sup>. Esto supone una potencia de 6kW.
- Número de personas: 2. Con temperaturas cercanas a 0°C, una persona emite alrededor de 270W. Esto supone una potencia de 0.54kW.
- Motores: 10kW. Equipos usados en la cámara.

Potencia=16.54kW.

## 12.5 Potencia de los ventiladores

La potencia térmica hasta el momento es de 36.8 kW. La potencia de los ventiladores se estima en un 10 % de la cifra anterior. Esto supone una potencia de 40.48 kW.

## 12.6 Mayoración de seguridad

Este sistema precisa de una elevada fiabilidad, por lo que se introduce una mayoración de seguridad del 20 %.

## 12.7 Potencia total

En la tabla 12.1 se puede ver que la potencia frigorífica total a producir es de 53 kW.

**Tabla 12.1:** Conceptos de potencia y total

Concepto	Potencia (kW)
Enfriamiento de producto y embalaje	6.71
Pérdidas por transmisión	10.85
Pérdidas por renovaciones	2.72
Otros	16.54
Subtotal1	36.8
Ventiladores (10 %)	3.68
Subtotal2	40.48
Mayoración 20 %	8.1
Subtotal3	48.58
Horas de func (22h)	4.42
Total	53

**Parte III**

## **Anexo II: Equipos comerciales**



# Equipos comerciales de la cámara frigorífica

## 13.1 Introducción

Para la selección de equipos comerciales se ha contado con las marcas Intarcon (para el evaporador) y Bitzer (para el resto de componentes).

Para no incluir los catálogos comerciales completos se exponen únicamente los apartados relativos a las características de los equipos seleccionados.

## 13.2 Evaporador (Intarcon)

Las características del evaporador seleccionado de la marca Intarcon se muestran en la figura 13.2.

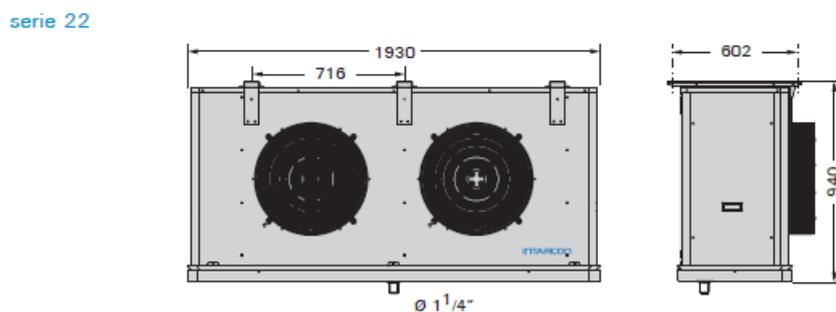


Figura 13.1: Dimensiones del modelo MKH-NY-2 250



400 V-III-50 Hz | R134a | Alta y media temperatura / Haute et moyenne température

Refrigerante Refrigerant Afrigorant Afrigorant	Serie / Modèle Série / Modèle	Potencia frigorífica según temperaturas de cámara Puissance frigorifique selon températures de chambre froide (W) <sup>(1)</sup>				Batería Batterie			Ventiladores Ventilateurs					Desescarche électrique Dégivrage électrique		Generación Frigorífica Liq-Gas Gonnes. Frigorifique Liq-Gas	Peso Poids (kg)	
		SG1	SG2	SG3	SG4	Peso de alea Poids d'aleette (mm)	Sup. Surf. (m <sup>2</sup> )	Vel. (L)	Caudal Débit d'air (m <sup>3</sup> /h)	Nº Ø (mm)	Potencia Puissance (W)	I máx. I max. (A)	Alcance Portée (m)	W	A			
		10 °C 85 % HR DT1 = 10 K	0 °C 85 % HR DT1 = 8 K	-18 °C 55 % HR DT1 = 7 K	-25 °C 55 % HR DT1 = 6 K													
R134a	Alta temperatura Haute température	AKH-NY-1 14s	16 600	10 840			4	31.2	7.7	4 200	1x Ø 450	530	1.1	22	6x 700	6.1	1/2"-1 1/8"	73
		AKH-NY-2 150	20 800	13 600			4	46.8	11.6	6 100	1x Ø 500	665	1.4	26	6x 700	9.1	1/2"-1 3/8"	92
		AKH-NY-1 24s	28 800	18 900			4	62.4	15.5	8 400	2x Ø 450	1 055	2.1	22	9x 800	10.4	1/2"-1 5/8"	101
		AKH-NY-2 250	42 000	27 700			4	93.6	23.2	12 200	2x Ø 500	1 330	2.8	26	12x 800	13.8	5/8"-2 1/8"	134
		AKH-NY-1 34s	42 600	28 000			4	93.6	23.2	12 600	3x Ø 450	1 985	3.2	22	12x 1 000	17.3	5/8"-2 1/8"	156
	Media temperatura Moyenne température	AKH-NY-2 350	62 500	41 000			4	134.4	33.4	18 300	3x Ø 500	1 995	4.2	26	15x 1 000	21.7	7/8"-2 1/8"	178
		AKH-NY-1 44s	54 600	35 400			4	124.6	31.0	16 800	4x Ø 450	2 110	4.3	22	12x 1 250	21.7	7/8"-2 1/8"	201
		AKH-NY-2 450	80 200	52 100			4	175.2	44.5	24 400	4x Ø 500	2 660	5.6	26	15x 1 250	27.0	7/8"-2 1/8"	264
		MKH-NY-1 14s	13 380	8 790			5	24.4	7.7	4 400	1x Ø 450	505	1.0	22	6x 700	6.1	1/2"-1 1/8"	74
		MKH-NY-2 150	19 500	12 800			5	26.6	11.6	6 400	1x Ø 500	650	1.4	26	6x 700	9.1	1/2"-1 3/8"	86
MKH-NY-1 24s	26 800	17 700			5	48.8	15.5	8 800	2x Ø 450	1 010	2.1	22	9x 800	10.4	1/2"-1 5/8"	103		
MKH-NY-2 250	39 300	25 800			5	73.1	23.2	12 800	2x Ø 500	1 300	2.8	26	12x 800	13.8	5/8"-2 1/8"	138		
MKH-NY-1 34s	40 000	26 200			5	68.6	23.2	13 200	3x Ø 450	1 810	3.1	22	12x 1 000	17.3	5/8"-2 1/8"	159		
MKH-NY-2 350	58 500	38 400			5	105.1	33.4	19 200	3x Ø 500	1 950	4.2	26	15x 1 000	21.7	7/8"-2 1/8"	184		
MKH-NY-1 44s	51 400	33 300			5	97.5	31.0	17 600	4x Ø 450	2 015	4.1	22	12x 1 250	21.7	7/8"-2 1/8"	205		
MKH-NY-2 450	72 500	45 100			5	140.1	44.5	25 600	4x Ø 500	2 600	5.7	26	15x 1 250	27.0	7/8"-2 1/8"	272		

Figura 13.2: Extracto del catálogo comercial de evaporadores de Intarcon

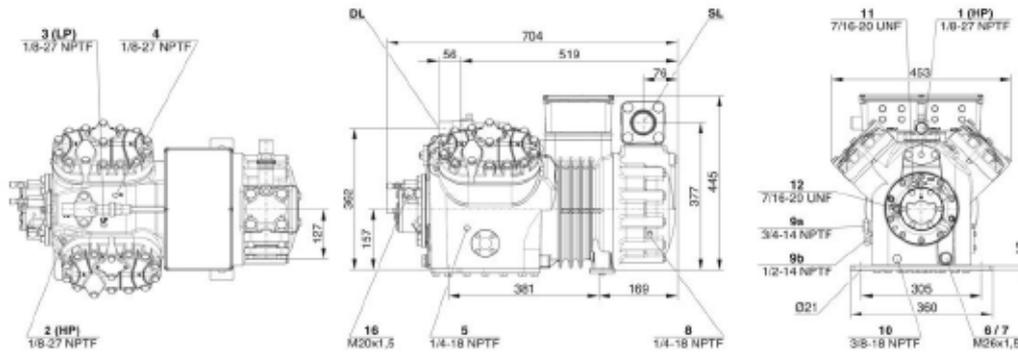
### 13.3 Compresor (Bitzer)

Las características del compresor seleccionado de la marca Bitzer se muestran en la figura 13.3.

Compresor	4GE-20Y-40P
Escalones de capacidad	100%
Potencia frigorífica	31,2 kW
Potencia frigorífica *	31,2 kW
Potencia en el evap.	27,2 kW
Potencia absorbida	12,42 kW
Corriente (400V)	21,8 A
Gama de tensiones	380-420V
Capacidad del condensador	43,6 kW
COP/EER	2,19
COP/EER *	2,51
Caudal másico	774 kg/h
Modo de funcionamiento	Estándar
Temp. Gas de descarga no enfriado	94,5 °C

Figura 13.3: Características del compresor 4GE-20Y-40P

## Dimensiones y conexiones



## Datos técnicos

### Informaciones técnicas

Volumen desplazado (1450 rpm a 50 Hz)	84,5 m <sup>3</sup> /h
Volumen desplazado (1750 rpm a 60Hz)	101,98 m <sup>3</sup> /h
Campo de frecuencias	25..70 Hz
Nº de cilindros x diámetro x carrera	4 x 75 mm x 55 mm
Peso	192 kg
Presión máxima (BP/AP)	19 / 32 bar
Conexión línea aspiración	54 mm - 2 1/8"
Conexión línea descarga	28 mm - 1 1/8"
Tipo de aceite	R134a/R407C/R404A/R507A/R407A/R407F BSE32(Standard)   R134a tc>70°C: BSE55 (Option)

### Leyenda y posición de las "Dimensiones":

- 1 Presostato de alta presión (AP)
  - 2 Sensor de temperatura del gas de descarga (HP)
  - 3 Presostato de baja presión (BP)
  - 4 Sistema CIC: pulverizador (LP)
  - 4b Sonda de CIC (HP)
  - 4c Tampón para el llenado de aceite
  - 5 Vaciado de aceite
  - 6 Vaciado de aceite (tomillo electromagnético)
  - 7 Filtro de aceite (tapón magnético)
  - 8 Retomo de aceite (separador de aceite)
  - 8<sup>\*</sup> Retomo de aceite con NH<sub>3</sub> y de aceite insoluble
  - 9 Sistema de igualación de aceite y gas (funcionamiento en paralelo)
  - 9a Sistema de igualación de gas (funcionamiento en paralelo)
  - 9b Sistema de igualación de aceite (funcionamiento en paralelo)
  - 10 Resistencia de cárter
  - 11 Presión aceite +
  - 12 Conexión de la presión de aceite -
  - 13 Conexión para el agua de enfriamiento
  - 14 Inyección de líquido (funcionamiento sin subenfriamiento de líquido y con válvula de expansión termostática)
  - 15 Inyección de líquido (funcionamiento sin subenfriador de líquido y con válvula de expansión termostática)
  - 16 Entrada de refrigerante en el subenfriador de líquido
  - 17 Entrada del refrigerante en el subenfriador de líquido
  - 18 Salida del refrigerante en el subenfriador de líquido
  - 19 Espacio de la abrazadera
  - 20 Placa de bombas
  - 21 Conexión para mantenimiento de la válvula de aceite
  - 22 Válvula de alivio de presión a la atmósfera (lado descarga)
  - 23 Válvula de alivio de presión a la atmósfera (lado aspiración)
  - 24 IQ MODULE
  - SL Línea de aspiración
  - DL Línea descarga
- Dimensions can show tolerances according to EN ISO 13920-B.

Figura 13.4: Dimensiones y conexiones del compresor 4GE-20Y-40P

## 13.4 IQ MODULE (Bitzer)

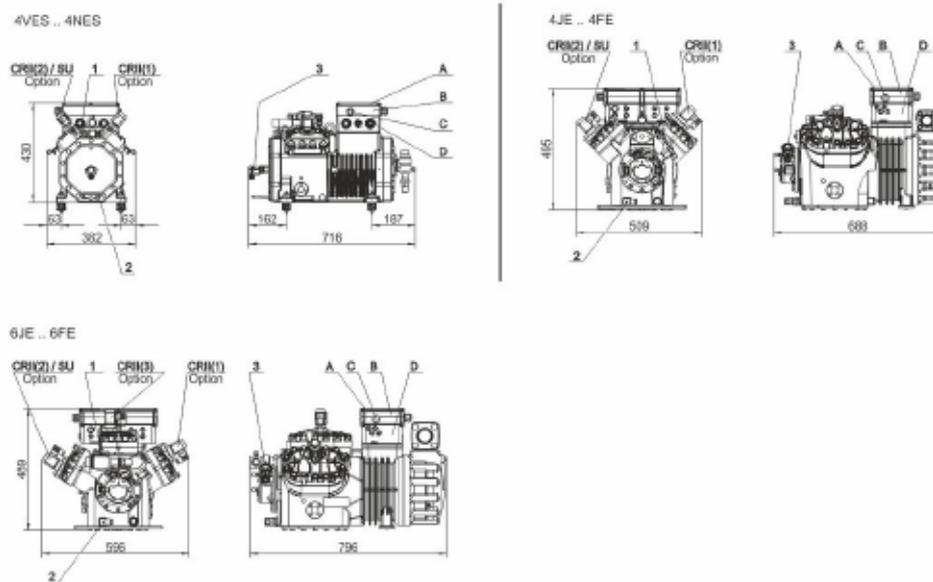
El IQ MODULE de la marca Bitzer es un equipo de monitorización y operación del compresor. Las características del depósito del IQ MODULE de la marca Bitzer se muestran en la figura 13.5.

Cantida/Selección	Grado de ejecución	Funcionalidad
1 CM-RC-01 Paquete básico para 4JE-13 .. 6FE-50	CM-RC-01 montado en la caja de terminales con todos los actuadores y sensores cableados	Data logging of operating conditions, compressor start function (contactors), Modbus communication, Bluetooth
	Sensor de temperatura del motor (PTC)	Protección contra sobrecalentamiento del motor
	Sensor de temperatura de gas de descarga (PT1000)	Protección y grabación de la temperatura de descarga del compresor
	Presostato de aceite (DP-1)	Control y registro de la presión de aceite
	Calefactor de cárter	Control automático de la temperatura del aceite
1 Válvula CRII para 4JE-13 .. 6FE-50	Electroválvula CRII con bobina montada y cableada	Adaptación de capacidad automatizada y cuasi proporcional entre 50 y 100% (entrada 0..10V). 2 x CRII: 33..66..100%. Véase también KT-101
1 Válvula SU para 4JE-13 .. 6FE-50	Electroválvula SU con bobina montada y cableada	Descarga del compresor para reducir la corriente de arranque y el par

Figura 13.5: Elementos del IQ MODULE

### Datos técnicos: CM-RC-01

#### Dimensiones y conexiones



#### Datos técnicos

##### Datos eléctrico

Tensión de funcionamiento	115V-230V +10%/-15%
Fusible requerido	8A @ 115V / 4A @ 230V
Grado de protección del módulo de 4VES-6 .. 6FE-50	IP65
Grado de protección del módulo de 8GE-50 .. 87E-50	IP54
Temperatura ambiente admisible	-30°C / 70°C
Altitud máxima permitida	2000m
Humedad relativa admisible	5%-95%

##### Estándar de entrega

##### Interfaces:

- Modbus RTU
  - Bluetooth
- Reloj en tiempo real

Figura 13.6: Dimensiones y conexiones del IQ MODULE CM-RC-01

Leyenda y posición de las "Dimensiones":

1 Sensor de temperatura de gas de descarga

2 Calefactor de cárter

3 Sensor de nivel de aceite (OLC-D1) / Presostato de aceite (DP-1)

A Tapa caja de bornes

B Carcasa del módulo del compresor

C Visor LED

D Caja de bornes del compresor

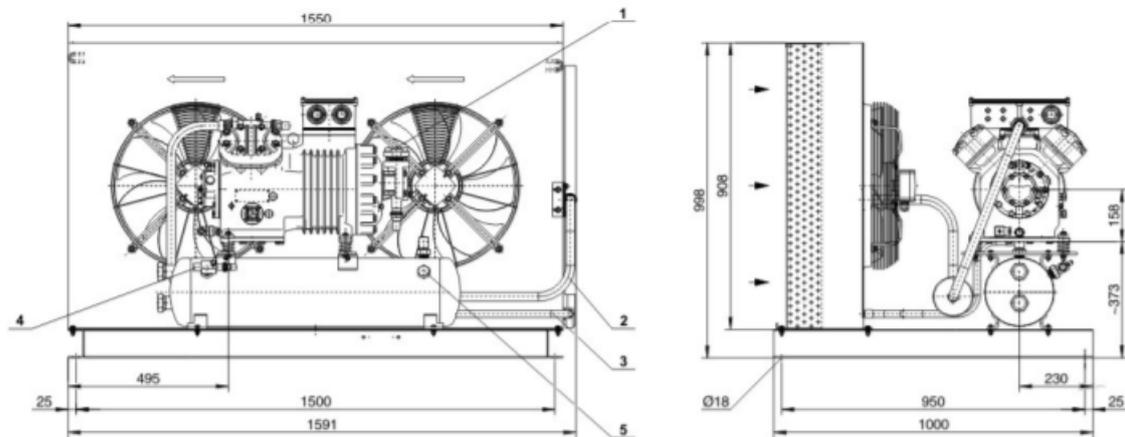
## 13.5 Condensador (Bitzer)

Las características del condensador seleccionado de la marca Bitzer se muestran en la figura 13.7.

<b>Unidad modelo</b>	<b>LH135E/4GE-23Y-40P</b>
Escalones de capacidad	100%
Potencia frigorífica	31,4 kW
Potencia en el evap.	27,5 kW
Potencia absorbida	12,43 kW
Corriente (400V)	20,8 A
Gama de tensiones	380-420V
Caudal másico	745 kg/h
Temp. de condensación	48,9 °C
Subenfriamiento del líquido	3,00 K
Modo de funcionamiento	Estándar

Figura 13.7: Características del condensador LH135E/4GE-23Y-40P

## Dimensiones y conexiones



## Datos técnicos

### Informaciones técnicas

Peso	345 kg
Anchura total	1591 mm
Profundidad total	1000 mm
Altura total	998 mm
Conexión línea aspiración	54 mm - 2 1/8"
Conexión línea líquido	22 mm - 7/8"
Ventilador: Cantidad	2xEC
Tensión (50Hz, más de la solicitada)	230V-1-50Hz (Standard)
Intensidad / potencia consumida de cada ventilador (50Hz)	1,6 A / 315 W
Flujo volumétrico de aire del condensador 50Hz	10400 m <sup>3</sup> /h
Tensión (50Hz, más de la solicitada)	230V-1-60Hz (Standard)
Intensidad / potencia consumida de cada ventilador (60Hz)	2,0 A / 340 W
Flujo volumétrico de aire del condensador 50Hz	10400 m <sup>3</sup> /h
El volumen de la batería	4,9 dm <sup>3</sup>
Recipiente colector (standard)	F302H
Máx. carga refrigerante 90% a 20°C / 68°F	
R22	32,7 kg
R134a	33,1 kg

Figura 13.8: Dimensiones y conexiones del condensador LH135E/4GE-23Y-40P

### Leyenda y posición de las "Dimensiones":

- 1 Entrada gas aspirado
  - 2 Línea descarga
  - 3 Línea condensados
  - 4 Salida del refrigerante
  - 5 Conexión de la válvula de sobrepresión
  - 6 Inyección de líquido (funcionamiento sin subenfriador de líquido y con válvula de expansión termostática)
  - 7 Entrada del refrigerante en el subenfriador de líquido
  - 8 Salida del refrigerante en el subenfriador de líquido
  - 9 Línea de aspiración
  - 10 Visor
  - 11 punto de suspensión de carga
  - 12 Enchufe para prensaestopas atornillado
  - 13 Boquilla de paso (por cable Ø 9-17 mm) (sólo ECOLITE)
- Las dimensiones pueden mostrar tolerancias según EN ISO 13920-B.

## 13.6 Depósito de líquido (Bitzer)

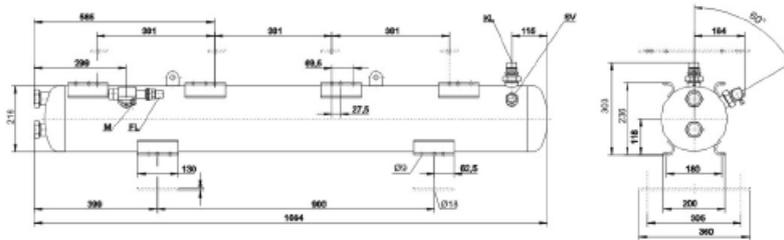
Las características del depósito de líquido seleccionado de la marca Bitzer se muestran en la figura 13.9.

Compresor:	4GE-20Y
recomendado:	F552T
<b>Selección</b>	<b>F552T</b>
Punto de funcionamiento recomendado:	A
Punto de trabajo seleccionado:	A
Volumen del recipiente	54,0 dm <sup>3</sup>
Carga refrigerante máxima	59,8 kg
Capacidad del recipiente	78,2 %
Unidad recipiente	completo montada
carriles de fijación inferiores	327301-06
carriles de fijación superiores	327301-10
plato superior de la fijación	320366-02

Figura 13.9: Características del depósito de líquido F552T

### Datos técnicos: F552T

#### Dimensiones y conexiones



#### Datos técnicos

##### Informaciones técnicas

Peso	45,5 kg
Anchura total	1064 mm
Profundidad total	272 mm
Altura total	303mm
Contenido del recipiente	54,0 l
Máx. carga refrigerante 90% a 20°C / 68°F	
R22	58,8 kg
R134a	59,8 kg

Figura 13.10: Dimensiones y conexiones del depósito de líquido F552T



Parte IV

# Presupuesto



## Capítulo 14

# Presupuesto

---

### 14.1 Introducción

El presupuesto se ha elaborado con el módulo Arquímedes de CYPE 2019 y la base de datos del Generador de Precios de CYPE Ingenieros.

En este presupuesto se encuentran los elementos desglosados por capítulos. No incluye IVA.

## Capítulo nº 3 Acondicionamiento del terreno

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
3.1.- Movimiento de tierras en edificación					
3.1.1.- Desbroce y limpieza					
3.1.1.1	M <sup>2</sup>	Desbroce y limpieza del terreno, con medios mecánicos. Comprende los trabajos necesarios para retirar de las zonas previstas para la edificación o urbanización: pequeñas plantas, maleza, broza, maderas caídas, escombros, basuras o cualquier otro material existente, hasta una profundidad no menor que el espesor de la capa de tierra vegetal, considerando como mínima 25 cm; y carga a camión. Incluye: Replanteo en el terreno. Remoción mecánica de los materiales de desbroce. Retirada y disposición mecánica de los materiales objeto de desbroce. Carga a camión. Criterio de medición de proyecto: Superficie medida en proyección horizontal, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá, en proyección horizontal, la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, sin incluir los incrementos por excesos de excavación no autorizados. Criterio de valoración económica: El precio no incluye la tala de árboles ni el transporte de los materiales retirados.			
<b>Total m<sup>2</sup> :</b>			<b>10.168,000</b>	<b>1,07 €</b>	<b>10.879,76 €</b>
3.1.4.- Excavaciones					
3.1.4.1	M <sup>3</sup>	Excavación a cielo abierto, en suelo de arcilla semidura, con medios mecánicos, y carga a camión. Incluye: Replanteo general y fijación de los puntos y niveles de referencia. Colocación de las camillas en las esquinas y extremos de las alineaciones. Excavación en sucesivas franjas horizontales y extracción de tierras. Refinado de fondos y laterales a mano, con extracción de las tierras. Carga a camión de los materiales excavados. Criterio de medición de proyecto: Volumen medido sobre las secciones teóricas de la excavación, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el volumen teórico ejecutado según especificaciones de Proyecto, sin incluir los incrementos por excesos de excavación no autorizados, ni el relleno necesario para reconstruir la sección teórica por defectos imputables al Contratista. Se medirá la excavación una vez realizada y antes de que sobre ella se efectúe ningún tipo de relleno. Si el Contratista cerrase la excavación antes de conformada la medición, se entenderá que se aviene a lo que unilateralmente determine el director de la ejecución de la obra. Criterio de valoración económica: El precio no incluye el transporte de los materiales excavados.			
<b>Total m<sup>3</sup> :</b>			<b>2.700,000</b>	<b>5,64 €</b>	<b>15.228,00 €</b>
3.4.- Nivelación					
3.4.2.- Soleras					
3.4.2.1	M <sup>2</sup>	Solera de hormigón en masa con fibras de 15 cm de espesor, realizada con hormigón HM-25/B/20/I fabricado en central y vertido desde camión, y fibras de polipropileno, extendido y vibrado manual mediante regla vibrante, sin tratamiento de su superficie con juntas de retracción de 5 mm de espesor, mediante corte con disco de diamante. Incluso panel de poliestireno expandido de 3 cm de espesor, para la ejecución de juntas de dilatación. Incluye: Preparación de la superficie de apoyo del hormigón. Replanteo de las juntas de construcción y de dilatación. Tendido de niveles mediante toques, maestras de hormigón o reglas. Riego de la superficie base. Formación de juntas de construcción y de juntas perimetrales de dilatación. Vertido, extendido y vibrado del hormigón. Curado del hormigón. Replanteo de las juntas de retracción. Corte del hormigón. Limpieza final de las juntas de retracción. Criterio de medición de proyecto: Superficie medida según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, sin deducir la superficie ocupada por los pilares situados dentro de su perímetro. Criterio de valoración económica: El precio no incluye la base de la solera.			
<b>Total m<sup>2</sup> :</b>			<b>2.700,000</b>	<b>18,99 €</b>	<b>51.273,00 €</b>
<b>Parcial nº 3 Acondicionamiento del terreno :</b>					<b>77.380,76 €</b>

## Capítulo nº 4 Cimentaciones

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
4.3.- Regularización					
4.3.1.- Hormigón de limpieza					
4.3.1.1	M <sup>2</sup>	Capa de hormigón de limpieza y nivelado de fondos de cimentación, de 10 cm de espesor, de hormigón HL-150/B/20, fabricado en central y vertido desde camión, en el fondo de la excavación previamente realizada. Incluye: Replanteo. Colocación de toques y/o formación de maestras. Vertido y compactación del hormigón. Coronación y enrase del hormigón. Criterio de medición de proyecto: Superficie medida sobre la superficie teórica de la excavación, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá la superficie teórica ejecutada según especificaciones de Proyecto, sin incluir los incrementos por excesos de excavación no autorizados.			
<b>Total m<sup>2</sup> :</b>			<b>315,000</b>	<b>6,62 €</b>	<b>2.085,30 €</b>
4.6.- Superficiales					
4.6.3.- Zapatas					
4.6.3.1	M <sup>3</sup>	Zapata de cimentación de hormigón armado, realizada con hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central con Distintivo de calidad Oficialmente Reconocido (D.O.R.), y vertido desde camión, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, con una cuantía aproximada de 50 kg/m <sup>3</sup> . Incluso armaduras de espera del pilar, alambre de atar, y separadores. Incluye: Replanteo y trazado de las zapatas y de los pilares u otros elementos estructurales que apoyen en las mismas. Colocación de separadores y fijación de las armaduras. Vertido y compactación del hormigón. Coronación y enrase de cimientos. Curado del hormigón. Criterio de medición de proyecto: Volumen medido sobre las secciones teóricas de la excavación, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el volumen teórico ejecutado según especificaciones de Proyecto, sin incluir los incrementos por excesos de excavación no autorizados. Criterio de valoración económica: El precio incluye la elaboración de la ferralla (corte, doblado y conformado de elementos) en taller industrial y el montaje en el lugar definitivo de su colocación en obra, pero no incluye el encofrado.			
<b>Total m<sup>3</sup> :</b>			<b>252,000</b>	<b>133,10 €</b>	<b>33.541,20 €</b>
4.7.- Arriostramientos					
4.7.1.- Vigas entre zapatas					
4.7.1.1	M <sup>3</sup>	Viga de atado de hormigón armado, realizada con hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central con Distintivo de calidad Oficialmente Reconocido (D.O.R.), y vertido desde camión, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, con una cuantía aproximada de 60 kg/m <sup>3</sup> . Incluso alambre de atar, y separadores. Incluye: Colocación de la armadura con separadores homologados. Vertido y compactación del hormigón. Coronación y enrase. Curado del hormigón. Criterio de medición de proyecto: Volumen medido sobre las secciones teóricas de la excavación, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el volumen teórico ejecutado según especificaciones de Proyecto, sin incluir los incrementos por excesos de excavación no autorizados. Criterio de valoración económica: El precio incluye la elaboración de la ferralla (corte, doblado y conformado de elementos) en taller industrial y el montaje en el lugar definitivo de su colocación en obra, pero no incluye el encofrado.			
<b>Total m<sup>3</sup> :</b>			<b>34,000</b>	<b>142,12 €</b>	<b>4.832,08 €</b>
<b>Parcial nº 4 Cimentaciones :</b>					<b>40.458,58 €</b>

## Capítulo nº 5 Estructuras

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
5.1.- Acero					
5.1.4.- Pilares					
5.1.4.1	Kg	Acero UNE-EN 10025 S275JR, en pilares formados por piezas simples de perfiles laminados en caliente de las series IPN, IPE, HEB, HEA, HEM o UPN, acabado con imprimación antioxidante, colocado con uniones atornilladas en obra, a una altura de más de 3 m.			
		<b>Total kg :</b>	<b>19.290,780</b>	<b>1,64 €</b>	<b>31.636,88 €</b>
5.1.5.- Estructuras para cubiertas					
5.1.5.1	Kg	Acero UNE-EN 10162 S235JRC, en correas metálicas formadas por piezas simples de perfiles conformados en frío de las series omega, L, U, C o Z, acabado galvanizado, fijadas a las cerchas con uniones soldadas en obra.			
		<b>Total kg :</b>	<b>8.454,600</b>	<b>2,48 €</b>	<b>20.967,41 €</b>
5.1.8.- Vigas					
5.1.8.1	Kg	Acero UNE-EN 10025 S275JR, en vigas formadas por piezas simples de perfiles laminados en caliente de las series L, LD, T, redondo, cuadrado, rectangular o pletina, acabado con imprimación antioxidante, con uniones atornilladas en obra, a una altura de hasta 3 m.			
		<b>Total kg :</b>	<b>5.092,570</b>	<b>1,65 €</b>	<b>8.402,74 €</b>
5.1.8.2	Kg	Acero UNE-EN 10210-1 S275J0H, en vigas formadas por piezas simples de perfiles huecos acabados en caliente de las series redondo, cuadrado o rectangular, acabado con imprimación antioxidante, con uniones atornilladas en obra, a una altura de más de 3 m.			
		<b>Total kg :</b>	<b>847,690</b>	<b>1,77 €</b>	<b>1.500,41 €</b>
5.1.8.3	Kg	Acero UNE-EN 10025 S275JR, en vigas formadas por piezas simples de perfiles laminados en caliente de las series IPN, IPE, HEB, HEA, HEM o UPN, acabado con imprimación antioxidante, con uniones atornilladas en obra, a una altura de más de 3 m.			
		<b>Total kg :</b>	<b>47.386,100</b>	<b>1,60 €</b>	<b>75.817,76 €</b>
<b>Parcial nº 5 Estructuras :</b>					<b>138.325,20 €</b>

## Capítulo nº 6 Fachadas y particiones

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
6.9.- Particiones ligeras					
6.9.2.- Paneles para cámaras frigoríficas					
6.9.2.1	M <sup>2</sup>	Partición interior, para cámara frigorífica de productos refrigerados, con temperatura ambiente superior a 0°C, formada por paneles sándwich aislantes machihembrados de acero prelacado de 120 mm de espesor y 1130 mm de anchura, Euroclase B-s2, d0 de reacción al fuego según UNE-EN 13501-1, formados por doble cara metálica de chapa de acero prelacado, acabado con pintura de poliéster para uso alimentario, color blanco, de espesor exterior 0,5 mm y espesor interior 0,5 mm y alma aislante de poliuretano de 40 kg/m <sup>3</sup> de densidad media; fijados a perfil soporte de acero galvanizado con tornillos autorroscantes, previamente fijado al forjado con tornillos de cabeza hexagonal con arandela (4 ud/m <sup>2</sup> ).			
<b>Total m<sup>2</sup> :</b>			<b>550,000</b>	<b>37,31 €</b>	<b>20.520,50 €</b>
6.10.- Fachadas pesadas					
6.10.1.- Paneles prefabricados de hormigón					
6.10.1.1	M <sup>2</sup>	Ceramiento de fachada formado por paneles prefabricados, lisos, de hormigón armado de 16 cm de espesor, 3 m de anchura y 14 m de longitud máxima, con los bordes machihembrados, acabado liso de color blanco a una cara, dispuestos en posición vertical, con inclusión o delimitación de huecos. Incluso colocación en obra de los paneles con ayuda de grúa autopropulsada, apuntalamientos, piezas especiales, elementos metálicos para conexión entre paneles y entre paneles y elementos estructurales, sellado de juntas con silicona neutra sobre cordón de caucho adhesivo y retacado con mortero sin retracción en las juntas horizontales. Totalmente montado. Incluye: Replanteo de los paneles. Colocación del cordón de caucho adhesivo. Posicionado de los paneles en su lugar de colocación. Aplomo y apuntalamiento de los paneles. Soldadura de los elementos metálicos de conexión. Sellado de juntas y retacado final con mortero de retracción controlada. Criterio de medición de proyecto: Superficie medida según documentación gráfica de Proyecto, sin duplicar esquinas ni encuentros, deduciendo los huecos de superficie mayor de 3 m <sup>2</sup> . Criterio de medición de obra: Se medirá la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, sin duplicar esquinas ni encuentros, deduciendo los huecos de superficie mayor de 3 m <sup>2</sup> .			
<b>Total m<sup>2</sup> :</b>			<b>1.912,000</b>	<b>100,86 €</b>	<b>192.844,32 €</b>
<b>Parcial nº 6 Fachadas y particiones :</b>					<b>213.364,82 €</b>

## Capítulo nº 7 Carpintería, cerrajería, vidrios y protecciones solares

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
7.11.- Puertas de uso industrial					
7.11.2.- De paneles sándwich aislantes metálicos					
7.11.2.1	Ud	<p>Puerta seccional industrial, de 4x4 m, formada por panel sándwich, de 45 mm de espesor, de doble chapa de acero zincado con núcleo aislante de espuma de poliuretano, acabado lacado de color RAL 9016 en la cara exterior y de color RAL 9002 en la cara interior, con mirilla central de 610x180 mm, formada por marco de material sintético y acristalamiento de polimetilmetacrilato (PMMA), juntas entre paneles y perimetrales de estanqueidad, guías laterales de acero galvanizado, herrajes de colgar, equipo de motorización, muelles de torsión, cables de suspensión, cuadro de maniobra con pulsador de control de apertura y cierre de la puerta y pulsador de parada de emergencia, sistema antipinzamiento para evitar el atrapamiento de las manos, en ambas caras y sistemas de seguridad en caso de rotura de muelle y de rotura de cable. Incluso limpieza previa del soporte, material de conexionado eléctrico y ajuste y fijación en obra. Totalmente montada, conexionada y puesta en marcha por la empresa instaladora para la comprobación de su correcto funcionamiento.</p> <p>Incluye: Limpieza y preparación de la superficie soporte. Replanteo. Montaje de la puerta. Instalación de los mecanismos. Conexionado eléctrico. Ajuste y fijación de la puerta. Puesta en marcha.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>			
<b>Total Ud :</b>			<b>2,000</b>	<b>3.952,06 €</b>	<b>7.904,12 €</b>

Parcial nº 7 Carpintería, cerrajería, vidrios y protecciones solares : **7.904,12 €**

## Capítulo nº 10 Aislamientos e impermeabilizaciones

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
10.1.- Aislamientos térmicos					
10.1.21.- Cámaras frigoríficas					
10.1.21.1	M <sup>2</sup>	Aislamiento térmico de suelo de cámara frigorífica, formado por panel rígido de poliestireno extruido, de superficie lisa y mecanizado lateral a media madera, de 60 mm de espesor, resistencia a compresión $\geq$ 500 kPa, resistencia térmica 1,8 m <sup>2</sup> K/W, conductividad térmica 0,034 W/(mK), colocado a tope en la base de la solera, simplemente apoyado, previa colocación de barrera de vapor de film de polietileno de baja densidad (LDPE), de 0,1 mm de espesor y 100 g/m <sup>2</sup> de masa superficial, cubierto con film de polietileno de 0,2 mm de espesor, preparado para recibir una solera de hormigón. Incluso cinta autoadhesiva para sellado de juntas.			
<b>Total m<sup>2</sup> :</b>			<b>600,000</b>	<b>14,32 €</b>	<b>8.592,00 €</b>

Parcial nº 10 Aislamientos e impermeabilizaciones : **8.592,00 €**

## Capítulo nº 11 Cubiertas

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
11.3.- Componentes de cubiertas inclinadas					
11.3.7.- Metálicas					
11.3.7.1	M <sup>2</sup>	<p>Cobertura de paneles sándwich aislantes de acero, con la superficie exterior grecada y la superficie interior lisa, de 30 mm de espesor y 1150 mm de anchura, formados por doble cara metálica de chapa estándar de acero, acabado prelacado, de espesor exterior 0,5 mm y espesor interior 0,5 mm y alma aislante de lana de roca de densidad media 145 kg/m<sup>3</sup>, y accesorios, colocados con un solape del panel superior de 200 mm y fijados mecánicamente sobre entramado ligero metálico, en cubierta inclinada, con una pendiente mayor del 10%. Incluso accesorios de fijación de los paneles sándwich, cinta flexible de butilo, adhesiva por ambas caras, para el sellado de estanqueidad de los solapes entre paneles sándwich y pintura antioxidante de secado rápido, para la protección de los solapes entre paneles sándwich.</p> <p>Incluye: Limpieza de la superficie soporte. Replanteo de los paneles por faldón. Corte, preparación y colocación de los paneles. Fijación mecánica de los paneles. Sellado de juntas. Aplicación de una mano de pintura antioxidante en los solapes entre paneles.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Superficie medida en verdadera magnitud, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá, en verdadera magnitud, la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.</p> <p>Criterio de valoración económica: El precio no incluye la superficie soporte ni los puntos singulares y las piezas especiales de la cobertura.</p>			
<b>Total m<sup>2</sup> :</b>			<b>2.592,000</b>	<b>53,76 €</b>	<b>139.345,92 €</b>
11.3.7.2	Ud	<p>Placa translúcida plana de policarbonato celular, de 3000 mm de longitud, 1000 mm de anchura y 30 mm de espesor, con una transmisión de luminosidad del 52%, para cubierta inclinada, con una pendiente mayor del 10%. Incluso accesorios de fijación a los paneles sándwich.</p> <p>Incluye: Replanteo y colocación de las piezas especiales sobre los paneles sándwich. Fijación de las piezas a los paneles sándwich.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>			
<b>Total Ud :</b>			<b>36,000</b>	<b>161,70 €</b>	<b>5.821,20 €</b>
<b>Parcial nº 11 Cubiertas :</b>					<b>145.167,12 €</b>

## Capítulo nº 12 Revestimientos y trasdosados

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
12.9.- Pinturas para uso específico					
12.9.4.- Industrias con solicitudes químicas					
12.9.4.1	M <sup>2</sup>	Aplicación manual de dos manos de pintura epoxi color gris, acabado brillante, textura lisa, (rendimiento: 0,4 kg/m <sup>2</sup> cada mano); sobre paramento interior de hormigón, en industria con solicitudes químicas.			
<b>Total m<sup>2</sup> :</b>			<b>600,000</b>	<b>14,88 €</b>	<b>8.928,00 €</b>
12.17.- Falsos techos					
12.17.9.- Continuos, para cámaras frigoríficas					
12.17.9.1	M <sup>2</sup>	Falso techo continuo suspendido, para cámara frigorífica de productos refrigerados con temperatura ambiente superior a 0°C, situado a una altura mayor o igual a 4 m, formado por paneles sándwich aislantes machihembrados de acero prelacado de 120 mm de espesor y 1130 mm de anchura, Euroclase B-s2, d0 de reacción al fuego según UNE-EN 13501-1, formados por doble cara metálica de chapa de acero prelacado, acabado con pintura de poliéster para uso alimentario, color blanco, de espesor exterior 0,5 mm y espesor interior 0,5 mm y alma aislante de poliuretano de 40 kg/m <sup>3</sup> de densidad media, con perfilera vista.			
<b>Total m<sup>2</sup> :</b>			<b>600,000</b>	<b>115,60 €</b>	<b>69.360,00 €</b>
<b>Parcial nº 12 Revestimientos y trasdosados :</b>					<b>78.288,00 €</b>

## Capítulo nº 14 Urbanización interior de la parcela

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
14.2.- Aparcamientos					
14.2.1.- Cubiertas metálicas					
14.2.1.1	M <sup>2</sup>	<p>Suministro y montaje de estructura para cobertura de plazas de aparcamiento situadas al aire libre, compuesta de: CIMENTACIÓN: formada por zapatas y correas de hormigón armado sobre capa de hormigón de limpieza, realizadas con hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central, y vertido desde camión, y acero UNE-EN 10080 B 500 S; PÓRTICOS: formados por pilares, vigas y correas de acero UNE-EN 10025 S275JR, en perfiles laminados en caliente, mediante uniones soldadas, con imprimación anticorrosiva realizada en taller; CUBIERTA: formada con chapa perfilada de acero galvanizado de 0,6 mm de espesor, fijada a correa estructural. Incluso p/p de excavación, placas de anclaje a cimentación, curado del hormigón, solapes, accesorios de fijación, remates laterales, juntas de estanqueidad, encuentros y piezas especiales de remate. Trabajado y montado en taller y colocado en obra.</p> <p>Incluye: Excavación de tierras. Formación de la capa de hormigón de limpieza. Colocación de la armadura de la cimentación. Vertido y compactación del hormigón. Colocación y nivelación de las placas de anclaje. Curado del hormigón. Replanteo y marcado de ejes de pilares. Ejecución de la estructura metálica de los pórticos. Aplomado. Fijación de la chapa de cubierta a los pórticos. Ejecución de encuentros especiales y remates.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Superficie medida en verdadera magnitud, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá, en verdadera magnitud, la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.</p>			
<b>Total m<sup>2</sup> :</b>			<b>300,000</b>	<b>57,82 €</b>	<b>17.346,00 €</b>

## 14.10.- Cerramientos exteriores

## 14.10.5.- Verjas modulares

14.10.5.1	M	<p>Verja modular de acero laminado en caliente, de 3,00x0,75 m, acabado en color gris acero, con textura férrea, formada por malla, cierre mediante estribo, bastidor simple y sistema de anclaje lateral con taladro directo en el marco para atornillar a pilastras de obra. Protección del conjunto mediante galvanizado en caliente de gran resistencia antioxidante; tratamiento de desengrase y fosfatado; lacado al horno con poliéster ferrotextrado color gris acero. Máxima adherencia del revestimiento exterior. Totalmente montado en obra. Incluso p/p de todos los elementos necesarios para su colocación (tornillería, accesorios, etc.).</p> <p>Incluye: Replanteo de alineaciones y niveles. Marcado y situación de los puntos de anclaje. Preparación de los puntos de anclaje. Presentación de los tramos de verja. Aplomado y nivelación de los tramos. Fijación de los tramos mediante el anclaje de sus elementos.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Longitud medida a ejes, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá, a ejes, la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.</p>			
<b>Total m :</b>			<b>191,000</b>	<b>152,68 €</b>	<b>29.161,88 €</b>

## 14.10.6.- Muros

14.10.6.1	M	<p>Formación de vallado de parcela con muro de 0.8 m de altura, con pilastras intermedias, de 10 cm de espesor de fábrica, de bloque CV de hormigón, liso hidrófugo, color gris, 40x20x10 cm, resistencia normalizada R10 (10 N/mm<sup>2</sup>), con juntas horizontales y verticales de 10 mm de espesor, junta rehundida, recibida con mortero de cemento industrial, color gris, M-5, suministrado a granel. Incluso limpieza y preparación de la superficie de apoyo, formación de juntas, ejecución de encuentros, pilastras de arriostramiento y piezas especiales. Sin incluir revestimientos.</p> <p>Incluye: Limpieza y preparación de la superficie de apoyo. Replanteo. Asiento de la primera hilada sobre capa de mortero. Colocación y aplomado de miras de referencia. Tendido de hilos entre miras. Colocación de las piezas por hiladas a nivel.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto, deduciendo la longitud de los huecos de puertas y cancelas.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, deduciendo la longitud de los huecos de puertas y cancelas.</p>			
<b>Total m :</b>			<b>191,000</b>	<b>44,41 €</b>	<b>8.482,31 €</b>

## 14.11.- Pavimentos exteriores

## 14.11.1.- Explanadas, caminos y senderos

14.11.1.1	M <sup>2</sup>	<p>Capa de 8 cm de espesor de mezcla bituminosa continua en caliente AC22 bin D, para capa intermedia, de composición densa, con árido granítico de 22 mm de tamaño máximo y betún asfáltico de penetración.</p>			
-----------	----------------	--	--	--	--

Capítulo nº 14 Urbanización interior de la parcela

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe	
			<b>Total m² :</b>	<b>7.468,000</b>	<b>10,77 €</b>	<b>80.430,36 €</b>

Parcial nº 14 Urbanización interior de la parcela : **135.420,55 €**

## Presupuesto de ejecución material

<b>3 Acondicionamiento del terreno</b>	<b>77.380,76 €</b>
3.1.- Movimiento de tierras en edificación	26.107,76 €
3.1.1.- Desbroce y limpieza	10.879,76 €
3.1.4.- Excavaciones	15.228,00 €
3.4.- Nivelación	51.273,00 €
3.4.2.- Soleras	51.273,00 €
<b>4 Cimentaciones</b>	<b>40.458,58 €</b>
4.3.- Regularización	2.085,30 €
4.3.1.- Hormigón de limpieza	2.085,30 €
4.6.- Superficiales	33.541,20 €
4.6.3.- Zapatas	33.541,20 €
4.7.- Arriostramientos	4.832,08 €
4.7.1.- Vigas entre zapatas	4.832,08 €
<b>5 Estructuras</b>	<b>138.325,20 €</b>
5.1.- Acero	138.325,20 €
5.1.4.- Pilares	31.636,88 €
5.1.5.- Estructuras para cubiertas	20.967,41 €
5.1.8.- Vigas	85.720,91 €
<b>6 Fachadas y particiones</b>	<b>213.364,82 €</b>
6.9.- Particiones ligeras	20.520,50 €
6.9.2.- Paneles para cámaras frigoríficas	20.520,50 €
6.10.- Fachadas pesadas	192.844,32 €
6.10.1.- Paneles prefabricados de hormigón	192.844,32 €
<b>7 Carpintería, cerrajería, vidrios y protecciones solares</b>	<b>7.904,12 €</b>
7.11.- Puertas de uso industrial	7.904,12 €
7.11.2.- De paneles sándwich aislantes metálicos	7.904,12 €
<b>10 Aislamientos e impermeabilizaciones</b>	<b>8.592,00 €</b>
10.1.- Aislamientos térmicos	8.592,00 €
10.1.21.- Cámaras frigoríficas	8.592,00 €
<b>11 Cubiertas</b>	<b>145.167,12 €</b>
11.3.- Componentes de cubiertas inclinadas	145.167,12 €
11.3.7.- Metálicas	145.167,12 €
<b>12 Revestimientos y trasdosados</b>	<b>78.288,00 €</b>
12.9.- Pinturas para uso específico	8.928,00 €
12.9.4.- Industrias con solicitudes químicas	8.928,00 €
12.17.- Falsos techos	69.360,00 €
12.17.9.- Continuos, para cámaras frigoríficas	69.360,00 €
<b>14 Urbanización interior de la parcela</b>	<b>135.420,55 €</b>
14.2.- Aparcamientos	17.346,00 €
14.2.1.- Cubiertas metálicas	17.346,00 €
14.10.- Cerramientos exteriores	37.644,19 €
14.10.5.- Verjas modulares	29.161,88 €
14.10.6.- Muros	8.482,31 €
14.11.- Pavimentos exteriores	80.430,36 €
14.11.1.- Explanadas, caminos y senderos	80.430,36 €

Total .....: 844.901,15 €

Asciende el presupuesto de ejecución material a la expresada cantidad de OCHOCIENTOS CUARENTA Y CUATRO MIL NOVECIENTOS UN EUROS CON QUINCE CÉNTIMOS.

Cabezo de Torres, 2019  
Ingeniera industrial con especialidad en química

Raquel Sabater Cánovas



# Bibliografía

- [1] Bitzer. *Documentación de productos*. 2019. URL: <https://www.bitzer.de/es/es/documentation/>.
- [2] Sede Electrónica del Catastro. *Datos catastrales de la parcela*. 2019. URL: <https://www1.sedecatastro.gob.es/Cartografia/mapa.aspx?buscar=S>.
- [3] Parlamento Europeo. *REGLAMENTO (UE) No 517/2014 DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 16 de abril de 2014 sobre los gases fluorados de efecto invernadero y por el que se deroga el Reglamento (CE) nº842/2006*. 2014. URL: <https://www.boe.es/doue/2014/150/L00195-00230.pdf>.
- [4] Presidencia del Gobierno. «Real Decreto 168/1985, de 6 de febrero, por el que se aprueba la Reglamentación Técnico-Sanitaria sobre «Condiciones Generales de Almacenamiento Frigorífico de Alimentos y Productos Alimentarios»». En: (1985).
- [5] Intarcon. *Catálogo comercial de Intarcon 2019*. 2019. URL: <https://www.intarcon.com/pdfs/ES/Catalogo-Comercial-Intarcon-2019.pdf>.
- [6] Abelló Linde. *Hoja de producto del R-134a*. 2018. URL: [https://www.abellolinde.es/es/images/R-134a\\_tcm316-85645.pdf](https://www.abellolinde.es/es/images/R-134a_tcm316-85645.pdf).
- [7] Centro Regional de Estadística de Murcia. *Comercio exterior con los países de la Unión Europea. Serie anual de principales indicadores*. 2018. URL: [http://econet.carm.es/inicio/-/crem/sicrem/PU\\_datosBasicos/sec78.html](http://econet.carm.es/inicio/-/crem/sicrem/PU_datosBasicos/sec78.html).
- [8] Comunidad Autónoma de la Región de Murcia (CARM). «Decreto n.º 102/2006, de 8 de junio, por el que se aprueban las «Directrices y Plan de Ordenación Territorial del Suelo Industrial de la Región de Murcia»». En: (2006).
- [9] Comunidad Autónoma de la Región de Murcia (CARM). «Directrices y Plan de Ordenación Territorial del Suelo Industrial de la Región de Murcia: Anexo 1: Infraestructuras territoriales». En: (2001).
- [10] Comunidad Autónoma de la Región de Murcia (CARM). «Normas urbanísticas del Plan General de Murcia». En: (2012).
- [11] Sergio Pena. *Actuaciones previas en la construcción*. 2015. URL: <https://enriquealario.com/actuaciones-previas-en-la-construccion/>.
- [12] CYPE Ingenieros S.A. *Generador de precios*. URL: <http://www.generadordeprecios.info/>.

- [13] Hormann S.A. *Puerta cancela corredera*. 2018. URL: <https://www.hormann.es/industria-comercio-sector-publico/puertas-industriales/cancelas-correderas/>.
- [14] Mecalux S.A. *Sistema de estanterías de palets convencional*. 2019. URL: <https://www.mecalux.es/estanterias-metalicas-industriales/estanterias-palets/estanterias-palets-convencionales#Conventional-pallet-racking-what-is-it-tab>.
- [15] Fomento de actividades medioambientales y urbanísticas. *ZG-SG-CT6 Plan Parcial Industrial en Cabezo de Torres (frente Gran Murcia)*. 2006. URL: <http://urbanismo.murcia.es/infourb/desarrollo>.
- [16] Ministerio de Vivienda. «Código Técnico de la Edificación: Documento Básico HS Salubridad». En: (2006).

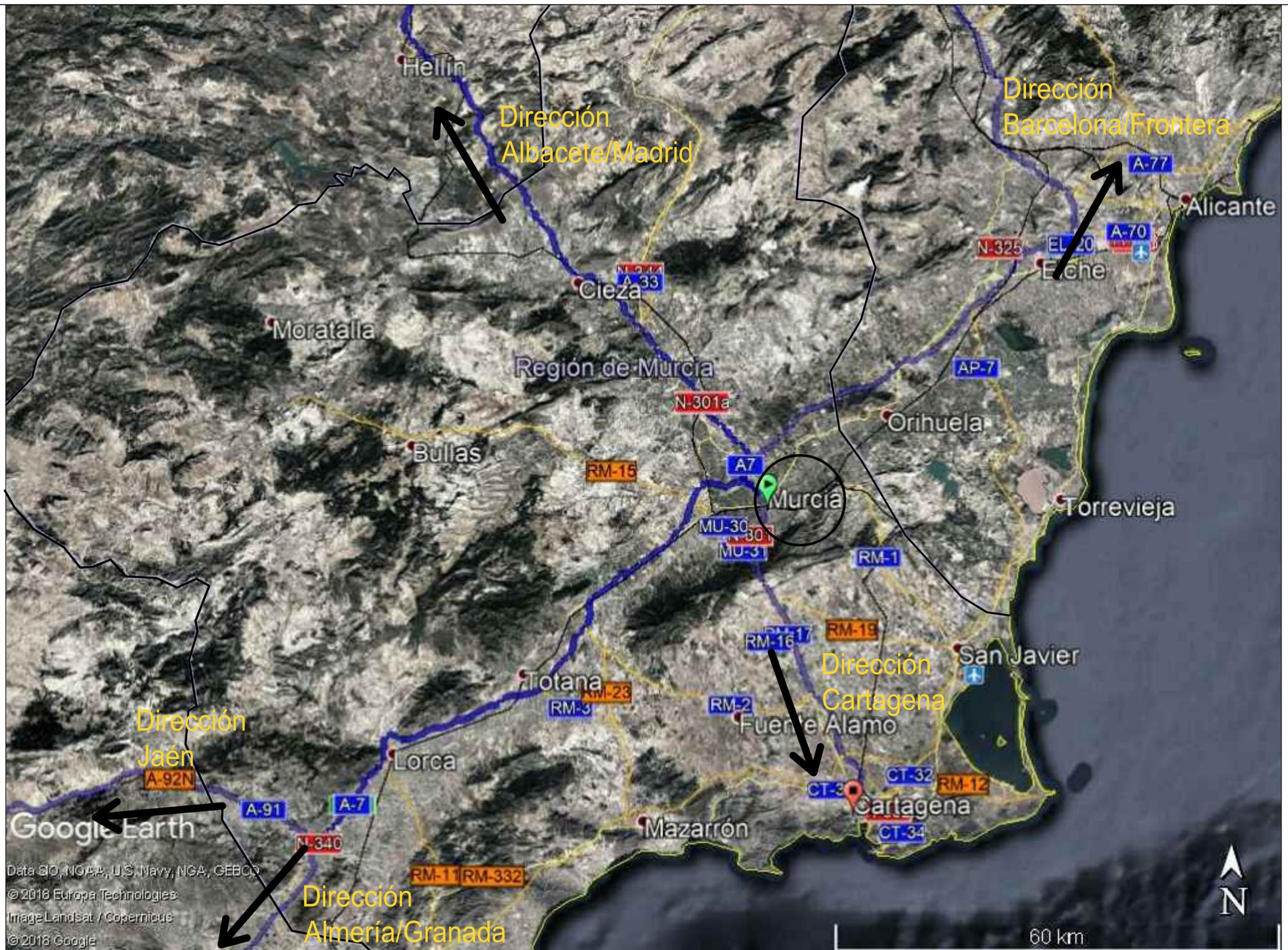
**Parte V**

**Planos**



## Índice de planos

1. Plano 1: Plano a nivel regional
2. Plano 2: Plano a nivel municipal
3. Plano 3: Reparcelación
4. Plano 4: Distribución de la parcela
5. Plano 5: Distribución en planta de la nave
6. Plano 6: Replanteo
7. Plano 7: Plano de la cimentación
8. Plano 8.1: Zapatas (1)
9. Plano 8.2: Zapatas (2)
10. Plano 9: Vigas de atado
11. Plano 10: Placas de anclaje
12. Plano 11: Uniones
13. Plano 12: Pórtico de fachada y pórtico interior
14. Plano 13: Estructura lateral
15. Plano 14: Estructura de cubierta
16. Plano 15: Cerramiento de las fachadas frontales
17. Plano 16: Cerramiento de fachada lateral
18. Plano 17: Cerramiento de cubierta
19. Plano 18: Plano de la cámara frigorífica



TRABAJO FIN DE MÁSTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

Proyecto: Proyecto de urbanización de parcela de 55019m2, construcción de nave e instalación frigorífica de 2700m2 para la venta al por mayor de productos alimentarios sita en el término municipal de Cabezo de Torres

Plano: Plano a nivel regional  
 Autor: Raquel Sabater Cánovas

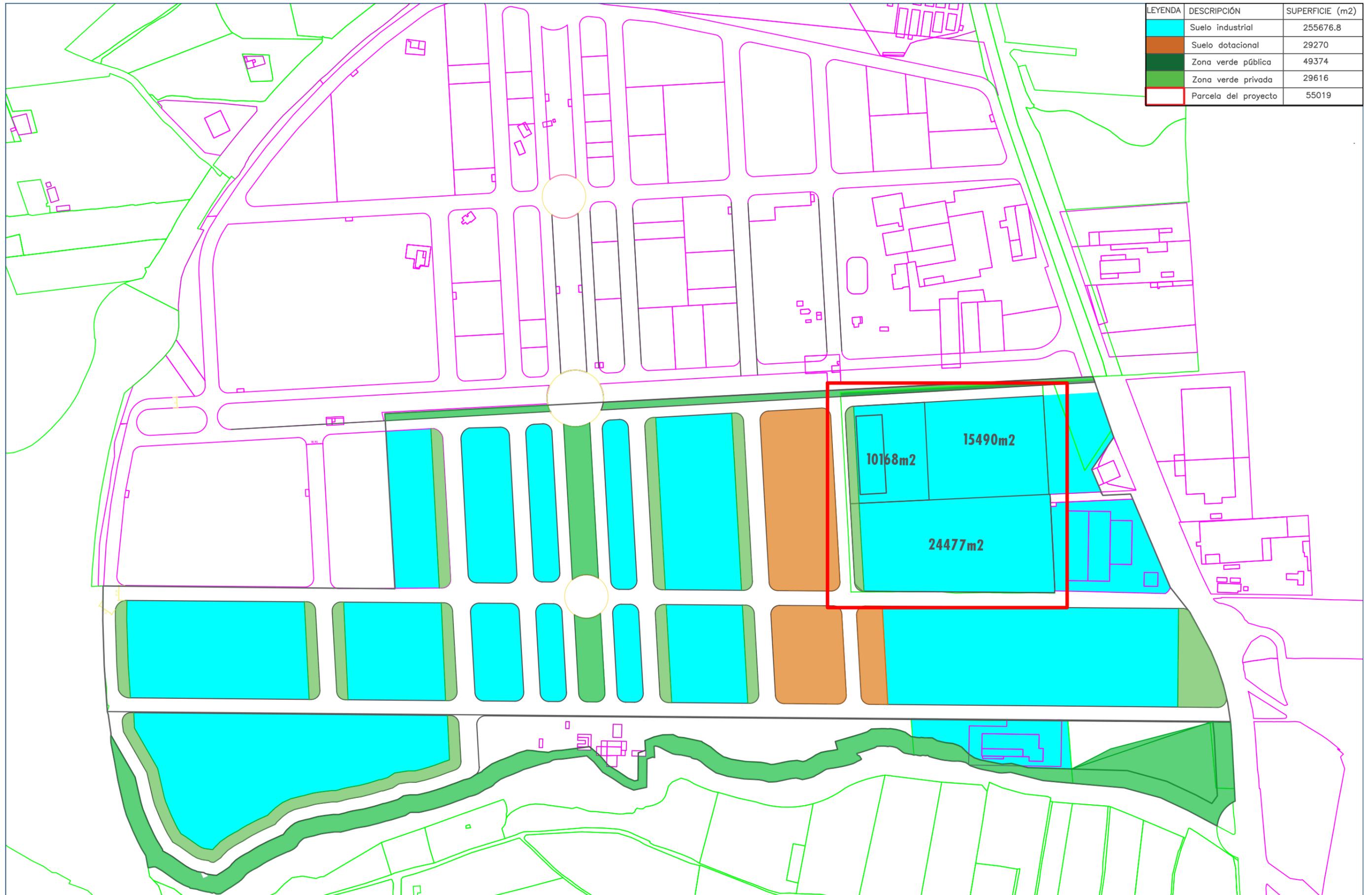
Fecha: Septiembre 2019  
 Escala: 1:500000

Nº Plano: 1





LEYENDA	
JERARQUÍA VIARIA	
<span style="background-color: yellow; border: 1px solid black; width: 15px; height: 10px; display: inline-block;"></span>	Carretera nacional (V1)
<span style="background-color: orange; border: 1px solid black; width: 15px; height: 10px; display: inline-block;"></span>	Carretera municipal (V2)
ACTIVIDADES ECONÓMICAS	
<span style="background-color: blue; border: 1px solid black; width: 15px; height: 10px; display: inline-block;"></span>	Industria
<span style="background-color: purple; border: 1px solid black; width: 15px; height: 10px; display: inline-block;"></span>	Actividades terciarias
ZONAS DESTACADAS	
<span style="background-color: red; border: 1px solid black; width: 15px; height: 10px; display: inline-block;"></span>	Poblaciones con mayor afectación
<span style="background-color: lightblue; border: 1px solid black; width: 15px; height: 10px; display: inline-block;"></span>	Polígono planificado
<span style="background-color: lightgreen; border: 1px solid black; width: 15px; height: 10px; display: inline-block;"></span>	Polígono a desarrollar
<span style="background-color: green; border: 1px solid black; width: 15px; height: 10px; display: inline-block;"></span>	Parcela de estudio



LEYENDA	DESCRIPCIÓN	SUPERFICIE (m2)
<span style="color: cyan;">■</span>	Suelo industrial	255676.8
<span style="color: brown;">■</span>	Suelo dotacional	29270
<span style="color: darkgreen;">■</span>	Zona verde pública	49374
<span style="color: lightgreen;">■</span>	Zona verde privada	29616
<span style="color: red; border: 1px solid red;">■</span>	Parcela del proyecto	55019

TRABAJO FIN DE MÁSTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

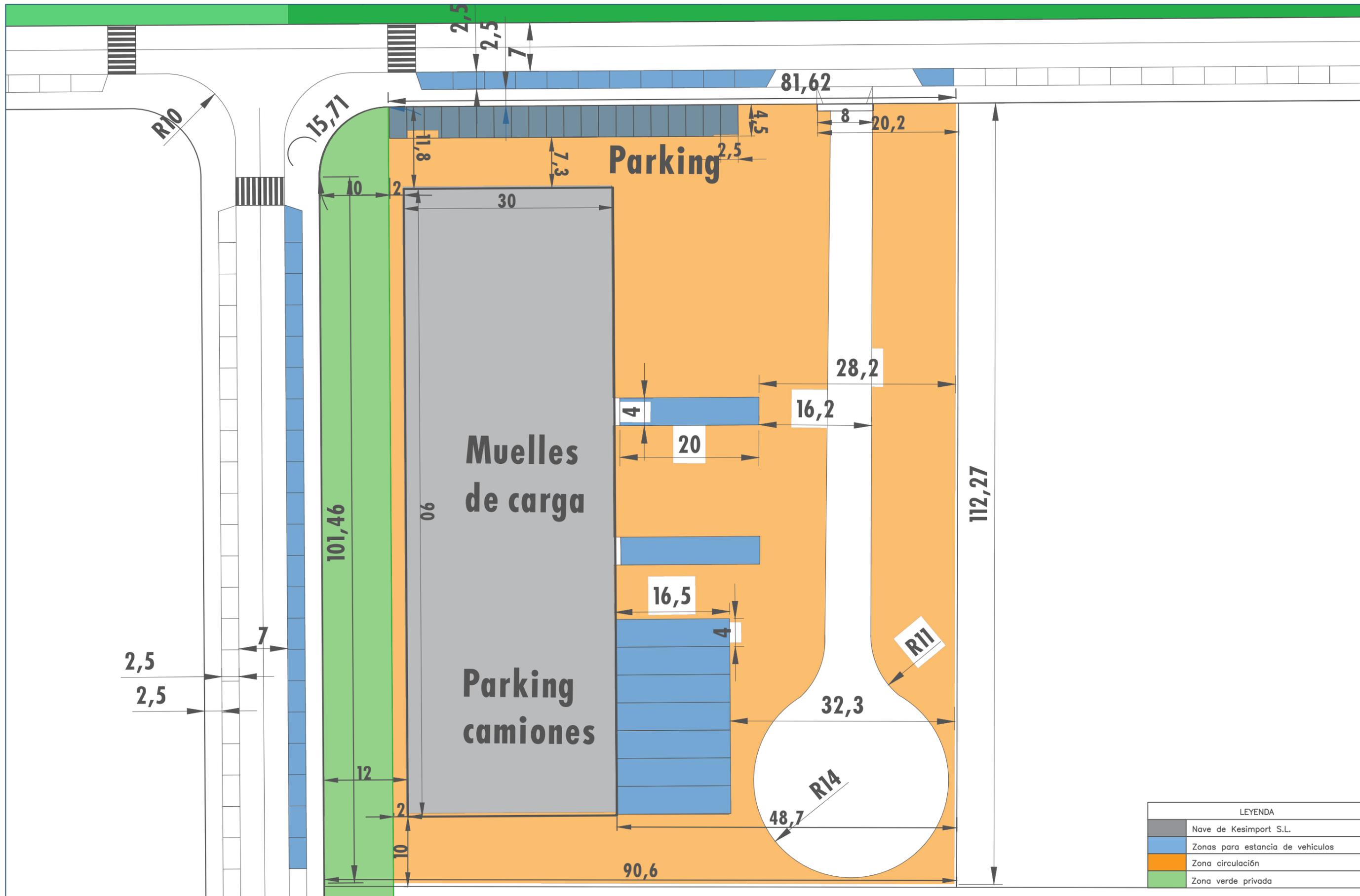


Proyecto: **Proyecto de urbanización de parcela de 55019m2, construcción de nave e instalación frigorífica de 2700m2 para la venta al por mayor de productos alimentarios sita en el término municipal de Cabezo de Torres**

Plano: **Reparcelación**  
 Autor: **Raquel Sabater Cánovas**

Fecha: **Septiembre 2019**  
 Escala: **1:4000**

Nº Plano: **3**



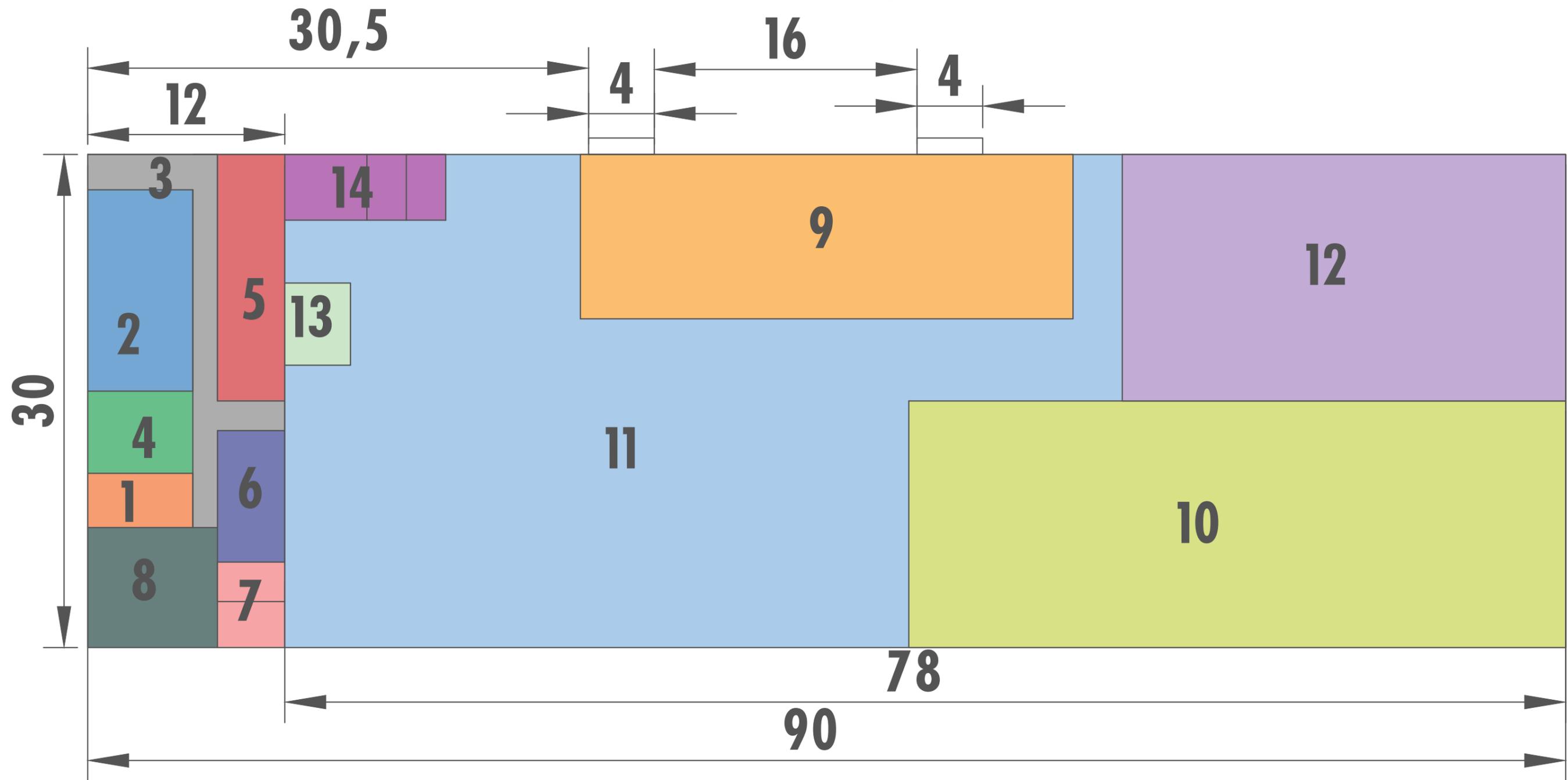
LEYENDA	
	Nave de Kesimport S.L.
	Zonas para estancia de vehiculos
	Zona circulación
	Zona verde privada

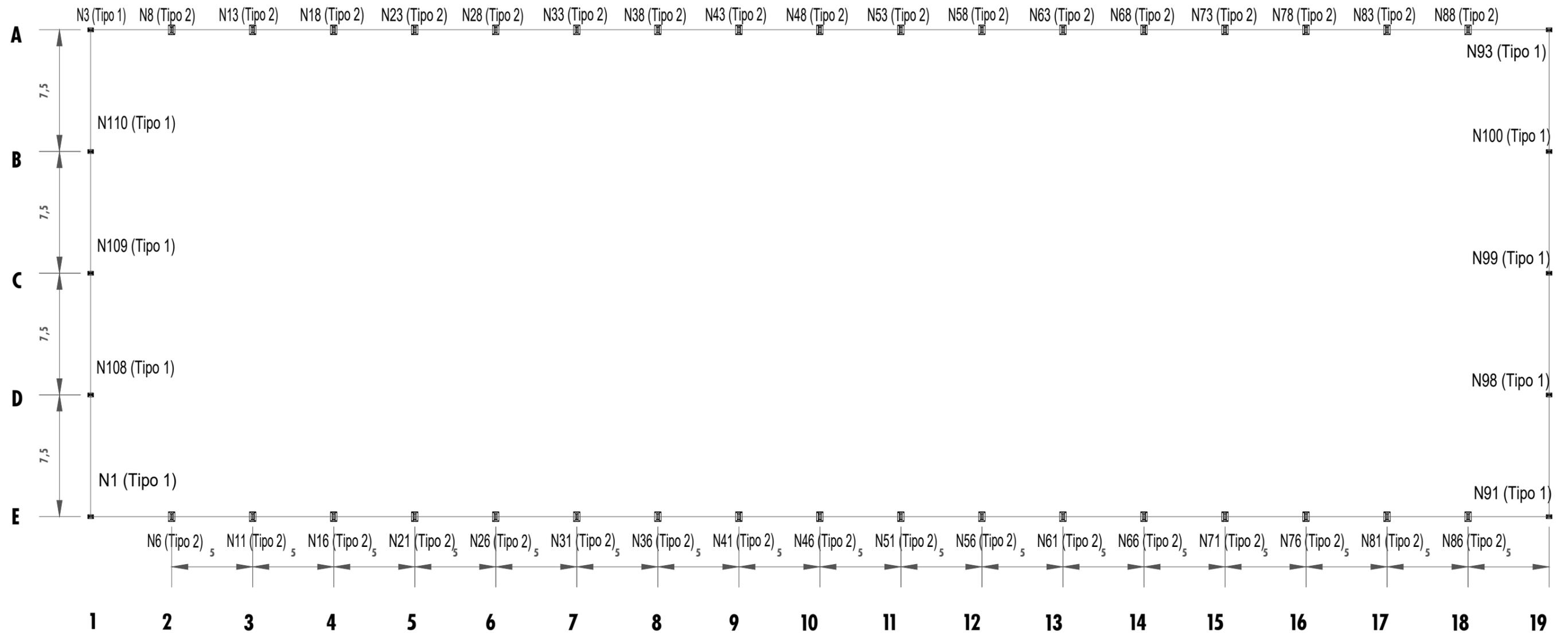
1. Recepción  
2. Contabilidad  
3. Pasillo auxiliar  
4. Despacho

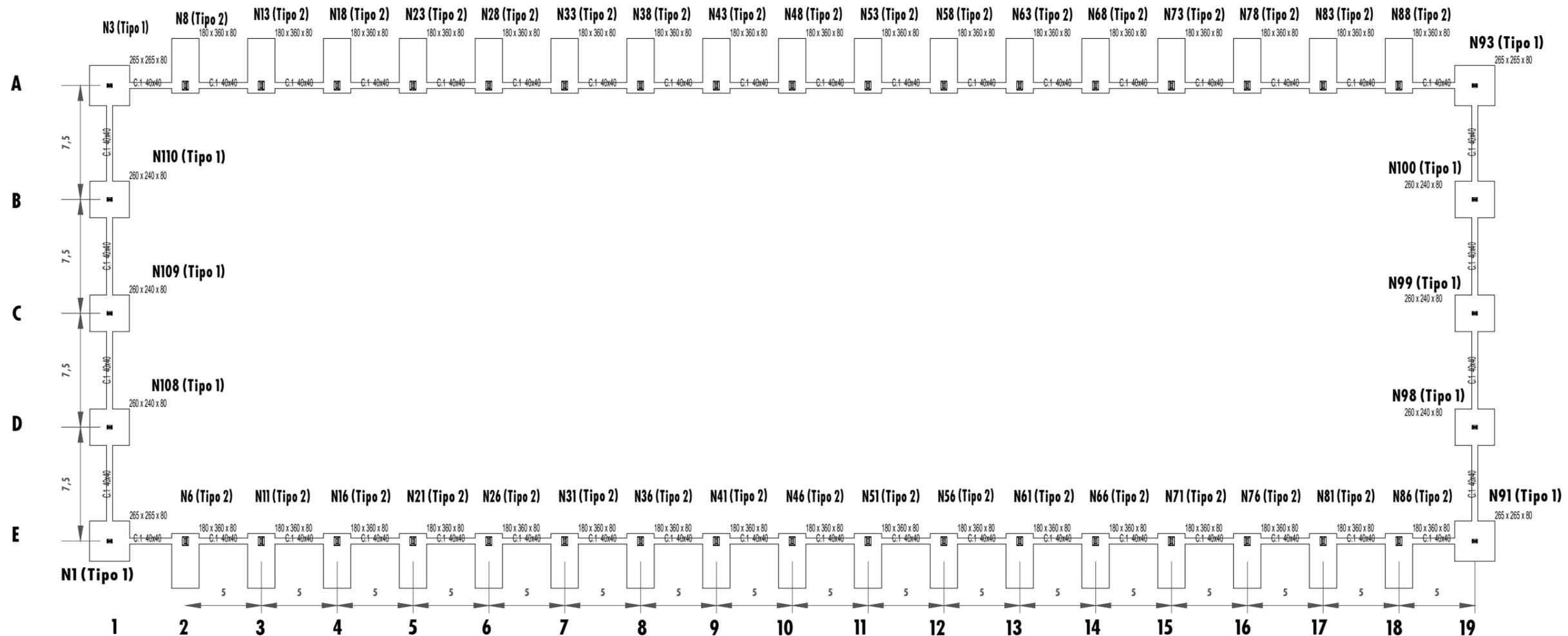
5. Archivo  
6. Sala de reuniones  
7. Baños oficina  
8. Espera y exposición

9. Preparación pedidos  
10. Cámara  
11. Almacén no refrigerado  
12. Corte y envasado

13. Zona descanso  
14. Baños/vestuarios



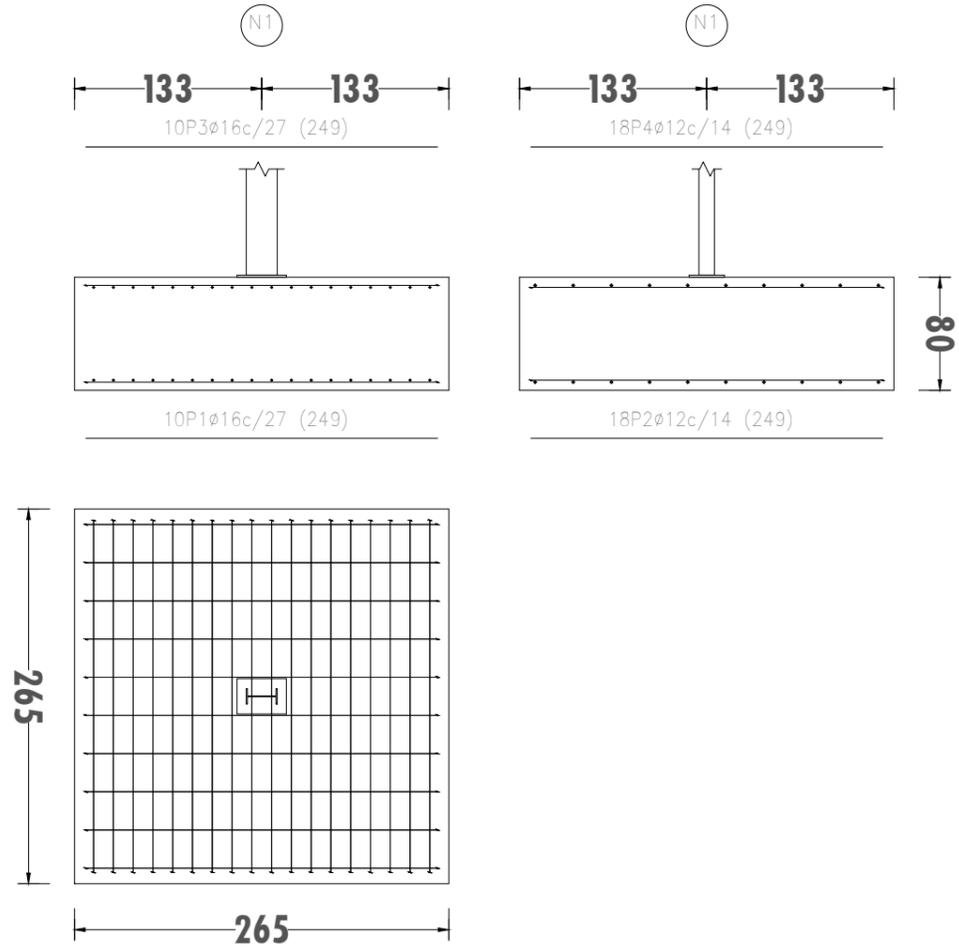




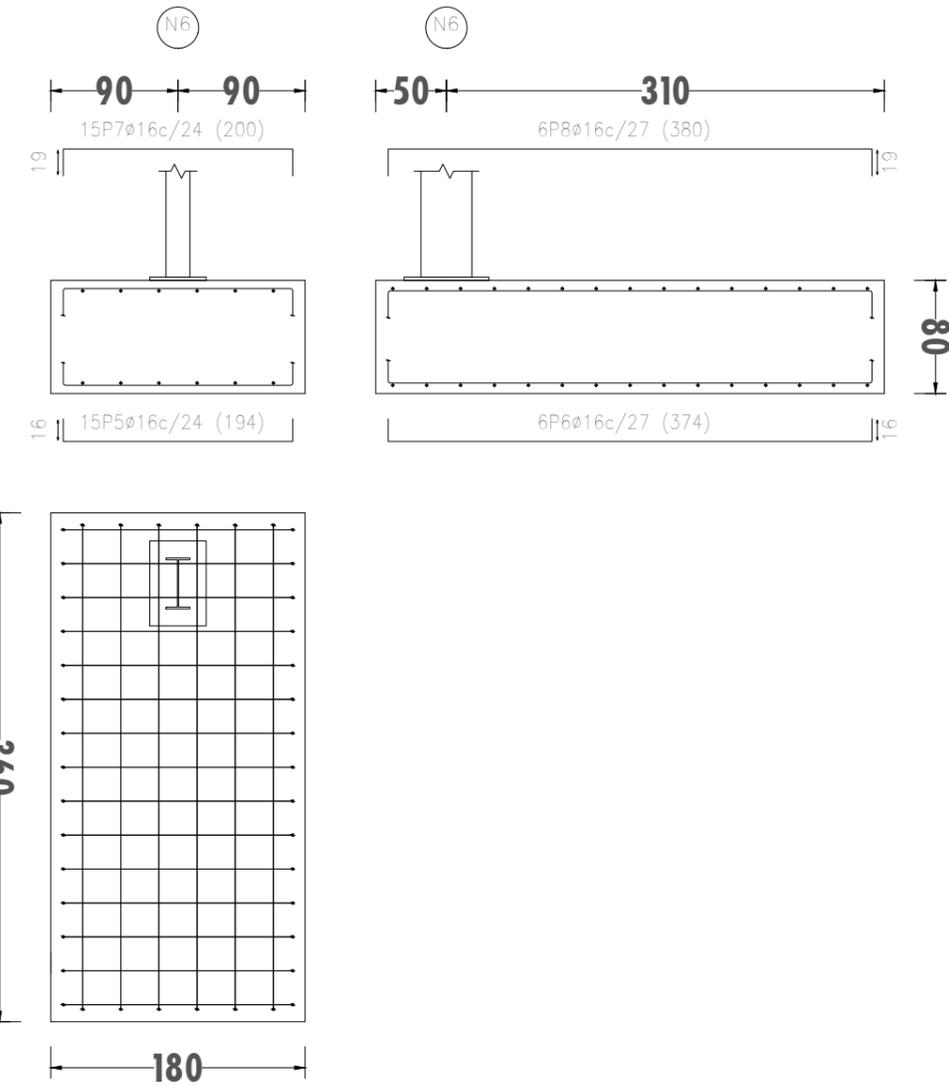
CUADRO DE ELEMENTOS DE CIMENTACIÓN

Referencias	Dimensiones (cm)	Canto (cm)	Armado inf. X	Armado inf. Y	Armado sup. X	Armado sup. Y
N1, N3, N91 y N93	265x265	80	10ø16c/27	18ø12c/14	10ø16c/27	18ø12c/14
N6, N11, N16, N21, N26, N31, N36, N41, N46, N51, N56, N61, N66, N71, N76, N81 y N86	180x360	80	15ø16c/24	6ø16c/27	15ø16c/24	6ø16c/27
N8, N13, N18, N23, N28, N33, N38, N43, N48, N53, N58, N63, N68, N73, N78, N83 y N88	180x360	80	15ø16c/24	6ø16c/27	15ø16c/24	6ø16c/27
N98, N99, N100, N108, N109 y N110	260x240	80	9ø16c/27	10ø16c/26	9ø16c/27	10ø16c/26

N1, N3, N91 y N93



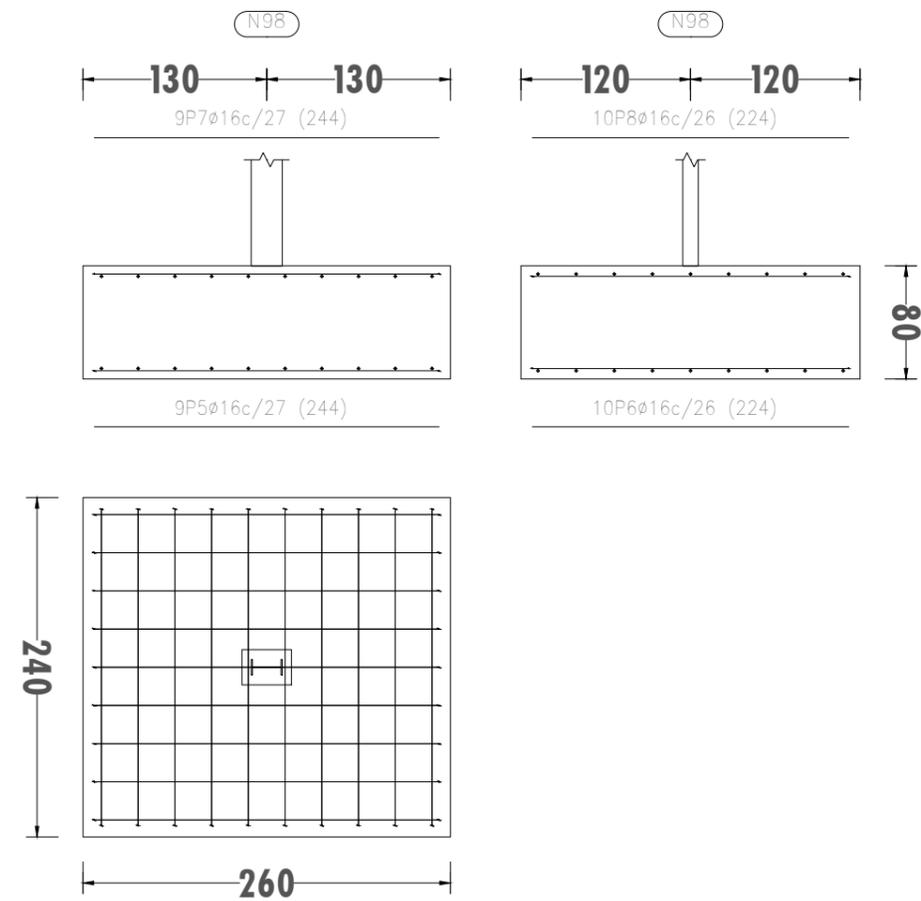
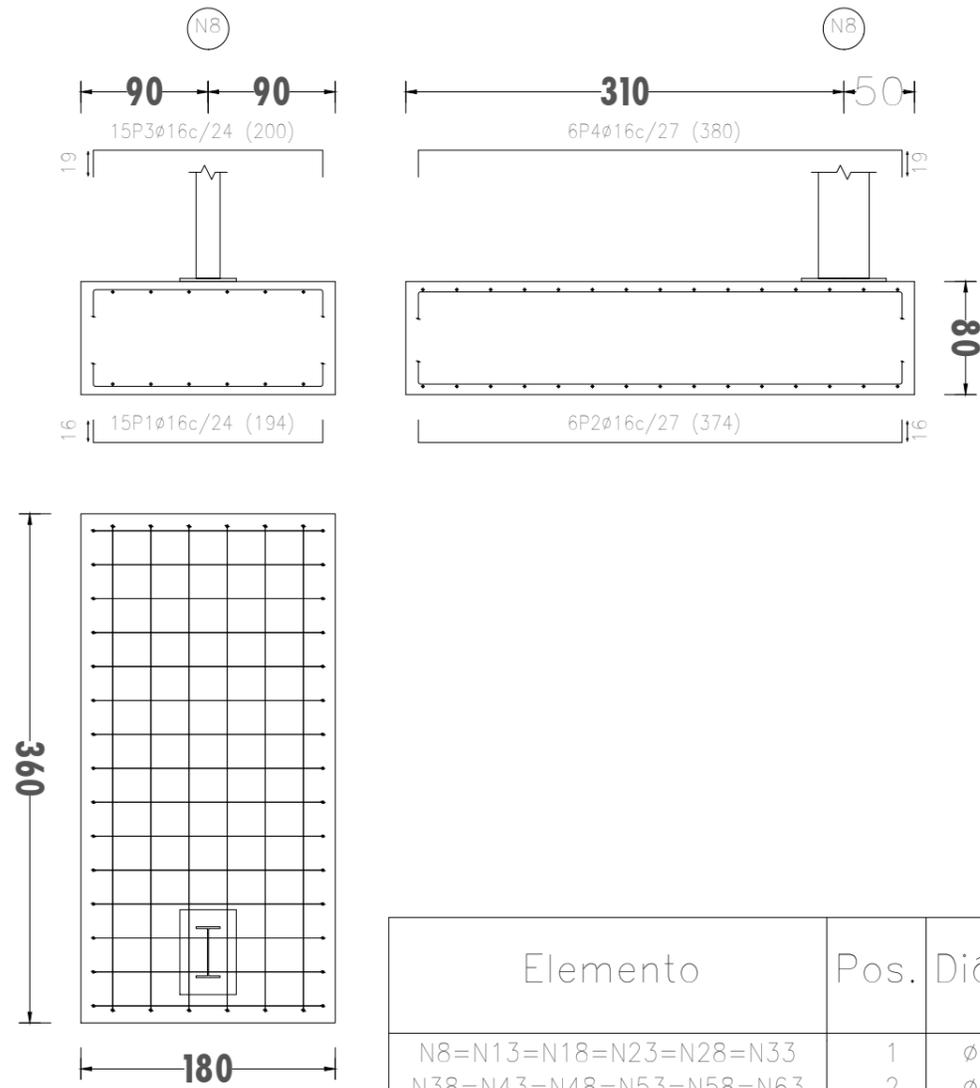
N6, N11, N16, N21, N26, N31, N36, N41, N46, N51, N56, N61, N66, N71, N76, N81 y N86



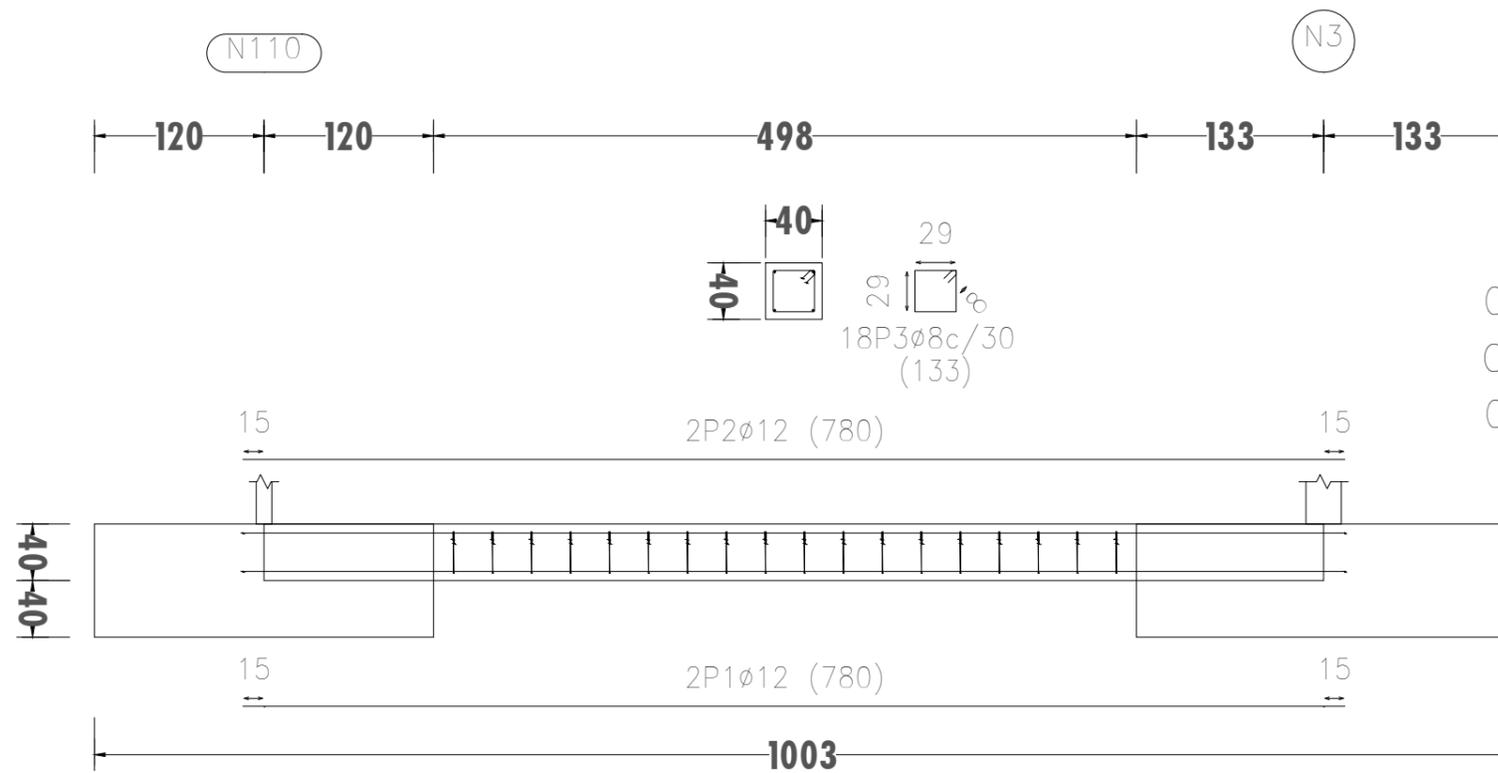
Elemento	Pos.	Diám.	No.	Long. (cm)	Total (cm)	B 500 S, Y <sub>s</sub> =1.15 (kg)
N1=N3=N91=N93	1	∅16	10	249	2490	39.3
	2	∅12	18	249	4482	39.8
	3	∅16	10	249	2490	39.3
	4	∅12	18	249	4482	39.8
Total+10%: (x4):						174.0 696.0
N6=N11=N16=N21=N26=N31 N36=N41=N46=N51=N56=N61 N66=N71=N76=N81=N86	5	∅16	15	194	2910	45.9
	6	∅16	6	374	2244	35.4
	7	∅16	15	200	3000	47.3
	8	∅16	6	380	2280	36.0
Total+10%: (x17):						181.1 3078.7
					∅12:	350.0
					∅16:	3424.7
					Total:	3774.7

N8, N13, N18, N23, N28, N33, N38, N43, N48, N53, N58, N63, N68, N73,, N78, N83 y N88

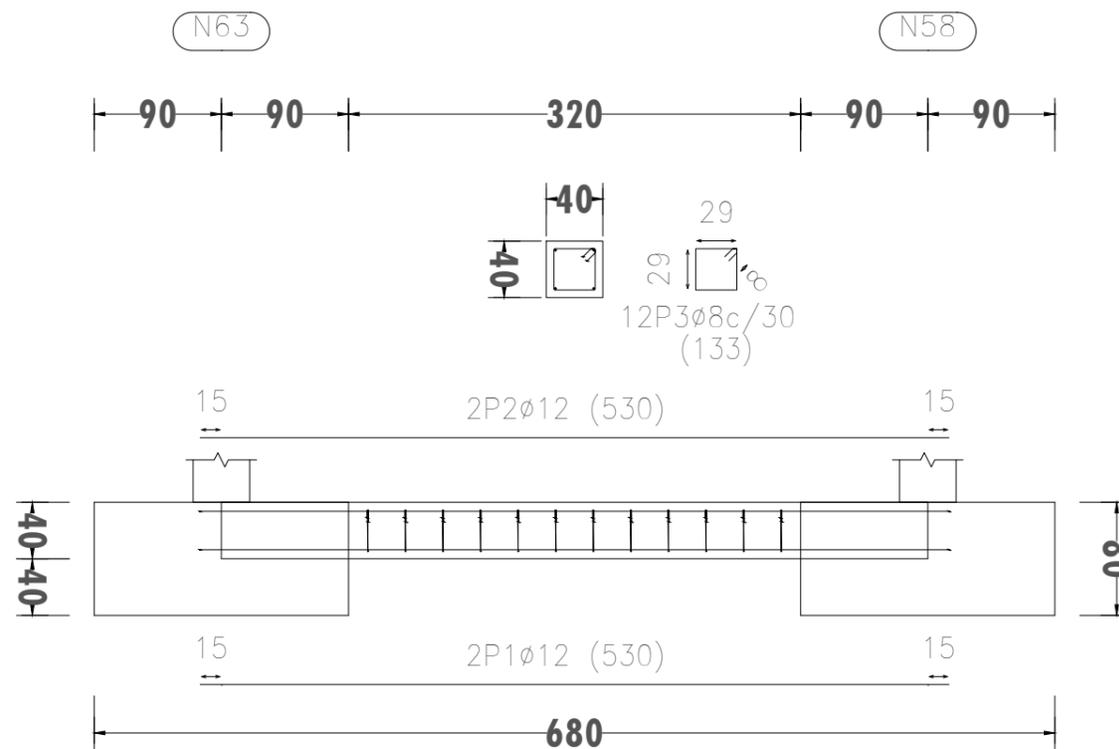
N98, N99, N100, N108, N109 y N110



Elemento	Pos.	Diám.	No.	Long. (cm)	Total (cm)	B 500 S, Ys=1.15 (kg)
N8=N13=N18=N23=N28=N33	1	ø16	15	194	2910	45.9
N38=N43=N48=N53=N58=N63	2	ø16	6	374	2244	35.4
N68=N73=N78=N83=N88	3	ø16	15	200	3000	47.3
	4	ø16	6	380	2280	36.0
Total+10%: (x17):						181.1 3078.7
N98=N99=N100=N108=N109	5	ø16	9	244	2196	34.7
N110	6	ø16	10	224	2240	35.4
	7	ø16	9	244	2196	34.7
	8	ø16	10	224	2240	35.4
Total+10%: (x6):						154.2 925.2
ø16:						4003.9
Total:						4003.9

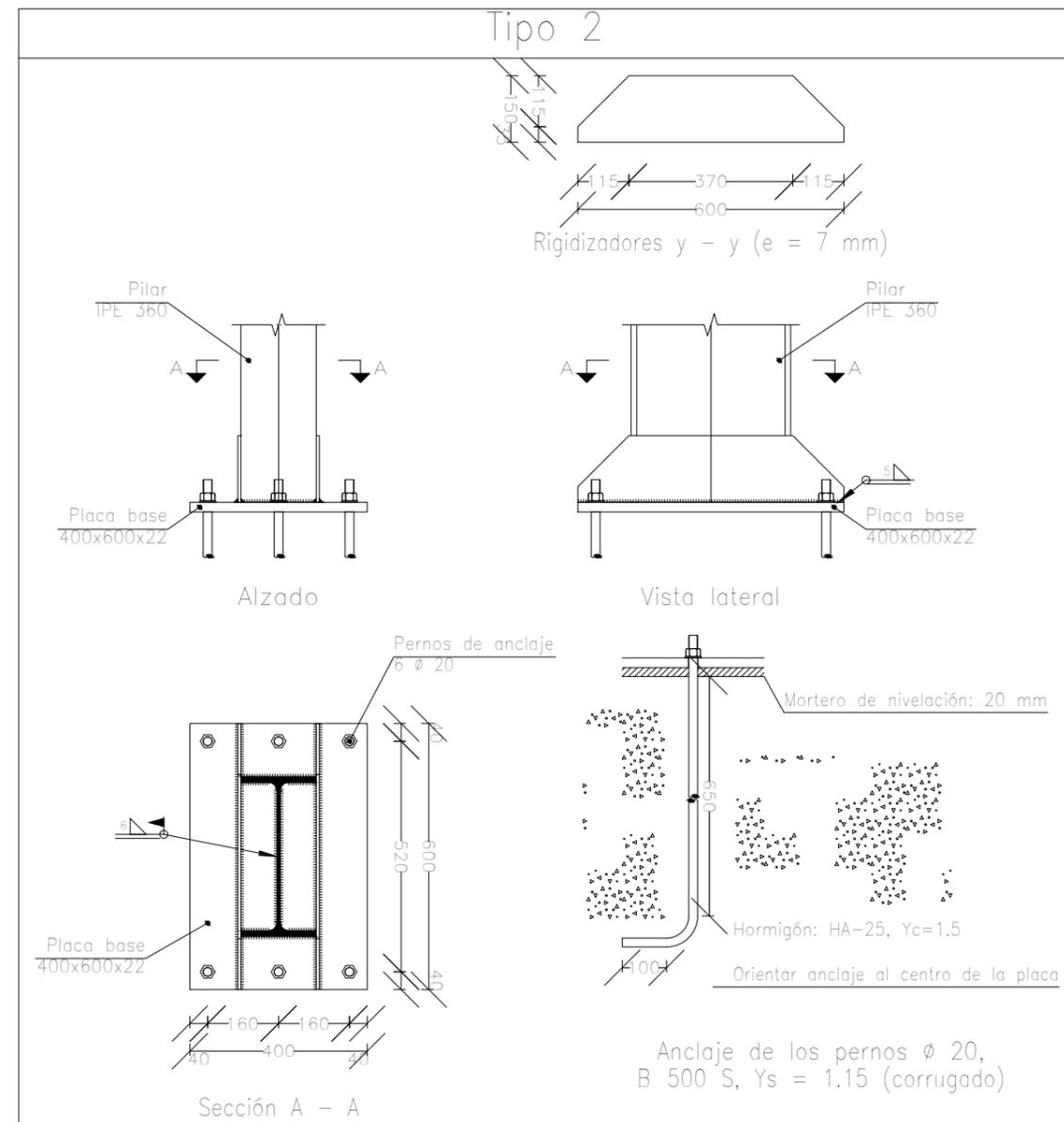
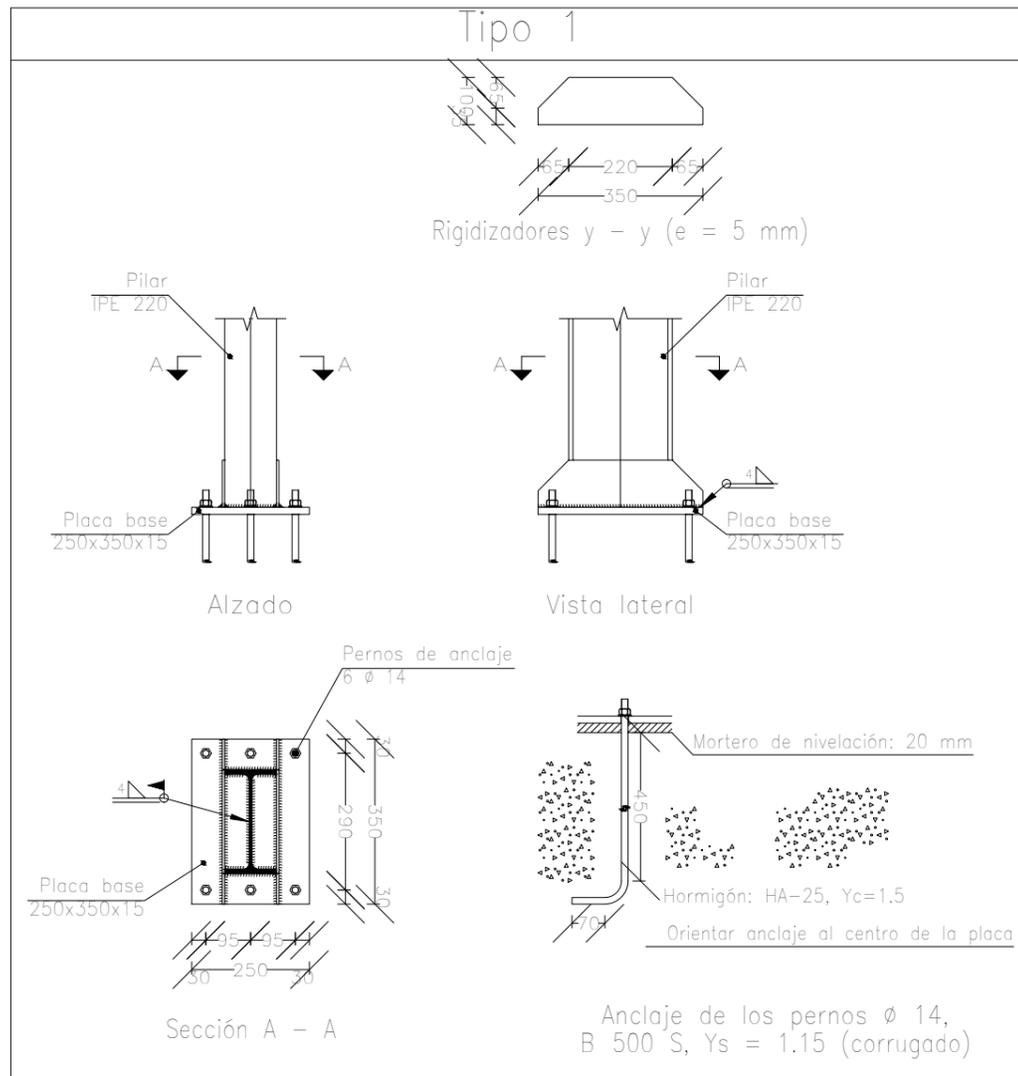


C.1 [N110-N3], C.1 [N98-N91], C.1 [N108-N1],  
 C.1 [N100-N93], C.1 [N100-N99],  
 C.1 [N109-N108], C.1 [N99-N98] y C.1 [N110-N109]



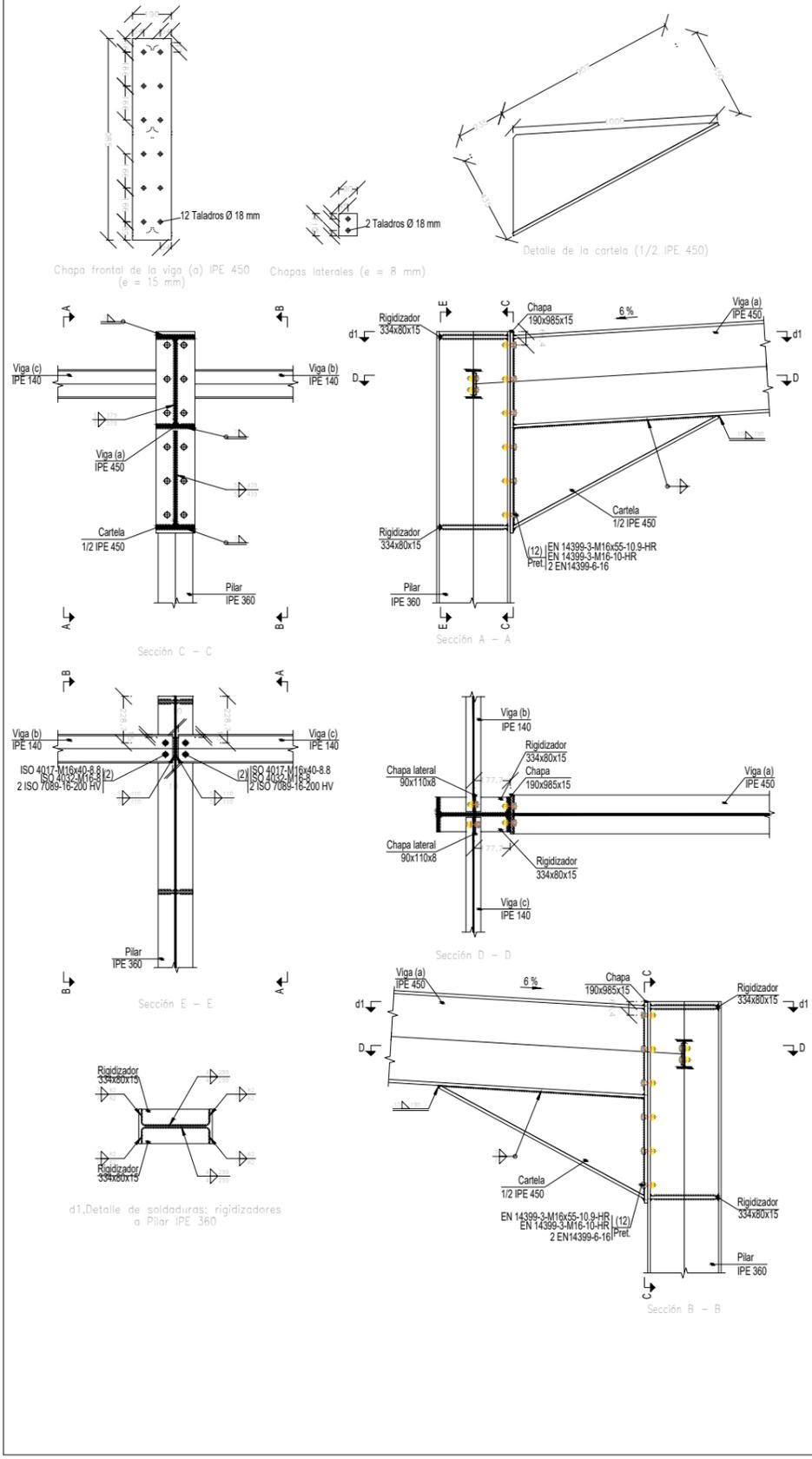
C.1 [N63-N58], C.1 [N6-N1], C.1 [N43-N38], C.1 [N36-N31],  
 C.1 [N8-N3], C.1 [N56-N51], C.1 [N73-N68], C.1 [N76-N71],  
 C.1 [N11-N6], C.1 [N23-N18], C.1 [N46-N41], C.1 [N78-N73],  
 C.1 [N31-N26], C.1 [N13-N8], C.1 [N86-N81], C.1 [N83-N78],  
 C.1 [N48-N43], C.1 [N33-N28], C.1 [N38-N33],  
 C.1 [N16-N11], C.1 [N81-N76], C.1 [N71-N66],  
 C.1 [N88-N83], C.1 [N61-N56], C.1 [N93-N88],  
 C.1 [N41-N36], C.1 [N18-N13], C.1 [N28-N23],  
 C.1 [N51-N46], C.1 [N66-N61], C.1 [N91-N86],  
 C.1 [N53-N48], C.1 [N68-N63], C.1 [N26-N21], C.1 [N21-N16]  
 y C.1 [N58-N53]

**Dimensiones dadas en cm**

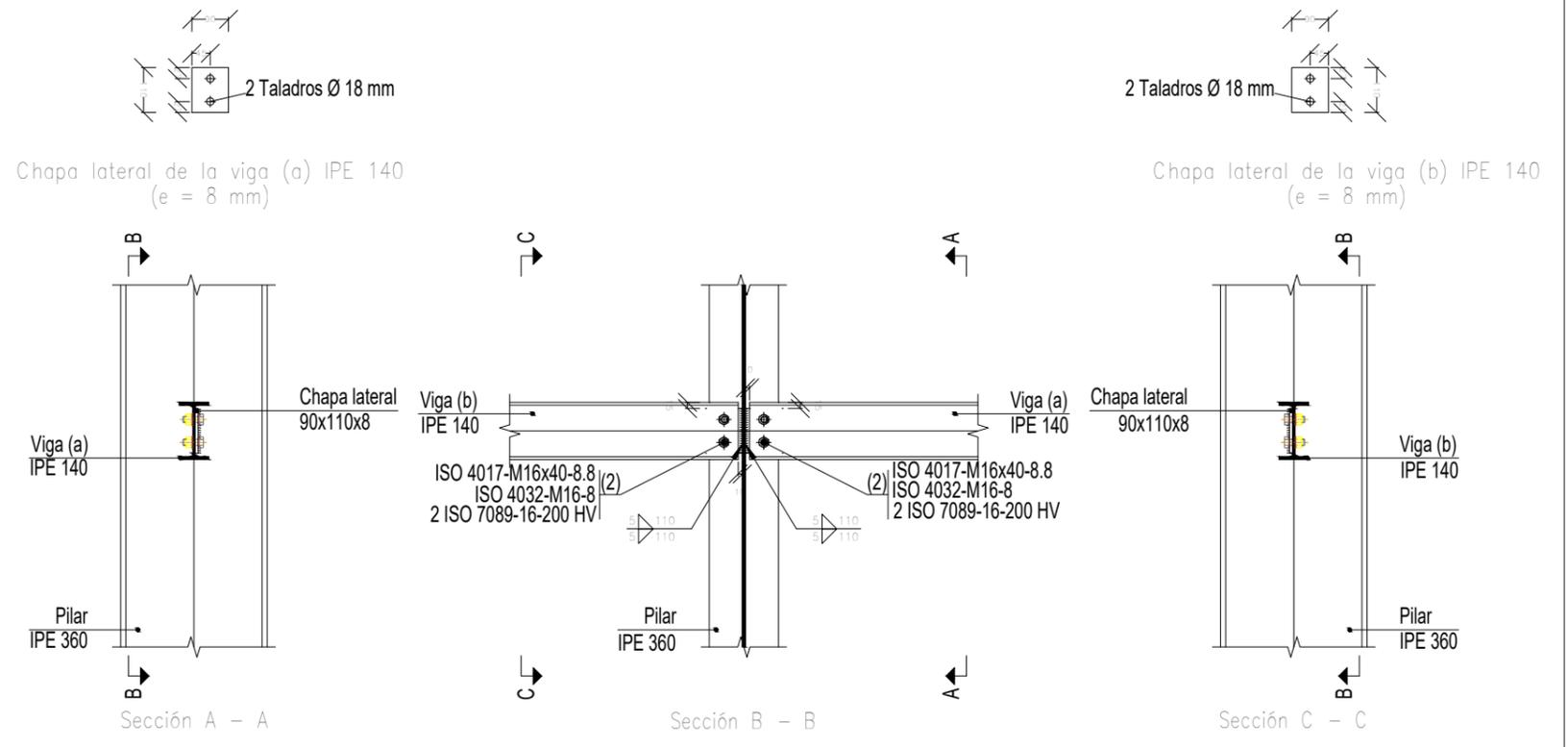


Cuadro de arranques		
Referencias	Pernos de Placas de Anclaje	Dimensión de Placas de Anclaje
N1, N3, N91, N93, N98, N99, N100, N108, N109 y N110	6 Pernos $\varnothing$ 14	Placa base (250x350x15)
N6, N8, N11, N13, N16, N18, N21, N23, N26, N28, N31, N33, N36, N38, N41, N43, N46, N48, N51, N53, N56, N58, N61, N63, N66, N68, N71, N73, N76, N78, N81, N83, N86, N88, N8, N13, N18, N23, N28, N33, N38, N43, N48, N53, N58, N63, N68, N73, N78, N83 y N88	6 Pernos $\varnothing$ 20	Placa base (400x600x22)

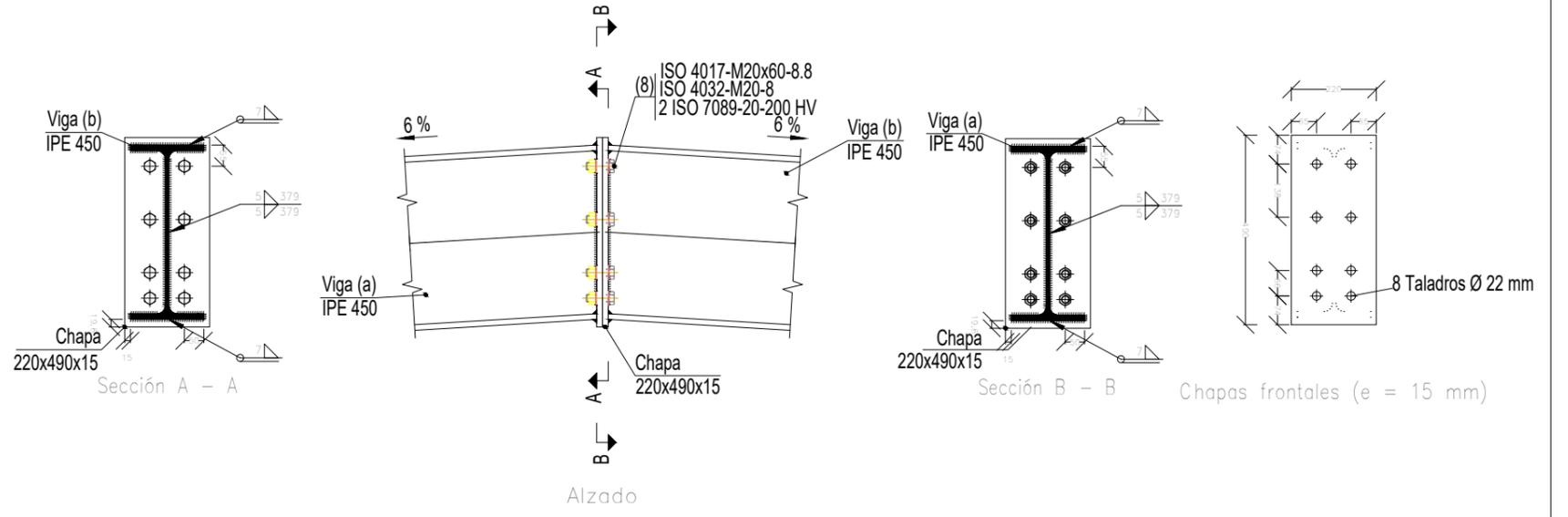
Tipo 3

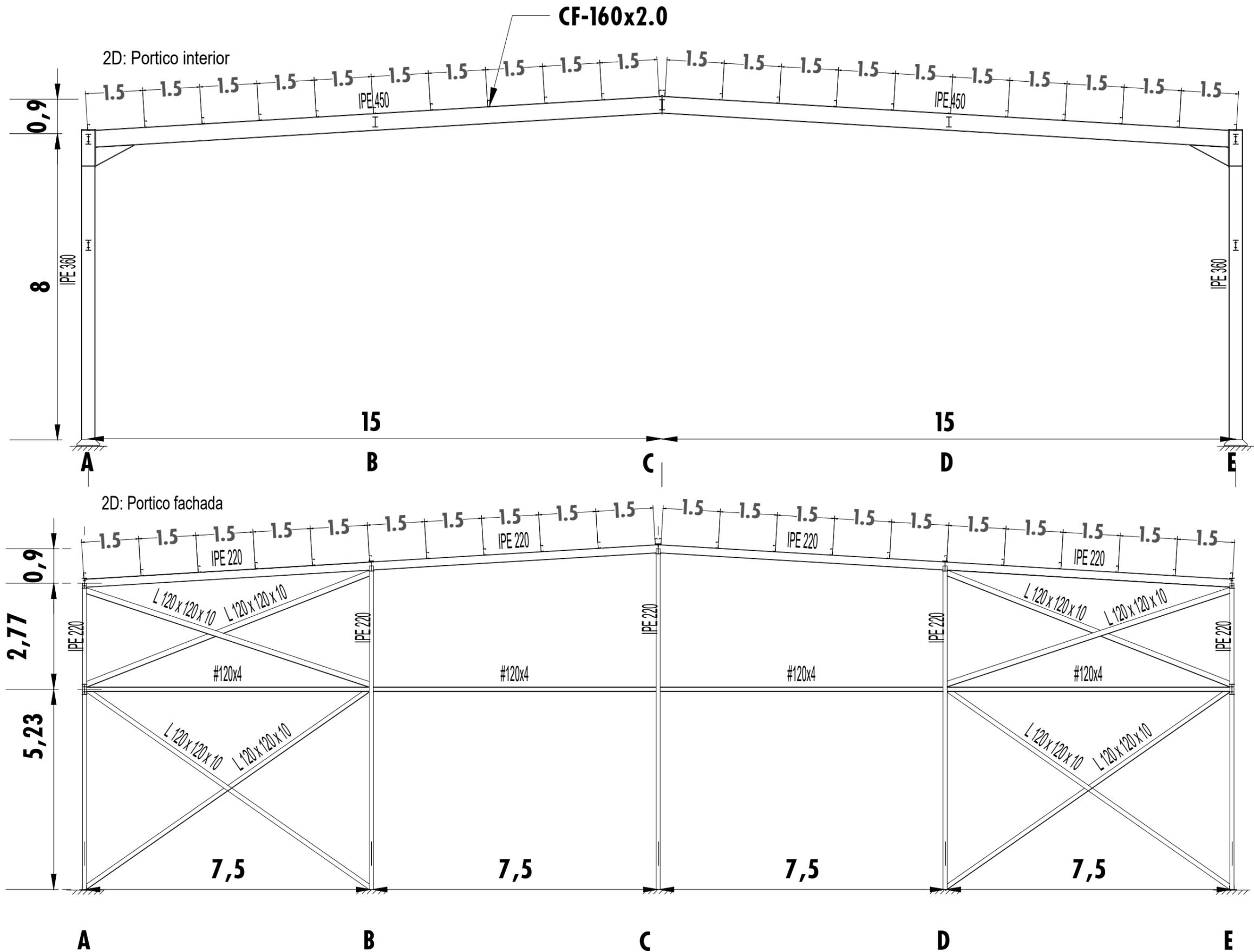


Tipo 4



Tipo 5





TRABAJO FIN DE MÁSTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

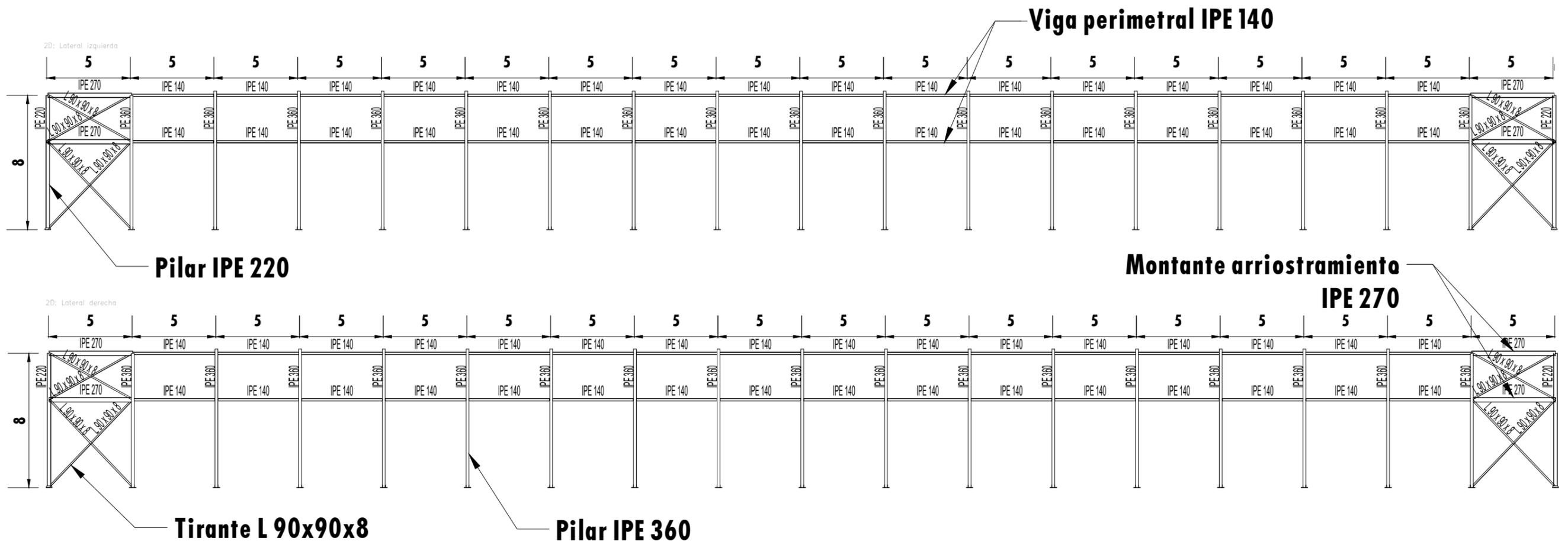


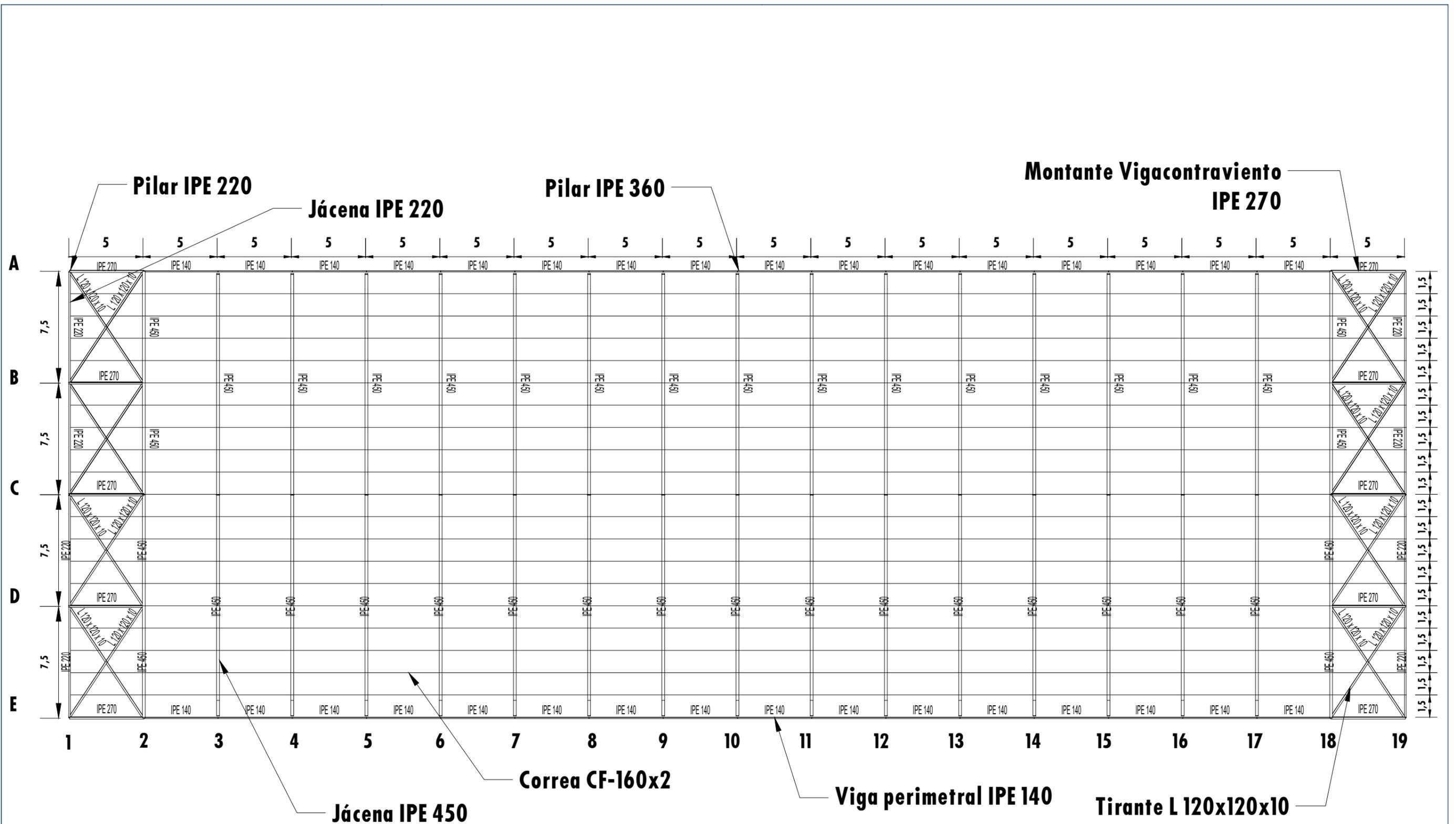
Proyecto: **Proyecto de urbanización de parcela de 55019m<sup>2</sup>, construcción de nave e instalación frigorífica de 2700m<sup>2</sup> para la venta al por mayor de productos alimentarios sita en el término municipal de Cabezo de Torres**

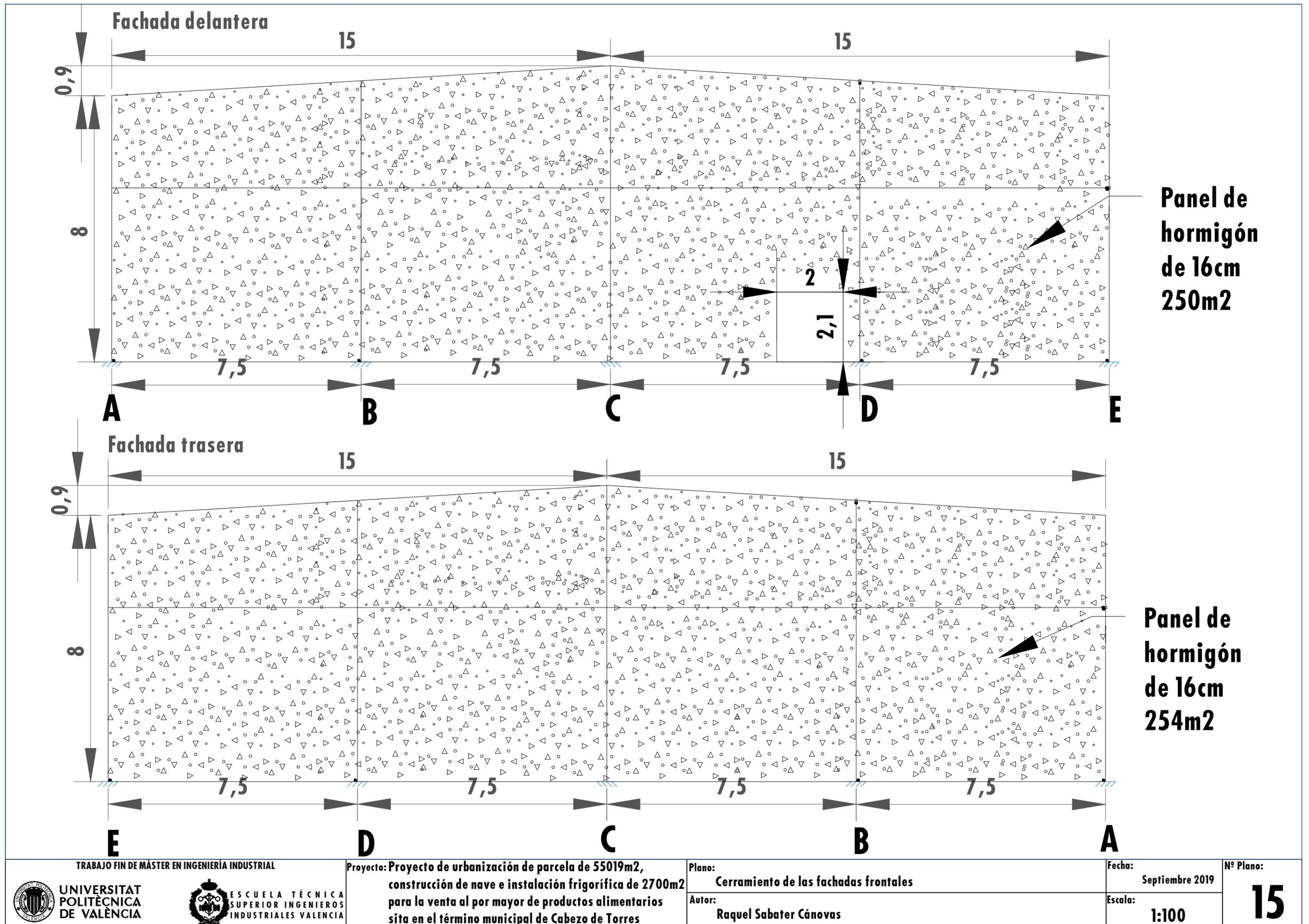
Plano: **Pórtico de fachada y pórtico interior**  
 Autor: **Raquel Sabater Cánovas**

Fecha: **Septiembre 2019**  
 Escala: **1:100**

Nº Plano: **12**







TRABAJO FIN DE MÁSTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL



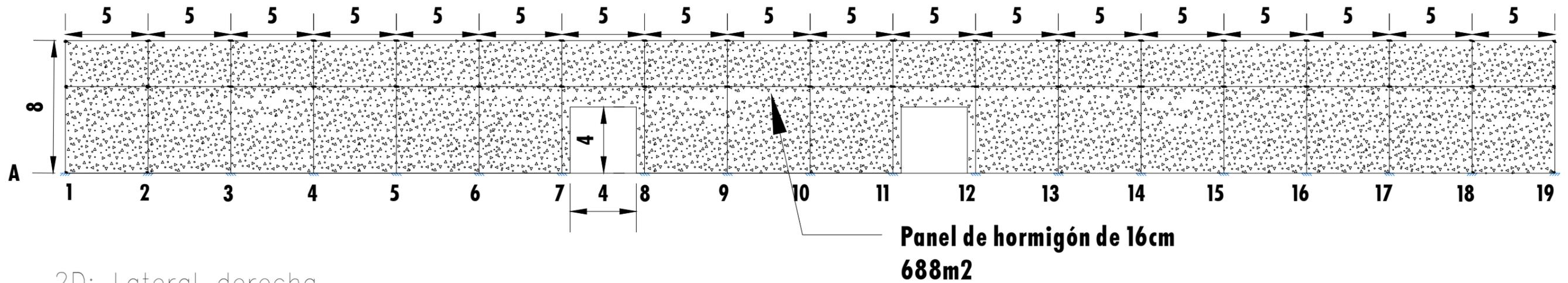
Proyecto: Proyecto de urbanización de parcela de 55019m<sup>2</sup>,  
 construcción de nave e instalación frigorífica de 2700m<sup>2</sup>  
 para la venta al por mayor de productos alimentarios  
 sita en el término municipal de Cabezo de Torres

Plano: Cerramiento de las fachadas frontales  
 Autor: Raquel Sabater Cánovas

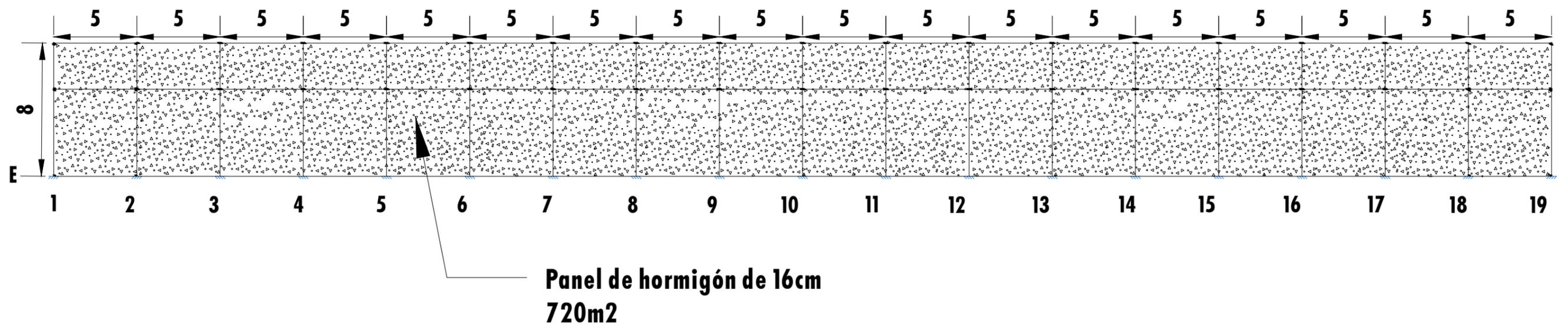
Fecha: Septiembre 2019  
 Escala: 1:100

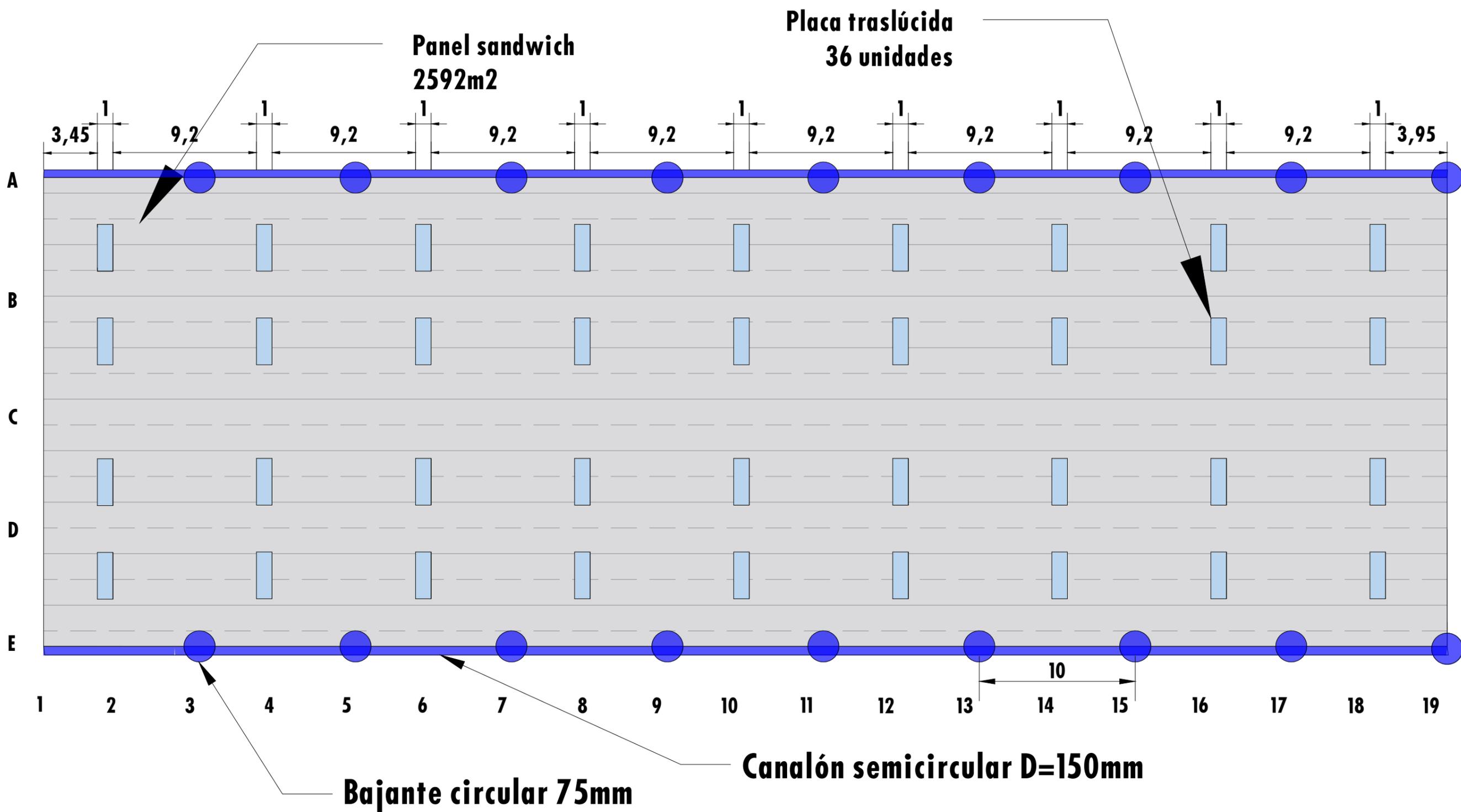
Nº Plano: 15

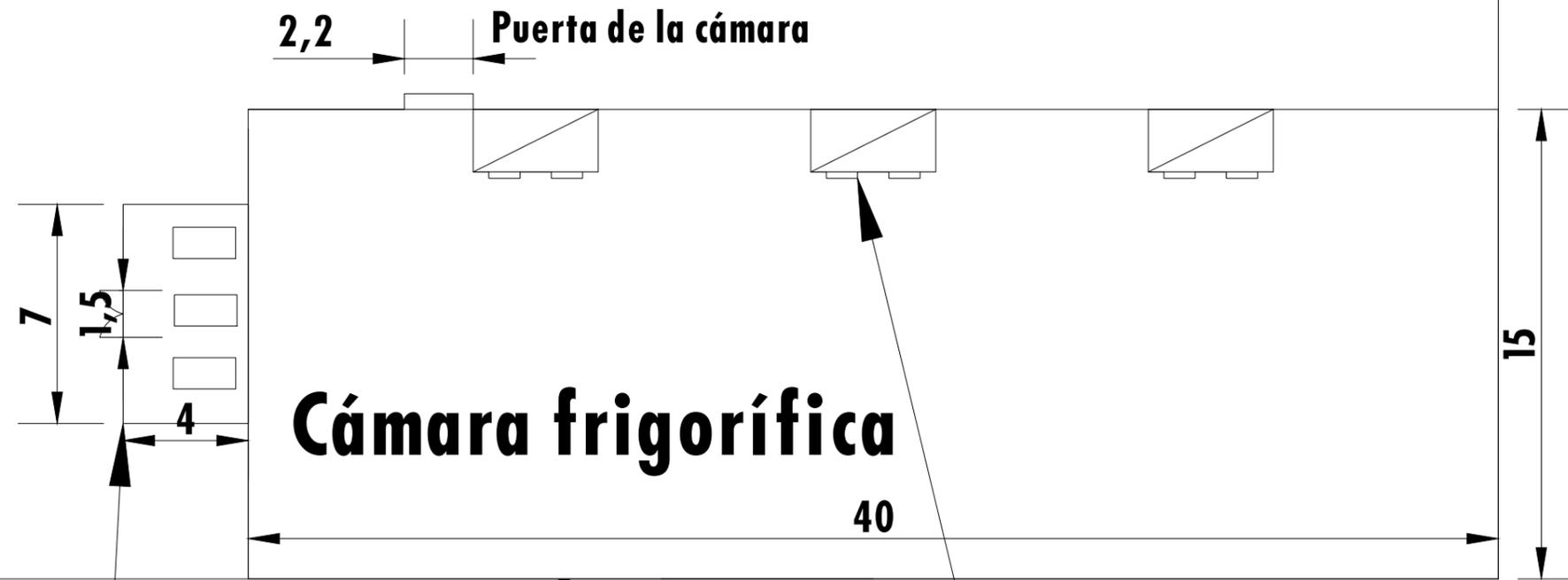
2D: Lateral izquierda



2D: Lateral derecha

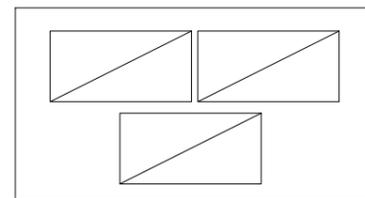




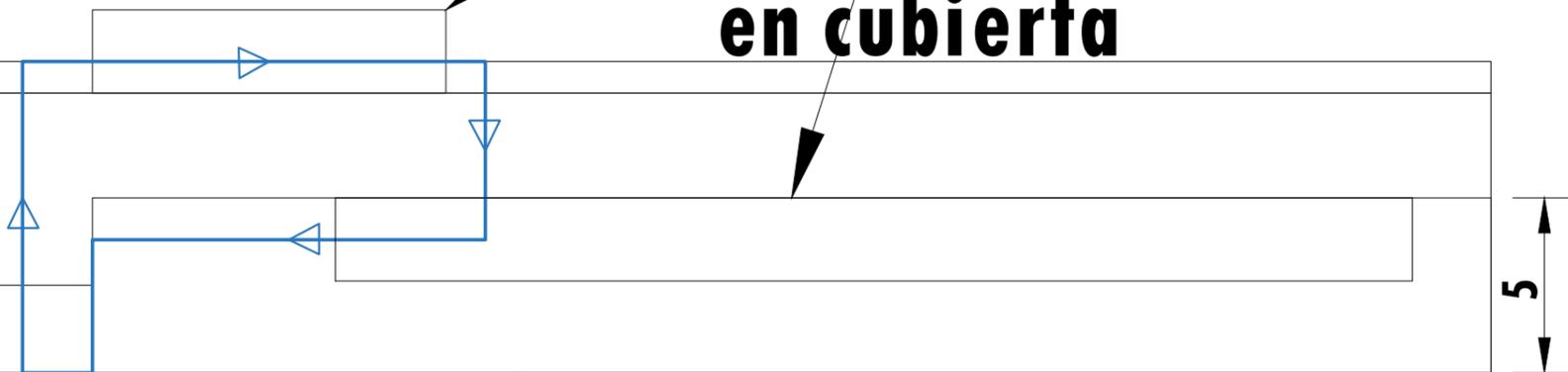


**Vista en planta**

**Compresores**



**Evaporadores**  
**Bateria de condensadores**  
**en cubierta**



**Vista en perfil**