



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCUOLA TÉCNICA
SUPERIOR INGENIERÍA
INDUSTRIAL VALENCIA

Curso Académico:

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, me gustaría agradecer el gran apoyo de mis padres ya que sin su constante apoyo nada de esto hubiera sido posible. He vivido muy buenos momentos en mi estancia en la universidad, aunque también hemos superado momentos muy difíciles y de gran incertidumbre en este tiempo. Agradezco la gran labor de todos mis profesores, en especial a Antonio Hospitaler Pérez que me dio la oportunidad de optar por este proyecto y a Guillermo Escrivá Escrivá por su gran apoyo. También quiero agradecer a toda personal de ETSII y UPV, por todos los momentos que hemos compartido durante estos maravillosos años. Muchas gracias de corazón.

RESUMEN

El presente trabajo fin de máster consiste en proyectar una nave industrial de carácter logístico ubicada en Colmenar Viejo (Madrid). Su estructura constructiva se define con vigas y pilares de hormigón prefabricado y zapatas de cimentación de hormigón armado. La nave tiene una superficie total construida de 5030 m². El proyecto también incluye las instalaciones de protección contra incendios e instalación eléctrica.

Palabras Clave: Estructura, nave, industrial, prefabricado, construcción, instalaciones, logístico, proyecto, eléctrica, protección contra incendios

RESUM

El present treball fi de màster consistix a projectar una nau industrial de caràcter logístic ubicada en Colmenar Viejo (Madrid) . La seua estructura constructiva es definix amb bigues i pilars de formigó prefabricat i zapatas de fonamentació de formigó armat. La nau té una superfície total construïda de 5030 m². El projecte també inclou les instal·lacions de protecció contra incendis i instal·lació elèctrica

Paraules Clau: Estructura, nau, industrial, prefabricat, construcció, instal·lacions, logístic, projecte, elèctrica, protecció contra incendis

ABSTRACT

This Master Thesis consists of the determination of an industrial warehouse for logistic use defining its complete constructive structure made of precast concrete columns and beams and reinforced concrete foundation shoes. The warehouse is located in Colmenar Viejo (Madrid) and has a built surface of 5030 m². Additionally, the thesis includes the fire protection systems and electrical installations.

Keywords: Structure, warehouse, industrial, precast, concrete, construction, installations, logistic, project

ÍNDICE

DOCUMENTOS CONTENIDOS EN EL TFM

- Memoria descriptiva
- Anejo I Cálculo de la estructura
- Anejo II Protección contra incendios
- Anejo III Instalación eléctrica
- Anejo IV CYPE 3D
- Anejo V Losa alveolar
- Presupuesto
- Bibliografía
- Planos



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCUOLA TÉCNICA
SUPERIOR INGENIERÍA
INDUSTRIAL VALENCIA

Curso Académico:

MEMORIA DESCRIPTIVA

INDICE

| | |
|--|----------|
| INDICE..... | 1 |
| Índice de Figuras..... | 1 |
| Índice de Tablas..... | 1 |
| 1. Preliminares | 2 |
| 2. Agentes | 2 |
| 3. Información previa, antecedentes y condicionantes de partida | 2 |
| 3.1 Información Previa y Datos de Emplazamiento | 2 |
| 3.2 Datos del Solar | 2 |
| 3.3 Antecedentes | 4 |
| 4. Descripción del Proyecto | 4 |
| 4.1 Descripción general del edificio | 4 |
| 4.2 Descripción General de la Geometría del Edificio..... | 4 |
| 4.3 Descripción General Constructivo..... | 5 |
| 5. Normativa | 6 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|---|
| Figura 1. Localización geográfica..... | 3 |
| Figura 2. Localización de la parcela | 3 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|---|
| Tabla 1. Cuadro de superficies del módulo 1 | 5 |
| Tabla 2. Cuadro de superficies del módulo 2 | 5 |
| Tabla 3. Cuadro de superficies totales | 5 |

1. PRELIMINARES

En este presente trabajo fin de máster se redactará un proyecto de ejecución de una nave industrial de hormigón prefabricada destinada a actividades logísticas por encargo de **Difrut Colmenar**.

2. AGENTES

PROMOTOR: Difrut Colmenar

ARQUITECTO: Nahuel Álvarez Salamanca

CONSTRUCTOR: Construcciones Mejorado S.L

DIRECTOR DE OBRA Y EJECUCION: Baran Ayasli

3. INFORMACION PREVIA, ANTECEDENTES Y CONDICIONANTES DE PARTIDA

3.1 Información Previa y Datos de Emplazamiento

La parcela se encuentra en el Polígono La Mina de Colmenar Viejo, concretamente en la Avenida Pradillo número 5.

Los lindes de la parcela se definen tal como;

Norte: Avenida de la Libertad.

Este: Acera y calzada con Calle del Pradillo.

Oeste: Suelo agrario, Arroyo de Tejada.

Referencia catastral: 6510901VL3061S0001RQ

3.2 Datos del Solar

La topografía presente en la parcela es uniforme y no hay desniveles considerables.

La superficie del solar es 11 839 m².

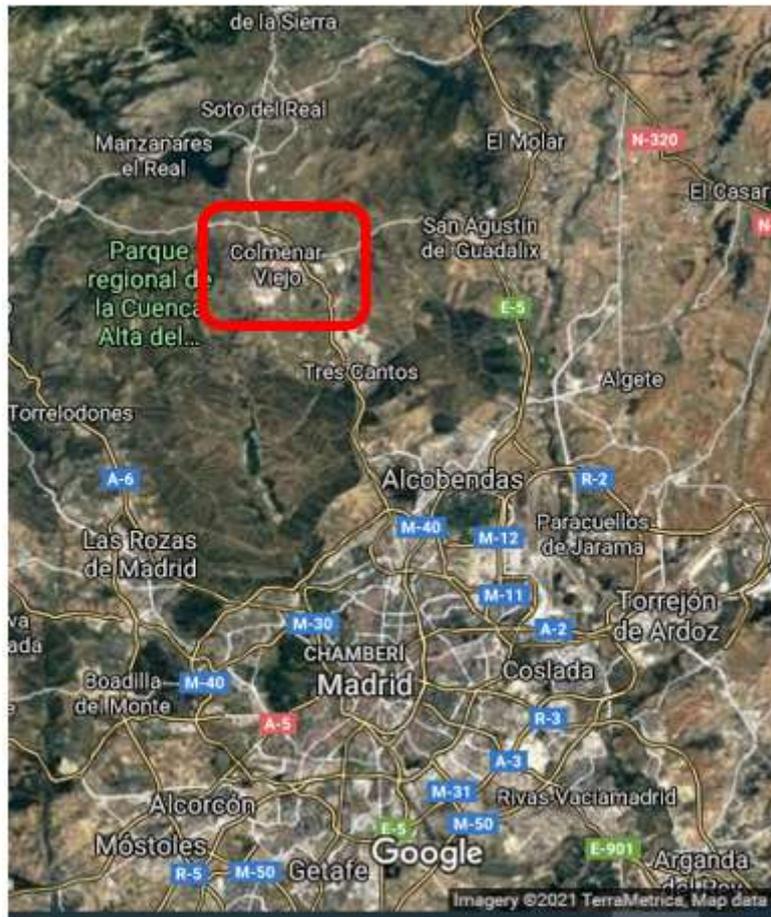


Figura 1. Localización geográfica

La situación de la parcela se puede apreciar mejor en la siguiente imagen;



Figura 2. Localización de la parcela

3.3 Antecedentes

El promotor encarga el presente proyecto de ejecución de una nave industrial logística en el cual se redactarán las necesidades estructurales de la nave como las instalaciones contra incendios y electricidad.

4. DESCRIPCION DEL PROYECTO

4.1 Descripción general del edificio

En la presente tesis fin de máster se determinarán las necesidades estructurales de una nave logística y se proyectará una solución en base a elementos prefabricados de hormigón. La parcela donde se edificará se definirá junto a la zona de carga-descarga, zona de acceso, viales interiores, aparcamientos y las zonas comunes de dos módulos independientes.

El acceso peatonal y vehicular de la nave se realizará por la calle Pradillo.

Los muelles de carga y descarga se sitúan a una altura de 110 cm en la fachada principal. Las plazas de aparcamiento se proyectan en el extremo y detrás de la fachada principal, lejos del tráfico de camiones. Para ello se habilitan vías perimetrales en la nave, sin barreras, alrededor de los dos módulos independientes.

El número de aparcamientos se ha determinado teniendo en cuenta la Ordenanza Municipal de Colmenar Viejo, es decir un aparcamiento cada cien metros cuadrados construidos, pero también se ha considerado las necesidades futuras.

El perímetro exterior de la nave, la plataforma de acceso se proyecta mediante vallado de acero galvanizado tipo hércules.

No se dispone de aparcamientos subterráneos y ninguna planta por debajo de la rasante. La estructura de los pilares y vigas que sostienen el edificio son de hormigón prefabricado. El tipo de cubierta es a dos aguas, siendo la altura libre máxima a la cara inferior de viga (12,4 m) limitada por la Ordenanza Municipal de Colmenar Viejo.

Los dos módulos independientes de la nave industrial disponen de aseo/vestuario tanto masculino como femenino, zona administrativa se encuentra en la primera planta

4.2 Descripción General de la Geometría del Edificio

Se trata de un edificio rectangular con una fachada principal de 69,5 m y una fachada lateral de 63,5 m con cuatro muelles de carga para cada módulo. El volumen del edificio se sitúa respetando los retranqueos mínimos requeridos en la normativa urbanística de Colmenar Viejo. (5 m para fachada frontal y 3 m para retranqueo lateral)

El acceso a la nave comparte una zona común donde se situarán los aparcamientos y la rampa para minusválidos.

Se proyecta para cada módulo independiente, sistemas de evacuación, cumpliendo la normativa actual.

El cuadro de superficies por módulo se da de la siguiente manera;

Tabla 1. Cuadro de superficies del módulo 1

| Módulo 1 | | | |
|---------------------|-------------|----------------|-----------|
| 0.01 | almacén | 2139.15 | m2 |
| 0.02 | aseos/vestu | 22.35 | m2 |
| 0.03 | oficinas PB | 38.98 | m2 |
| 0.04 | v.i P0 | 5.52 | m2 |
| 1.01 | oficinas P1 | 295.15 | m2 |
| 1.02 | aseos | 11.04 | m2 |
| 1.03 | v.i P1 | 3.09 | m2 |
| Total Módulo | | 2515.28 | m2 |

Tabla 2. Cuadro de superficies del módulo 2

| Módulo 2 | | | |
|---------------------|-------------|----------------|-----------|
| 0.01 | almacén | 2139.15 | m2 |
| 0.02 | aseos/vestu | 22.35 | m2 |
| 0.03 | oficinas PB | 38.98 | m2 |
| 0.04 | v.i P0 | 5.52 | m2 |
| 1.01 | oficinas P1 | 295.15 | m2 |
| 1.02 | aseos | 11.04 | m2 |
| 1.03 | v.i P1 | 3.09 | m2 |
| Total Módulo | | 2515.28 | m2 |

El cuadro de superficies totales quedaría de la siguiente forma;

Tabla 3. Cuadro de superficies totales

| Cuadro de superficies totales | |
|--------------------------------------|------------|
| Superficie Total Ocupada | 4412 m2 |
| Superficie Total Construida | 5030.56 m2 |

4.3 Descripción General Constructivo

En lo referente al sistema estructural;

- Para la cimentación se proyectan zapatas aisladas de hormigón armado arriostradas mediante vigas de atado.
- Las vigas y los pilares serán de hormigón prefabricado. La entreplanta se sustentará mediante placas alveolares.

- La retícula de pilares será de 10,75x17 m, respetando las dimensiones básicas para almacenamiento en altura, con una altura mínima de 11,62 m bajo viga.

Para la cubierta;

- La cubierta será tipo deck del 40mm, de acero prelacado y la impermeabilización será a través de lámina TPO monocapa de color blanco.
- La pendiente de la cubierta será del 2%.
- La flecha máxima de las correas será 25mm.
- El tamaño de los lucernarios no debe ser menor a 1,95m x 3m, con el objetivo de tener un 4% de iluminación natural en la nave. Los lucernarios irán protegidos con rejas de seguridad.

Para la solera;

Las cargas actuantes sobre la solera quedan definidas como;

- Carga uniforme distribuida= 5T/m²
- Carga de apoyo de estantería (placa base de 100 cm²) = 700 T/m²
- Carga máxima de hinchado=2,5 T
- Carga puntual = 60 daN/cm²
- 200 pasadas al día
- Velocidad = 12 km/h

5. NORMATIVA

CTE, Código Técnico de la Edificación, Real Decreto 314/2006 del 17 de marzo.

EHE-08, Instrucción Española de Hormigón Estructural, Real Decreto 1247/2008 del 18 de julio.

UNE-EN 13225, siendo la normativa de aplicación para elementos prefabricados.

Plan General de Ordenación Urbana de Colmenar Viejo.



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCUOLA TÉCNICA
SUPERIOR INGENIERÍA
INDUSTRIAL VALENCIA

Curso Académico:

CALCULO ESTRUCTURAL

ÍNDICE

| | |
|--|-----------|
| Índice | 1 |
| Índice de Figuras..... | 2 |
| Índice de Tablas..... | 3 |
| 1. Calculo de la estructura con Cype 3d | 4 |
| 1.1 Consideraciones Previas..... | 4 |
| 1.2 Normativa..... | 4 |
| 1.3 Cálculo Mediante CYPE | 4 |
| 1.3.1 Acciones | 4 |
| 1.3.1.1 Acción de Viento | 4 |
| 1.3.1.2 Acción de Nieve..... | 16 |
| 1.3.1.3 Acciones Permanentes | 16 |
| 1.3.1.4 Acciones Variables..... | 17 |
| 1.3.1.5 Acciones Accidentales | 17 |
| 1.3.2 Esfuerzos | 18 |
| 1.3.3 Cimentación | 21 |
| 1.4 Elementos Prefabricados..... | 23 |
| 1.4.1 Vigas tipo I | 23 |
| 1.4.2 Vigas tipo T | 26 |
| 1.4.3 Vigas tipo L | 28 |
| 1.4.4 Correas Tubulares | 29 |
| 1.4.5 Losa Alveolar | 30 |
| 1.4.6 Cerramientos..... | 34 |

| | |
|-----------------------------|-----------|
| 1.4.7 Cubierta | 35 |
| 1.5 Presupuesto..... | 37 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1. Extracto del CYPE 3D | 18 |
| Figura 2. Estructura CYPE 3D con cimentación | 22 |
| Figura 3. Detalle 3D extraído del CYPE 3D | 22 |
| Figura 4. Características de la viga extraída del catálogo Prefabricados Pujol | 23 |
| Figura 5. Modelos alternativos de la casa Pretersa | 23 |
| Figura 6. Detalle de apoyo Viga-Pilar. Fuente Pretersa | 24 |
| Figura 7. Características de la viga extraída del catálogo Prefabricados Pujol | 25 |
| Figura 8. Modelo alternativo de la casa Pretersa..... | 25 |
| Figura 9. Características de la viga extraída del catálogo Prefabricados Pujol | 25 |
| Figura 10. Modelo alternativo de la casa Pretersa | 26 |
| Figura 11. Detalla de apoyo de la viga tipo T. (Fuente Guía Andece) | 26 |
| Figura 12. Características de la viga extraída del catálogo Prefabricados Pujol | 27 |
| Figura 13. Características de la viga extraída del catálogo Tecnyconta | 27 |
| Figura 14. Curva de utilización de la viga (Fuente Tecnyconta) | 28 |
| Figura 15. Detalle de apoyo de una viga T en una losa alveolar (Fuente:Alve) | 28 |
| Figura 16. Características de la viga del catálogo de Alve..... | 29 |
| Figura 17. Extracto del catálogo de Leadri para una viga tipo L | 29 |
| Figura 18. Diferentes geometrías de correas. (Fuente: Aljema Relosa) | 29 |
| Figura 19. Modelo alternativo. (Fuente:Pretersa) | 30 |
| Figura 20. Correa del catálogo de Prefabricados Pujol | 30 |
| Figura 21. Losa alveolar del catálogo Prefabricados Pujol | 31 |
| Figura 22. Losa alveolar del catálogo de Aljema Relosa | 31 |
| Figura 23. Detalle de paneles prefabricados. (Fuente:Pretersa) | 34 |
| Figura 24. Paneles disponibles en el catálogo de Prefabricados Pujol | 34 |
| Figura 25. Características de la losa alveolar de Prefabricados Pujol | 35 |
| Figura 26. Elemento portante. (Fuente: Grupo Panel) | 36 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1. Detalles de las aperturas | 14 |
| Tabla 2. Presupuesto de la parte del cálculo de estructura | 37 |

1. CALCULO DE LA ESTRUCTURA CON CYPE 3D

1.1 Consideraciones Previas

Para la realización del cálculo de estructuras de la totalidad de la nave industrial, se dispone de la versión campus del CYPE 3d 2021.g.

La estrategia que se va a seguir para la resolución del cálculo de la estructura es, empezar determinando los esfuerzos en todos los elementos barra y posteriormente encontrar elementos prefabricados adecuados para la construcción de la nave.

Mediante los planos arquitectónicos, se puede determinar qué;

- La nave se compone de un total de **7** pórticos, de las cuales el pórtico **7** corresponde con el pórtico de la fachada frontal.
- La distancia entre los pórticos es de **10,76 m** exceptuando los pórticos **6 y 7** que tienen una separación algo menor, de **8,6 m**.
- La entreplanta de la nave se situará a una cota de **6,60 m** sobre la solera.
- La altura mínima bajo viga **11,82 m**.
- La altura máxima bajo viga **12,45m**.
- La ubicación de las puertas, ventanas y lucernarios.
- Pendiente de la cubierta es de **2%**.

1.2 Normativa

CTE, Código Técnico de la Edificación, Real Decreto 314/2006 del 17 de marzo.

EHE-08, Instrucción Española de Hormigón Estructural, Real Decreto 1247/2008 del 18 de julio.

1.3 Cálculo Mediante CYPE

Debido a la asimetría de la nave, se debe de dibujar los nudos y las barras uno en uno al CYPE 3D, sin poder utilizar la herramienta GENERADOR DE PORTICOS.

Tras dibujar la estructura, se separan las vigas de cubierta que están unidas en una sola pieza, mediante el botón **barra->crear piezas**.

Se crean las vigas que sostienen el forjado de la entreplanta y los huecos del ascensor y la escalera. Y tras este paso se continua con la introducción de correas separadas a **3 m**.

Se asignan secciones a todos los elementos previamente dibujados a modo de predimensionado, con vigas o pilares de hormigón. De esta manera el programa calculara el armado y los esfuerzos en dichos elementos. Después se elegirán elementos prefabricados acordes con los esfuerzos obtenidos.

Pero para ello hay que definir los niveles de la nave, en este caso hay 4 niveles, nivel 0m,6m, 11,82m y 12,506m, en **Planos->Niveles**.

1.3.1 Acciones

1.3.1.1 Acción de Viento

Las acciones de viento se deben de entrar manualmente ya que el programa generador de pórticos no permite trabajar con naves industriales no equidistantes de pórticos.

Por tanto, se siguen las indicaciones del DB SE AE;

Se calculan los parámetros siguientes;

$$q_b = 0,42 \text{ kN/m}^2$$

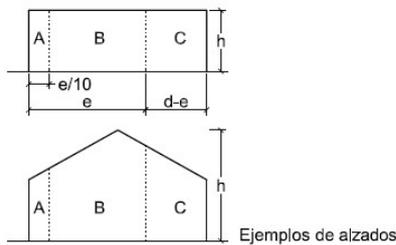
$$F = 0,845$$

$$c_e = 2,016$$

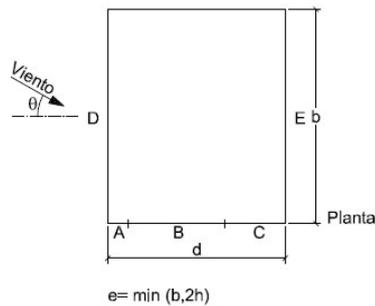
Al tener una pendiente de 2% la cubierta se considera una **cubierta plana**.

Viento Lateral

En la nave objeto del estudio, la fachada frontal tiene una mayor dimensión que la profundidad de la nave, por tanto, el viento lateral se presenta en el lado más pequeño.

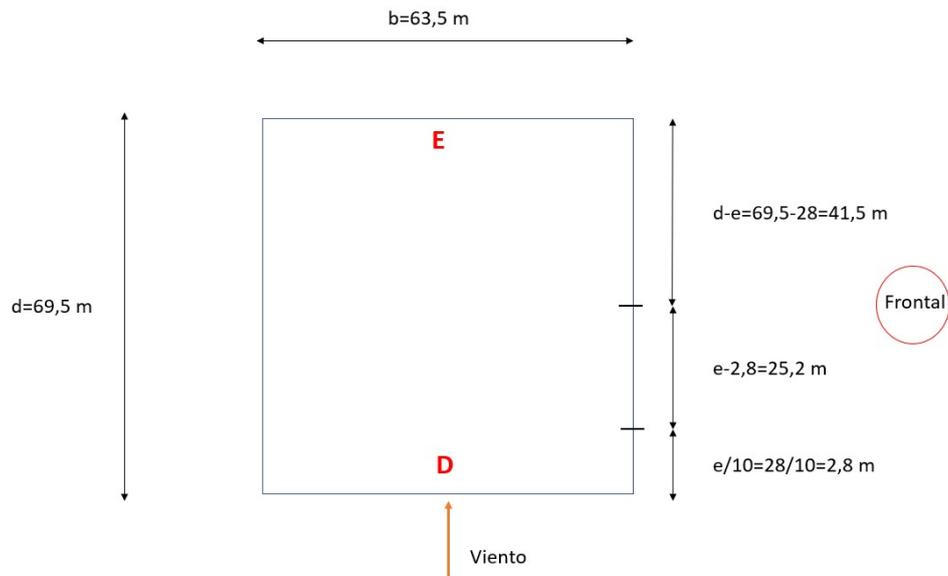


Ejemplos de alzados



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

Para el ejemplo que se considera;



Donde;

$$e = \min(b, 2h) = \min(63,5, 2 \cdot 14) = 28 \text{ m}$$

$$h/d = 0,2$$

$$A > 10 \text{ m}^2$$

De la table anterior se puede observar que;

$$D = 0,7$$

$$E = -0,3$$

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

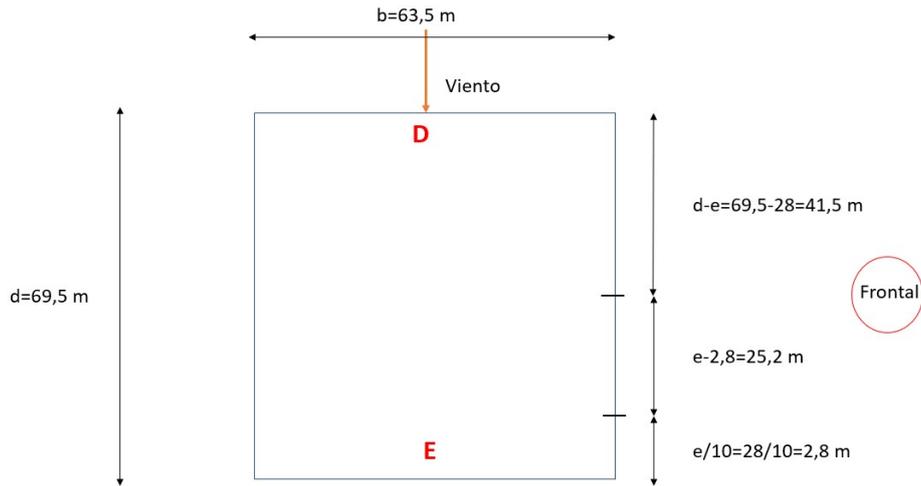
En la fachada izquierda;

$$q_e = 0,42 \cdot 2,016 \cdot 0,7 = 0,59 \text{ kN/m}^2$$

En la fachada derecha;

$$q_e = 0,42 \cdot 2,016 \cdot (-0,3) = -0,25 \text{ kN/m}^2$$

De igual manera para la hipótesis de viento lateral en el sentido opuesto;



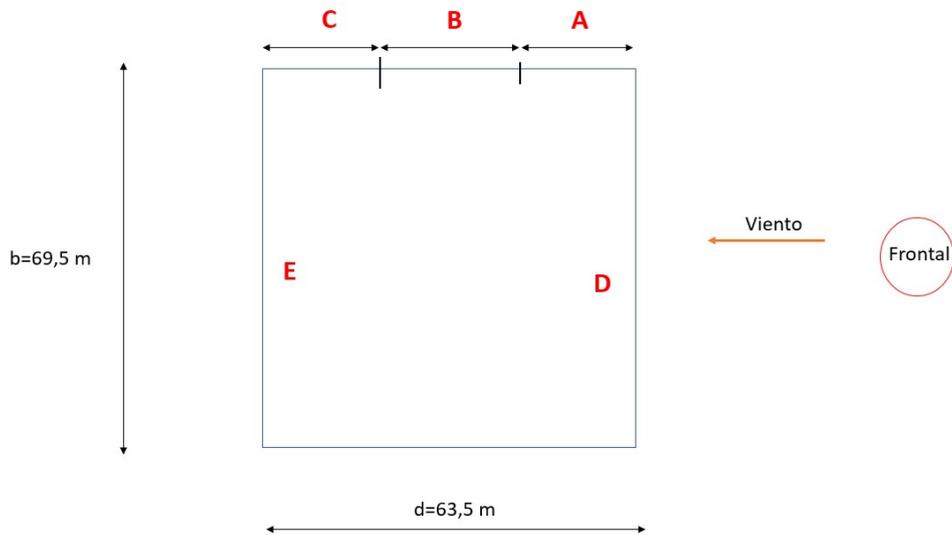
En la fachada izquierda;

$$q_e = 0,42 \cdot 2,016 \cdot (-0,3) = -0,25 \text{ kN/m}^2$$

En la fachada derecha;

$$q_e = 0,42 \cdot 2,016 \cdot 0,7 = 0,59 \text{ kN/m}^2$$

Viento Frontal



Girando las variables ahora se tiene;

$$b = 69,5 \text{ m}$$

$$d = 63,5 \text{ m}$$

$$e = \min(b, 2h) = 28 \text{ m}$$

$h/d = 0,22 < 0,25$ y teniendo en cuenta que $A > 10 \text{ m}^2$, no hay que calcular los parámetros A, B, C.

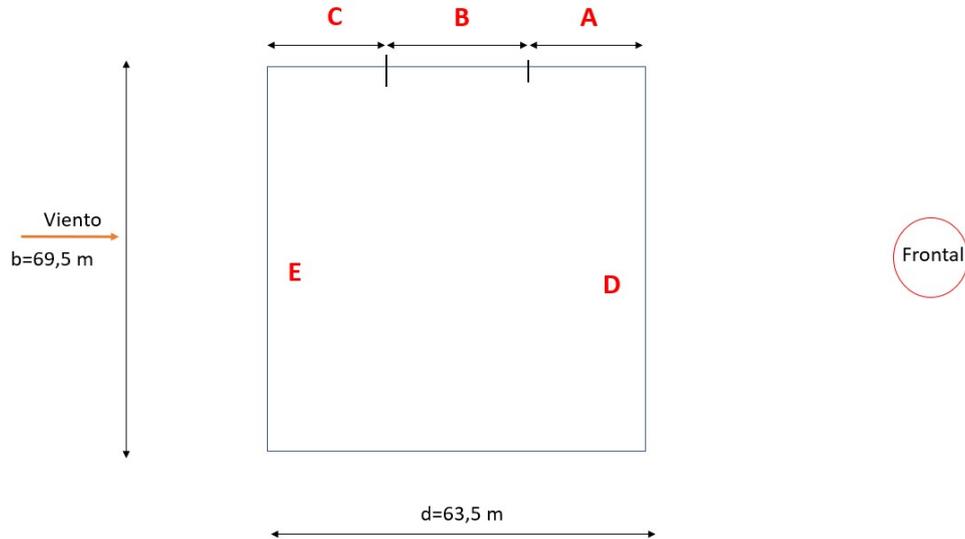
Para la fachada frontal que se encuentra en barlovento;

$$q_e = 0,42 \cdot 2,016 \cdot 0,7 = 0,59 \text{ kN/m}^2$$

Para la fachada trasera(sotavento);

$$q_e = 0,42 \cdot 2,016 \cdot (-0,3) = -0,25 \text{ kN/m}^2$$

De la misma forma para la situación en sentido opuesto;



Para la fachada trasera que se encuentra en barlovento;

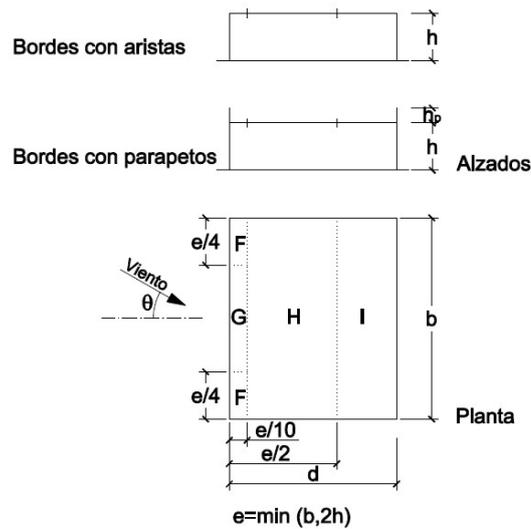
$$q_e = 0,42 \cdot 2,016 \cdot 0,7 = 0,59 \text{ kN/m}^2$$

Para la fachada frontal (sotavento);

$$q_e = 0,42 \cdot 2,016 \cdot (-0,3) = -0,25 \text{ kN/m}^2$$

Viento Cubierta

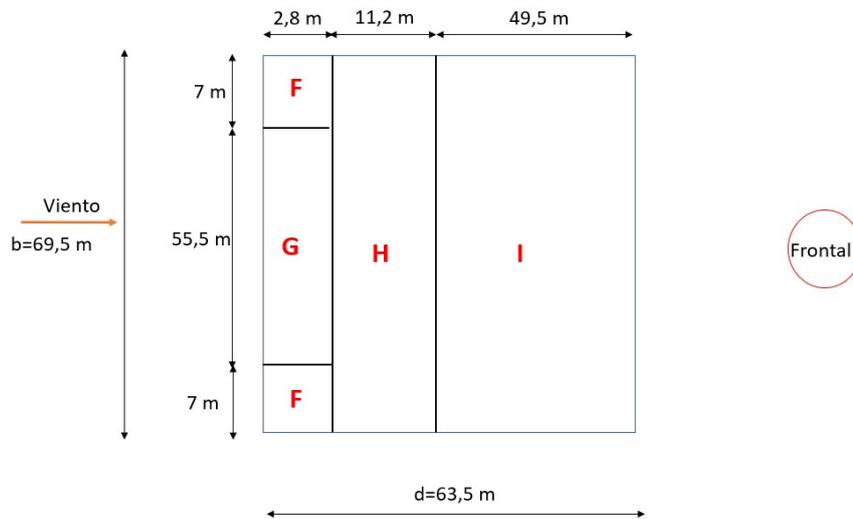
Se trata de una cubierta plana, por tanto, se siguen las indicaciones de la Tabla D4 de la DB SE AE.



| | h _p /h | A (m ²) | Zona (según figura), -45° < θ < 45° | | | |
|--------------------|-------------------|---------------------|-------------------------------------|------|-------------|-------------|
| | | | F | G | H | I |
| Bordes con aristas | | ≥ 10 | -1,8 | -1,2 | -0,7 | 0,2 -0,2 |
| | | ≤ 1 | -2,5 | -2,0 | -1,2 | 0,2 -0,2 |
| Con parapetos | 0,025 | ≥ 10 | -1,6 | -1,1 | -0,7 | 0,2 -0,2 |
| | | ≤ 1 | -2,2 | -1,8 | -1,2 | 0,2 -0,2 |
| | 0,05 | ≥ 10 | -1,4 | -0,9 | -0,7 | 0,2 -0,2 |
| | | ≤ 1 | -2,0 | -1,6 | -1,2 | 0,2 -0,2 |
| 0,10 | ≥ 10 | -1,2 | -0,8 | -0,7 | 0,2 -0,2 | |
| | ≤ 1 | -1,8 | -1,4 | -1,2 | 0,2 -0,2 | |

Nota: Se considerarán cubiertas planas aquellas con una pendiente no superior a 5°

Aplicando lo indicado al edificio en cuestión, resulta;



Considerando bordes con aristas existen 2 posibilidades de cargas;

En la zona F;

$$q_e = 0,42 \cdot 2 \cdot 0,16 \cdot (-1,8) = -1,52 \text{ kN/m}^2$$

En la zona G;

$$q_e = 0,42 \cdot 2 \cdot 0,16 \cdot (-1,2) = -1,02 \text{ kN/m}^2$$

En la zona H;

$$q_e = 0,42 \cdot 2 \cdot 0,16 \cdot (-0,7) = -0,59 \text{ kN/m}^2$$

En la zona I;

$$q_e = 0,42 \cdot 2 \cdot 0,16 \cdot (-0,2) = -0,17 \text{ kN/m}^2$$

Pero también;

En la zona F;

$$q_e = 0,42 \cdot 2 \cdot 0,16 \cdot (-1,8) = -1,52 \text{ kN/m}^2$$

En la zona G;

$$q_e = 0,42 \cdot 2 \cdot 0,16 \cdot (-1,2) = -1,02 \text{ kN/m}^2$$

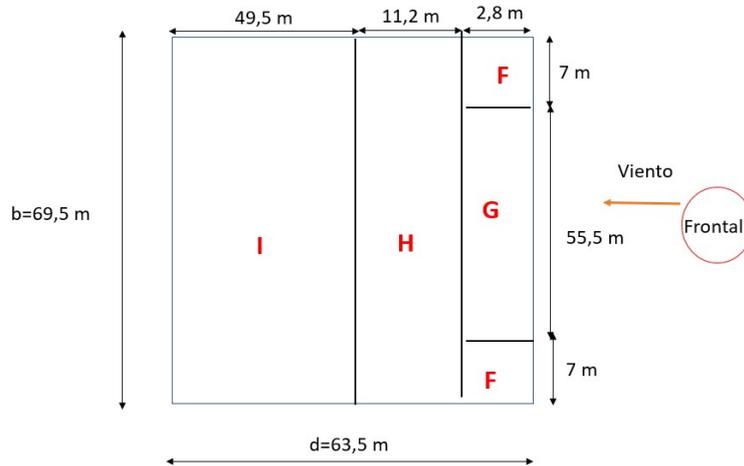
En la zona H;

$$q_e = 0,42.2,016. (-0,7) = -0,59 \text{ kN/m}^2$$

En la zona I;

$$q_e = 0,42.2,016. (0,2) = 0,17 \text{ kN/m}^2$$

Para el sentido opuesto de viento;



Considerando bordes con aristas existen 2 posibilidades de cargas;

En la zona F;

$$q_e = 0,42.2,016. (-1,8) = -1,52 \text{ kN/m}^2$$

En la zona G;

$$q_e = 0,42.2,016. (-1,2) = -1,02 \text{ kN/m}^2$$

En la zona H;

$$q_e = 0,42.2,016. (-0,7) = -0,59 \text{ kN/m}^2$$

En la zona I;

$$q_e = 0,42.2,016. (-0,2) = -0,17 \text{ kN/m}^2$$

Pero también;

En la zona F;

$$q_e = 0,42.2,016. (-1,8) = -1,52 \text{ kN/m}^2$$

En la zona G;

$$q_e = 0,42.2,016. (-1,2) = -1,02 \text{ kN/m}^2$$

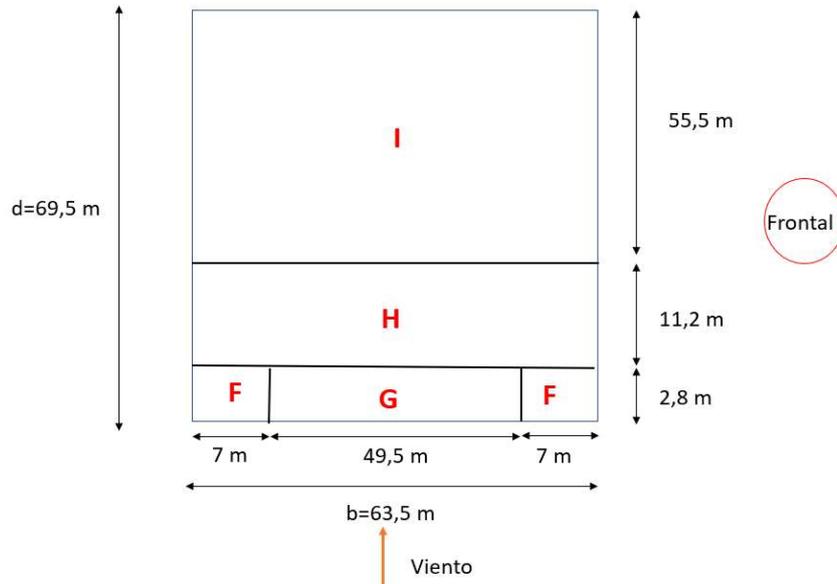
En la zona H;

$$q_e = 0,42.2,016. (-0,7) = -0,59 \text{ kN/m}^2$$

En la zona I;

$$q_e = 0,42.2,016. (0,2) = 0,17 \text{ kN/m}^2$$

En caso del viento lateral en la cubierta;



Considerando bordes con aristas existen 2 posibilidades de cargas;

En la zona F;

$$q_e = 0,42 \cdot 2,016 \cdot (-1,8) = -1,52 \text{ kN/m}^2$$

En la zona G;

$$q_e = 0,42 \cdot 2,016 \cdot (-1,2) = -1,02 \text{ kN/m}^2$$

En la zona H;

$$q_e = 0,42 \cdot 2,016 \cdot (-0,7) = -0,59 \text{ kN/m}^2$$

En la zona I;

$$q_e = 0,42 \cdot 2,016 \cdot (-0,2) = -0,17 \text{ kN/m}^2$$

Pero también;

En la zona F;

$$q_e = 0,42 \cdot 2,016 \cdot (-1,8) = -1,52 \text{ kN/m}^2$$

En la zona G;

$$q_e = 0,42 \cdot 2,016 \cdot (-1,2) = -1,02 \text{ kN/m}^2$$

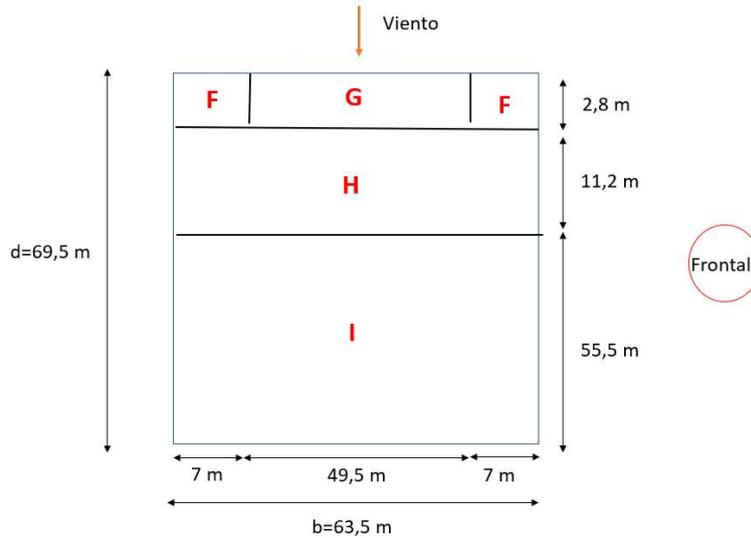
En la zona H;

$$q_e = 0,42 \cdot 2,016 \cdot (-0,7) = -0,59 \text{ kN/m}^2$$

En la zona I;

$$q_e = 0,42 \cdot 2,016 \cdot (0,2) = 0,17 \text{ kN/m}^2$$

Para el sentido opuesto;



Considerando bordes con aristas existen 2 posibilidades de cargas;

En la zona F;

$$q_e = 0,42 \cdot 2,016 \cdot (-1,8) = -1,52 \text{ kN/m}^2$$

En la zona G;

$$q_e = 0,42 \cdot 2,016 \cdot (-1,2) = -1,02 \text{ kN/m}^2$$

En la zona H;

$$q_e = 0,42 \cdot 2,016 \cdot (-0,7) = -0,59 \text{ kN/m}^2$$

En la zona I;

$$q_e = 0,42 \cdot 2,016 \cdot (-0,2) = -0,17 \text{ kN/m}^2$$

Pero también;

En la zona F;

$$q_e = 0,42 \cdot 2,016 \cdot (-1,8) = -1,52 \text{ kN/m}^2$$

En la zona G;

$$q_e = 0,42 \cdot 2,016 \cdot (-1,2) = -1,02 \text{ kN/m}^2$$

En la zona H;

$$q_e = 0,42 \cdot 2,016 \cdot (-0,7) = -0,59 \text{ kN/m}^2$$

En la zona I;

$$q_e = 0,42 \cdot 2,016 \cdot (0,2) = 0,17 \text{ kN/m}^2$$

Viento Interior

La acción de viento en el interior de la nave puede considerarse como una acción extraordinaria o como una acción persistente o transitoria.

La presión dinámica será igual al calculado previamente;

$$q_b = 0,42 \text{ kN/m}^2$$

Mientras que para conocer el coeficiente de exposición c_e , se debe de conocer la distribución de huecos en las fachadas.

Se sabe que el área de los huecos de la fachada frontal es muy superior al resto de las fachadas.

La altura media de los huecos se calcula de la siguiente forma;

$$z_i = \frac{\sum A_{hi} \cdot z_{hi}}{\sum A_{hi}}$$

Si el edificio presenta grandes huecos el efecto del viento interior se suma al exterior;

$$q_e = q_b \cdot (c_{ee} \cdot c_{pe} + c_{ei} \cdot c_{pi})$$

Tabla 3.6 Coeficientes de presión interior

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

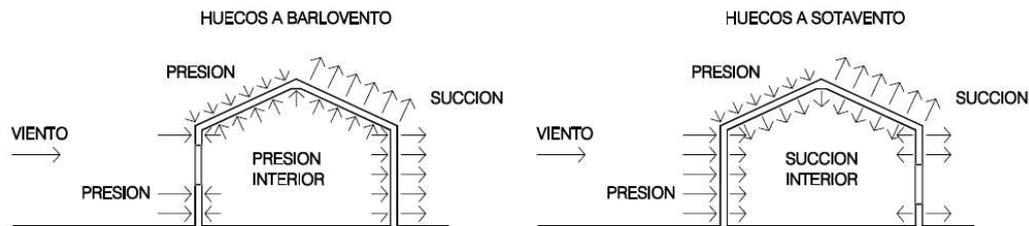


Fig. 3.1 Presiones ejercidas por el viento en una construcción diáfana

Se determina la altura media de los huecos en las fachadas mediante una hoja de cálculo con sus respectivas áreas;

Tabla 1. Detalles de las aperturas

| Aperturas | | | | | | |
|----------------------|-------------------|-------------|---------------|---------------|----------------------------|-----------------|
| Fach. Frontal | | | | | | |
| | Ancho | Alto | Coordx | Coordy | Area(m²) | A.z |
| | 4 | 4.5 | 8.13 | 2.25 | 18 | 40.5 |
| | 2.9 | 3 | 11.58 | 1.5 | 8.7 | 13.05 |
| | 2.9 | 3 | 17.43 | 1.5 | 8.7 | 13.05 |
| | 2.9 | 3 | 21.83 | 1.5 | 8.7 | 13.05 |
| | 2.9 | 3 | 26.38 | 1.5 | 8.7 | 13.05 |
| | 2 | 2.4 | 31.25 | 1.2 | 4.8 | 5.76 |
| | 5 | 7.3 | 34.75 | 6.65 | 36.5 | 242.725 |
| | 2 | 2.4 | 38.65 | 1.2 | 4.8 | 5.76 |
| | 2.9 | 3 | 43.13 | 1.5 | 8.7 | 13.05 |
| | 2.9 | 3 | 47.68 | 1.5 | 8.7 | 13.05 |
| | 2.9 | 3 | 52.08 | 1.5 | 8.7 | 13.05 |
| | 2.9 | 3 | 56.48 | 1.5 | 8.7 | 13.05 |
| | 4 | 4.5 | 61.38 | 2.25 | 18 | 40.5 |
| | 3.1 | 1.2 | 8.13 | 8.3 | 3.72 | 30.876 |
| | 3.1 | 1.2 | 12.98 | 8.3 | 3.72 | 30.876 |
| | 3.1 | 1.2 | 17.28 | 8.3 | 3.72 | 30.876 |
| | 3.1 | 1.2 | 21.98 | 8.3 | 3.72 | 30.876 |
| | 3.1 | 1.2 | 26.28 | 8.3 | 3.72 | 30.876 |
| | 3.1 | 1.2 | 30.7 | 8.3 | 3.72 | 30.876 |
| | 3.1 | 1.2 | 38.8 | 8.3 | 3.72 | 30.876 |
| | 3.1 | 1.2 | 43.23 | 8.3 | 3.72 | 30.876 |
| | 3.1 | 1.2 | 47.53 | 8.3 | 3.72 | 30.876 |
| | 3.1 | 1.2 | 52.23 | 8.3 | 3.72 | 30.876 |
| | 3.1 | 1.2 | 56.53 | 8.3 | 3.72 | 30.876 |
| | 3.1 | 1.2 | 61.38 | 8.3 | 3.72 | 30.876 |
| Total | | | | | 196.34 | 810.157 |
| zi | 4.12629622 | | | | | |
| Izquierda | | | | | | |
| | Ancho | Alto | Coordx | Coordy | Area(m ²) | A.z |
| | 3.1 | 1.2 | 56.58 | 8.3 | 3.72 | 30.876 |
| | 3.1 | 1.2 | 60.88 | 8.3 | 3.72 | 30.876 |
| | 0.86 | 2.09 | 21.26 | 1.05 | 1.7974 | 1.88727 |
| | 0.86 | 2.09 | 51.64 | 1.05 | 1.7974 | 1.88727 |
| Total | | | | | 11.0348 | 65.52654 |
| zi | 5.93817197 | | | | | |
| Derecha | | | | | | |
| | Ancho | Alto | Coordx | Coordy | Area(m ²) | A.z |
| | 3.1 | 1.2 | 56.58 | 8.3 | 3.72 | 30.876 |
| | 3.1 | 1.2 | 60.88 | 8.3 | 3.72 | 30.876 |
| | 0.86 | 2.09 | 21.26 | 1.05 | 1.7974 | 1.88727 |
| | 0.86 | 2.09 | 51.64 | 1.05 | 1.7974 | 1.88727 |
| Total | | | | | 11.0348 | 65.52654 |
| zi | 5.93817197 | | | | | |
| Trasera | | | | | | |
| | Ancho | Alto | Coordx | Coordy | Area(m ²) | A.z |
| | 0.86 | 2.09 | 20.68 | 1.05 | 1.7974 | 1.88727 |
| | 0.86 | 2.09 | 48.82 | 1.05 | 1.7974 | 1.88727 |
| Total | | | | | 3.5948 | 3.77454 |
| zi | 1.05 | | | | | |

Teniendo en cuenta que los huecos dominantes están en la fachada;

$$z_i = 4,12 \text{ m}$$

$$F_i = 0,22 \cdot \ln \frac{\max(4,12,14)}{0,3} = 0,845$$

$$c_{ei} = 0,845 \cdot (0,845 + 7,022) = 2,016$$

Si el viento interior se considera como una acción accidental;

Presión interior (sentido fuera de pórtico)

$$q_{ei} = 0,42 \cdot 2,016 \cdot 0,7 = 0,59 \text{ kN/m}^2$$

Succión interior (sentido hacia dentro del pórtico)

$$q_{ei} = 0,42 \cdot 2,016 \cdot (-0,5) = -0,423 \text{ kN/m}^2$$

Tras realizar el cálculo anterior, se debe introducir los datos al CYPE 3D. Para ello se debe de realizar combinaciones pertinentes.

Para entender la situación de las combinatorias se definen variables, igual que CYPE 3d lo haría.

- **V (0°) H1:** Se combinan los valores del cálculo viento frontal, viento frontal en la cubierta (succión en I) y presión interior. (sentido hacia fuera)
- **V (0°) H2:** Se combinan los valores del cálculo viento frontal, viento frontal en la cubierta (succión en I) y succión. (sentido hacia dentro)
- **V (0°) H3:** Se combinan los valores del cálculo viento frontal, viento frontal en la cubierta (presión en I) y presión interior. (sentido hacia fuera)
- **V (0°) H4:** Se combinan los valores del cálculo viento frontal, viento frontal en la cubierta (presión en I) y succión. (sentido hacia dentro)
- **V (180°) H1:** Se combinan los valores del cálculo viento trasero, viento trasero en la cubierta (succión en I) y presión interior. (sentido hacia fuera)
- **V (180°) H2:** Se combinan los valores del cálculo viento trasero, viento trasero en la cubierta (succión en I) y succión. (sentido hacia dentro)
- **V (180°) H3:** Se combinan los valores del cálculo viento trasero, viento trasero en la cubierta (presión en I) y presión interior. (sentido hacia fuera)
- **V (180°) H4:** Se combinan los valores del cálculo viento trasero, viento trasero en la cubierta (presión en I) y succión. (sentido hacia dentro)
- **V (90°) H1:** Se combinan los valores del cálculo viento lateral, viento lateral en la cubierta (succión en I) y presión interior. (sentido hacia fuera)
- **V (90°) H2:** Se combinan los valores del cálculo viento lateral, viento lateral en la cubierta (succión en I) y succión. (sentido hacia dentro)
- **V (90°) H3:** Se combinan los valores del cálculo viento lateral, viento lateral en la cubierta (presión en I) y presión interior. (sentido hacia fuera)
- **V (90°) H4:** Se combinan los valores del cálculo viento lateral, viento lateral en la cubierta (presión en I) y succión. (sentido hacia dentro)
- **V (270°) H1:** Se combinan los valores del cálculo viento lateral, viento lateral en la cubierta (succión en I) y presión interior. (sentido hacia fuera)

- **V (270°) H2:** Se combinan los valores del cálculo viento lateral, viento lateral en la cubierta (succión en l) y succión. (sentido hacia dentro)
- **V (270°) H3:** Se combinan los valores del cálculo viento lateral, viento lateral en la cubierta (presión en l) y presión interior. (sentido hacia fuera)
- **V (270°) H4:** Se combinan los valores del cálculo viento lateral, viento lateral en la cubierta (presión en l) y succión. (sentido hacia dentro)

1.3.1.2 Acción de Nieve

De acuerdo con el DB SE-AE, Colmenar Viejo se encuentra en la zona climática 4, a una cota de 883 m, por tanto, se puede interpolar los datos de la tabla E.2 para determinar la sobrecarga de nieve.

$$Q_{nieve} = 0,96 \text{ kN/m}^2$$

Se hacen tres hipótesis para la nieve en CYPE 3d,

- Toda la cubierta está cargada de nieve.
- El lado izquierdo está completamente cargado, el lado derecho a la mitad.
- El lado derecho está completamente cargado, el lado izquierdo a la mitad.

1.3.1.3 Acciones Permanentes

A continuación, se va a describir las acciones permanentes que se consideran en el cálculo de estructuras.

Peso Propio

El programa CYPE 3d es capaz de determinar el peso propio de los elementos automáticamente, pero para el peso de la cubierta se debe de añadir una hipótesis adicional, para ello se añade una hipótesis desde la pestaña **Datos generales**.

Al tratarse de una cubierta deck, se ha considerado una carga muerta de;

$$Peso \text{ cubierta} = 0,3 \text{ kN/m}^2$$

Además, se ha considerado los pesos propios del forjado de la entreplanta y el pavimento.

Se trata de un forjado de losas alveolares de un canto 30 cm. Consultando en los catálogos de varias fabricantes, se opta por un valor conservador.

$$Peso \text{ forjado} = 5 \text{ kN/m}^2$$

Para el pavimento se puede tomar una carga muerta de;

$$Peso \text{ pavimento} = 1 \text{ kN/m}^2$$

Para las vigas que soportan el hueco del ascensor se ha tomado una carga lineal de;

$$Cerramiento \text{ interior_huecos} = 5 \text{ kN/m}$$

Además, se ha tenido en cuenta el peso del cerramiento del pórtico 6 que separa la zona industrial de las oficinas que descansa sobre la viga;

$$Cerramiento \text{ interior_oficinas} = 7 \text{ kN/m}$$

1.3.1.4 Acciones Variables

Existen diversas acciones de tipo variable en la nave, que son;

- Acción del viento
- Acción de la nieve
- Sobrecarga de uso

Previamente se ha calculado los valores de las acciones de viento y nieve. Después estos valores se han introducido en sus hipótesis adicionales correspondientes de manera que no se combinen para una misma hipótesis.

Finalmente se asignaron cargas superficiales en los paños creados previamente.

Pero hay que considerar la acción de sobrecarga de uso en las zonas;

Sobrecarga de Uso

- **Cubierta:** Se utiliza la categoría de uso G1, “Cubierta ligera sobre correas (sin forjado)”

Que corresponde con;

$$Q_{cub_uso} = 0,4 \text{ kN/m}^2$$

- **Oficinas:** Se utilizada la categoría de uso B; con

$$Q_{ofi_uso} = 2 \text{ kN/m}^2$$

1.3.1.5 Acciones Accidentales

Sismo

Las acciones debidas al sismo se definen en la Norma de Construcción Sismorresistente NCSE-02.

La aceleración sísmica básica para Colmenar Viejo viene dada según el mapa sísmico de la NCSE-02;

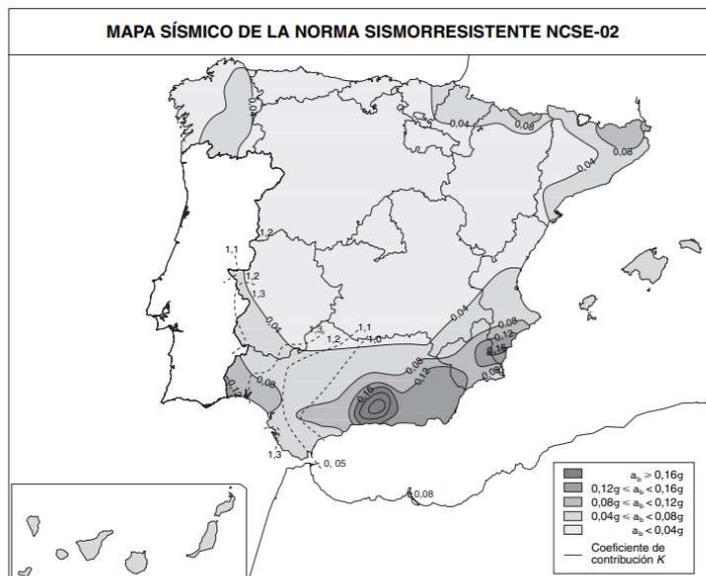


Figura 2.1 Mapa de Peligrosidad Sísmica

$$a_b \leq 0,04g \text{ kN/m}^2$$

De acuerdo con lo dispuesto en la Norma NCSE-02, según el Mapa de Peligrosidad Sísmica, el valor de la aceleración sísmica de cálculo a_c siempre será inferior a **0,06 g**, de lo que se deduce que la NCSE-02 no es de aplicación.

1.3.2 Esfuerzos

Tras ejecutar el cálculo de modelo de barras de la nave en el CYPE 3d, se obtienen esfuerzos en todos los elementos.

A continuación, se muestran los esfuerzos para las dos vigas de la fachada frontal;

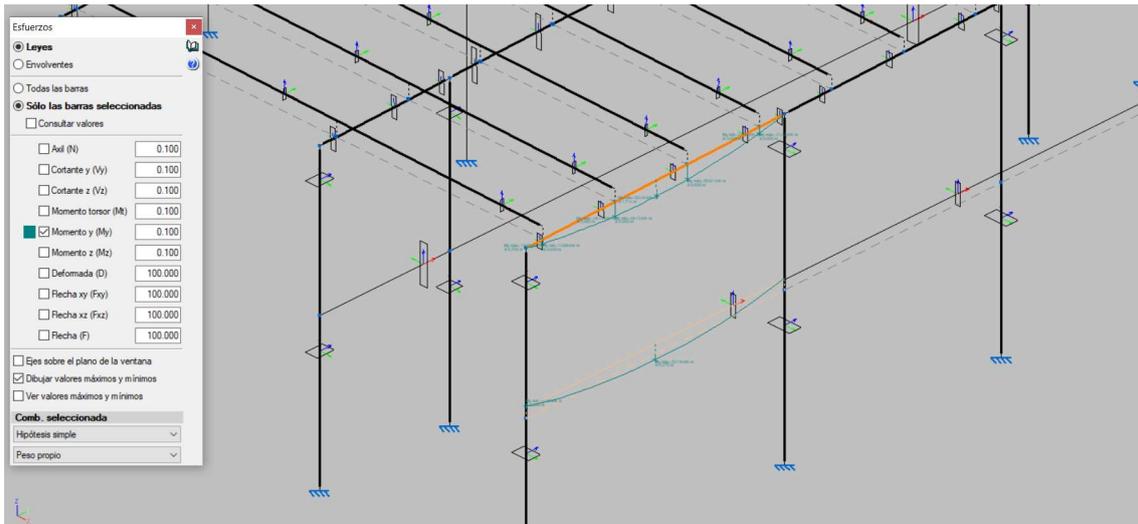


Figura 1. Extracto del CYPE 3D

Y para el resto de los elementos, se resumen los esfuerzos en la siguiente tabla;

1.3.3 Cimentación

En este apartado se va a realizar el cálculo de la cimentación de la nave industrial. Para ello se partirá del cálculo previo que se ha realizado en el CYPE 3D.

Antes de empezar al cálculo de la cimentación se debe tener en cuenta algunos parámetros obtenidos del estudio geotécnico.

El estudio geotécnico permite caracterizar la geotecnia de los materiales presentes en el subsuelo, la determinación de la carga admisible y los asentos.

Los terrenos de la parcela de la nave industrial se clasifican en las siguientes unidades geotécnicas;

- UG1: Arenas con limo y gravas aisladas. Profundidad media de **0,65 m**.
- UG2: Arcillas (mioceno). (Espesor sin determinar).
- UG3: Yesos nodulares entre arcillas grises y marrones. (Espesor sin determinar)

Se ha detectado agua a profundidad de 3,04 m, 3,12 m y 3,76 m.

La permeabilidad del terreno natural es baja.

La tensión admisible viene dada como;

$$\sigma_{adm} = 240 \text{ kN/m}^2$$

El peso específico del terreno se puede considerar;

$$\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$$

El coeficiente de balasto;

$$K_{30} = 197 \text{ kg/cm}^3$$

La normativa que se a seguir para el dimensionado de zapatas será la EHE-08.

Se han proyectado zapatas rectangulares aisladas centradas en las fachadas exteriores de la nave y zapatas cuadradas centradas para los pilares interiores.

Se ha mantenido un canto de 100 cm en todas las zapatas para una mayor facilidad de puesta en obra.

La configuración por defecto que traía el CYPE 3d se ha modificado en estos aspectos;

- Se ha cambiado la normativa por EHE-08.
- Se estableció un canto mínimo de 100 cm.
- Cuantía mínima geométrica se modificó a 0.0009 teniendo en cuenta el acero empleado (B 500 S).
- El recubrimiento lateral (Ila+Qc) se modificó a 80 mm.
- El recubrimiento inferior (Ila+Qc) se modificó a 60 mm.

El detalle de la solución se puede ver en los planos de estructura y en el anexo de cálculo.

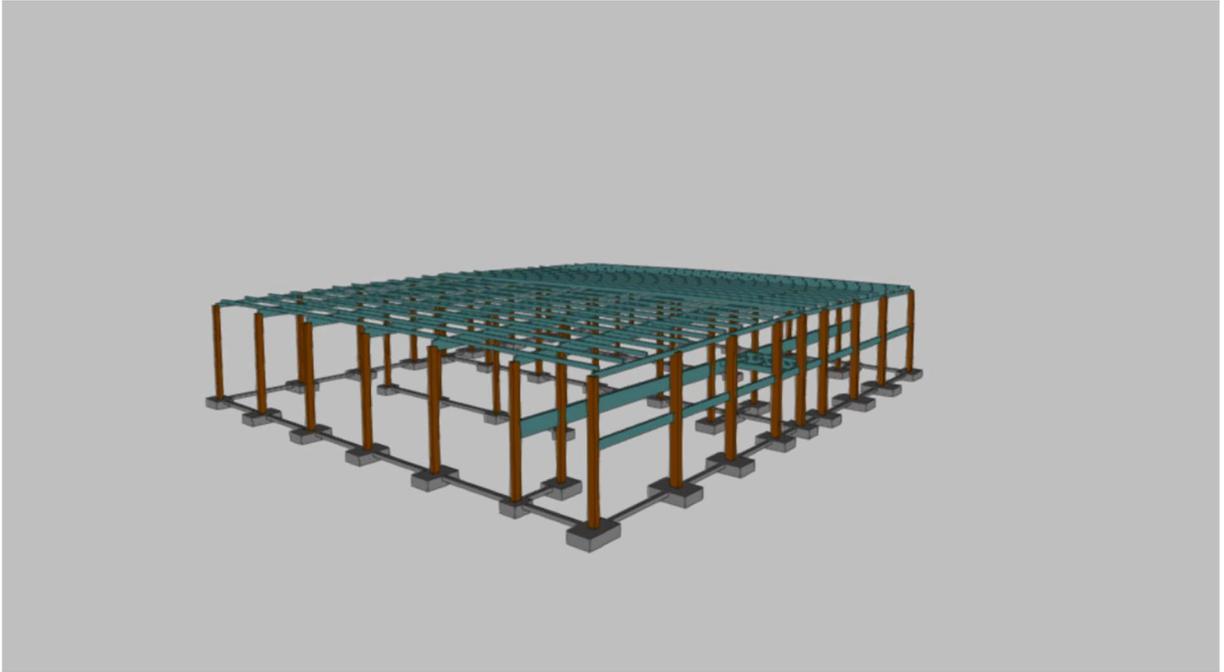


Figura 2. Estructura CYPE 3D con cimentación

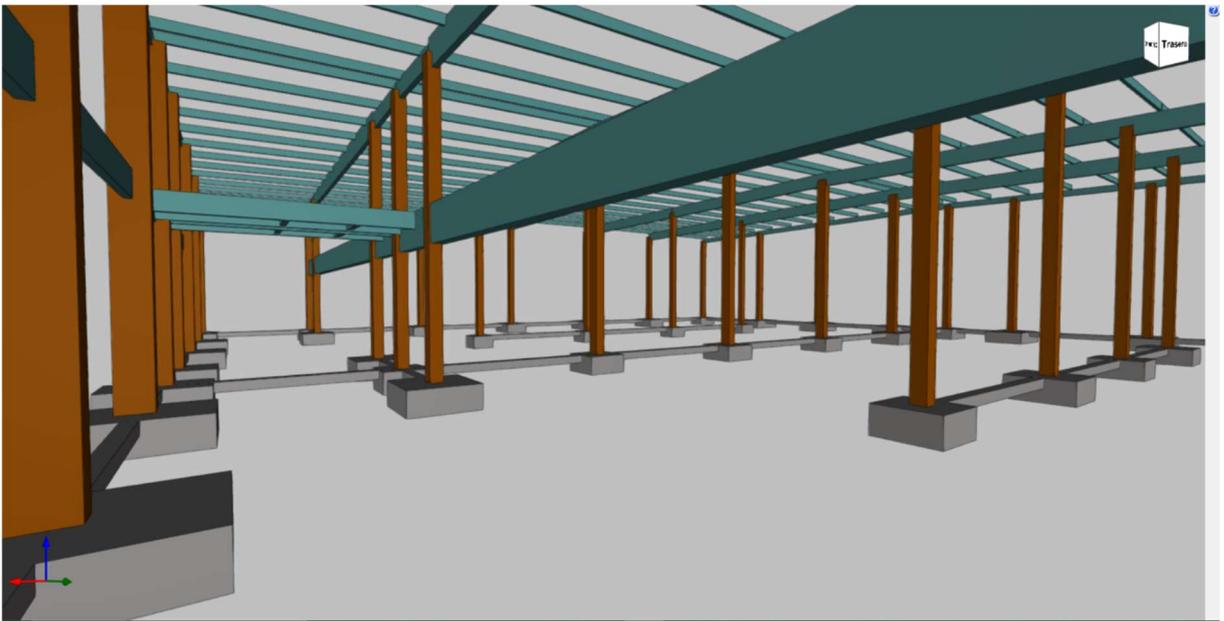


Figura 3. Detalle 3D extraído del CYPE 3D

1.4 ELEMENTOS PREFABRICADOS

1.4.1 Vigas tipo I

- **I 80:** Cubre luces de 4,5 m hasta 9,6 m. Se utiliza para las vigas de cubierta del pórtico 6 y las vigas de entreplanta del pórtico 7.

Para este caso, a través de catálogos de prefabricados Pujol, se opta por un modelo;

Viga Orion con capacidad de cubrir luces hasta 17 m, más que suficiente para esta aplicación.

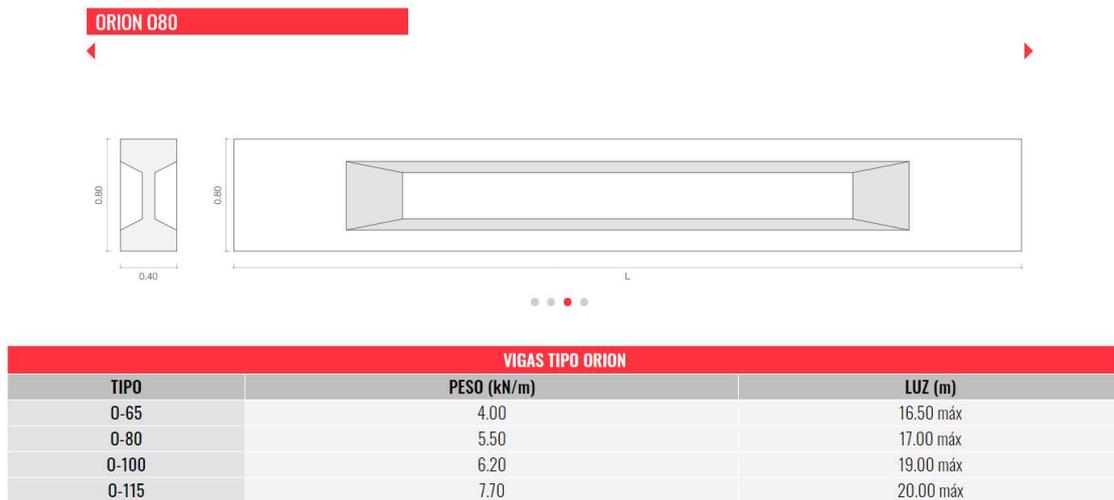


Figura 4. Características de la viga extraída del catálogo Prefabricados Pujol

Pero también, del catálogo de Preteresa se puede elegir dos posibles perfiles, el más básico con una R90 y R120 respectivamente (I-80 R);

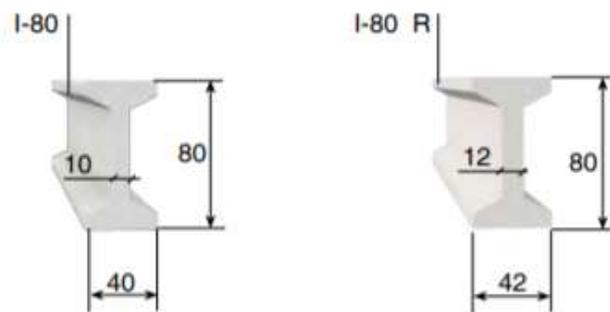


Figura 5. Modelos alternativos de la casa Preteresa

Jácnas I | Jácnas I

| Características | | | | |
|-----------------|------|------|--------------|----------------------|
| Tipo | Base | Alma | Peso (Kg/ml) | Resistencia al Fuego |
| I-60 | 40 | 10 | 330 | R 90 |
| I-60 R | 42 | 12 | 360 | R 120 |
| I-80 | 40 | 10 | 380 | R 90 |
| I-80 R | 42 | 12 | 420 | R 120 |
| I-100 | 40 | 10 | 507 | R 90 |
| I-100 R | 42 | 12 | 557 | R 120 |
| I-120 | 40 | 10 | 562 | R 90 |
| I-120 R | 42 | 12 | 622 | R 120 |
| I-140 | 50 | 10 | 650 | R 120 |
| I-140 R | 52 | 12 | 720 | R 120 |
| I-150 | 50 | 10 | 775 | R 120 |
| I-150 R | 52 | 12 | 850 | R 120 |
| I-160 | 80 | 12 | 959 | R 120 |
| I-170 | 80 | 12 | 1159 | R 120 |

Resistencia al Fuego certificada por Applus+ según: UNE-ENV 1992-1-2 (Eurocódigo 2)

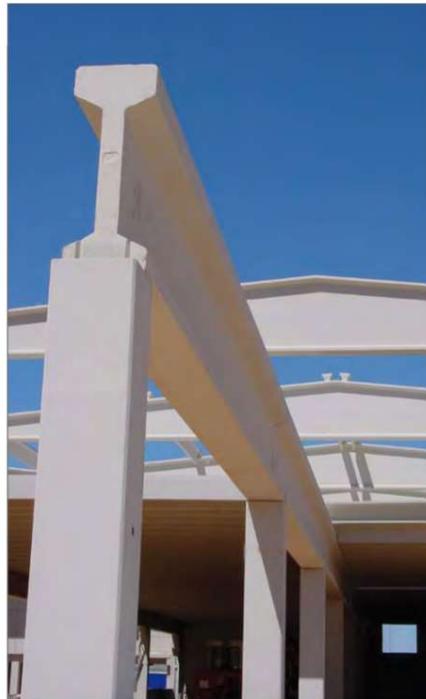


Figura 6. Detalle de apoyo Viga-Pilar. Fuente Pretersa

- I 100: Se trata de las vigas de cubierta utilizado en la nave, concretamente en los pórticos 2,3,4 y 5. Salvan luces de hasta 17,1 m.

Para ello se elige el modelo **Orion 0100** de prefabricados Pujol con capacidad para salvar luces de hasta 19 m;

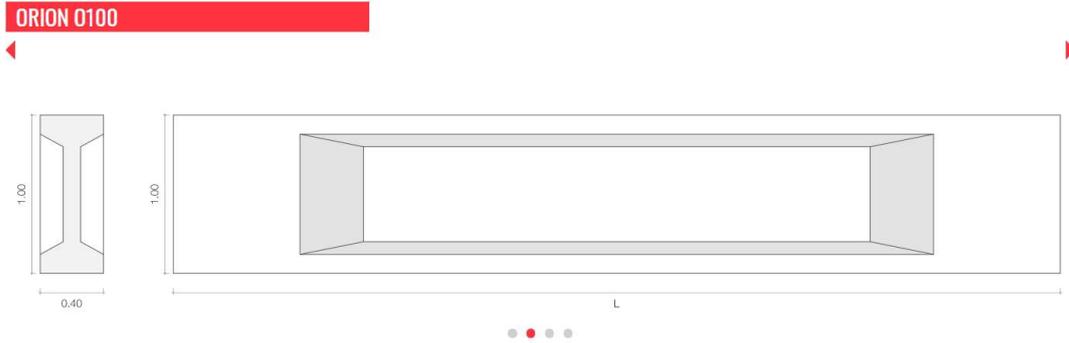


Figura 7. Características de la viga extraída del catálogo Prefabricados Pujol

De manera alternativa se puede elegir del catálogo de Pretersa;

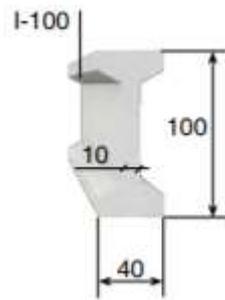


Figura 8. Modelo alternativo de la casa Pretersa

- I 120: Sin lugar a duda es el elemento más crítico ya que salva una luz de 24 m. Para ello, según la información facilitada en los catálogos comerciales;

Viga **Minerva 110**, que es capaz de salvar luces de 26 m.



| ATHENA - MINERVA - VENUS - PIERA | | |
|----------------------------------|--------------------|-----------|
| TIPO | PESO PROPIO (kN/m) | LUZ (m) |
| ATHENA 90 | 6.42 | 22.00 máx |
| MINERVA 110 | 7.02 | 26.00 máx |
| VENUS 130 | 7.62 | 31.00 máx |
| PIERA 150 | 9.80 | 35.00 máx |

Figura 9. Características de la viga extraída del catálogo Prefabricados Pujol

También del fabricante Preteresa se pueden obtener 2 alternativas diferentes según la resistencia al fuego como se ha comentado previamente;

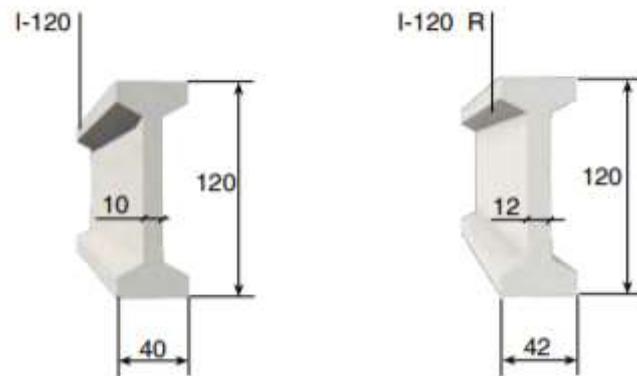


Figura 10. Modelo alternativo de la casa Preteresa

1.4.2 Vigas tipo T

Este tipo de vigas se colocarán en la cubierta de la fachada frontal y trasera.

De la guía de estructuras prefabricadas de hormigón andece v1, se aprecia el detalle del apoyo.

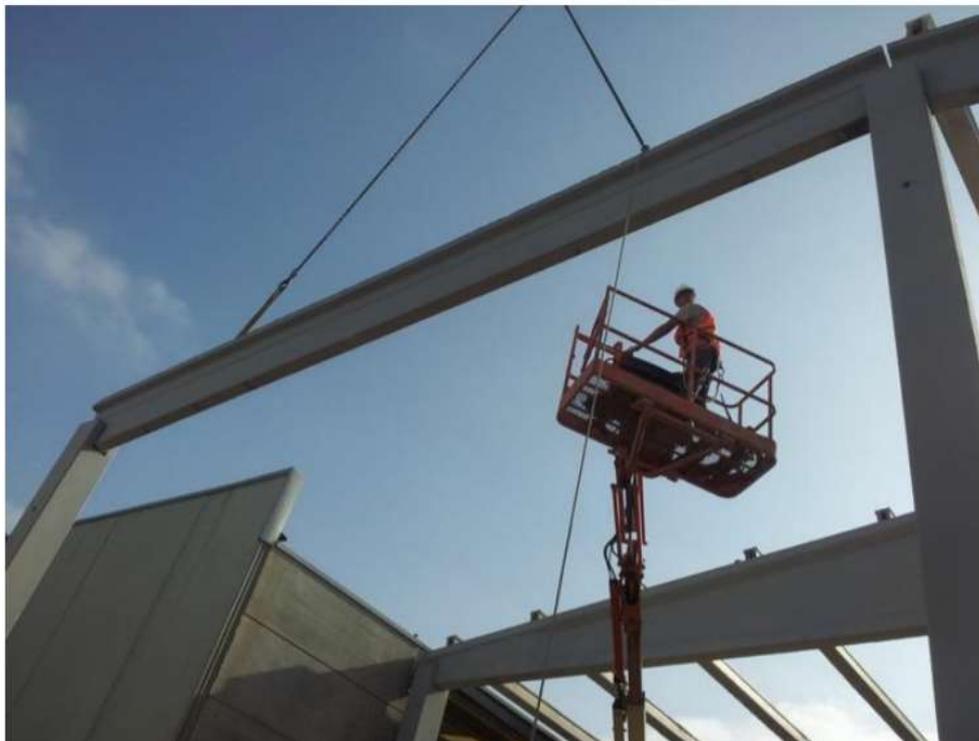
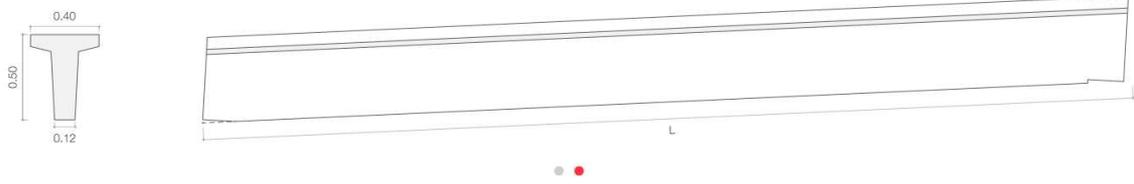


Figura 11. Detalla de apoyo de la viga tipo T. (Fuente Guía Andece)

Hay que tener en cuenta que la luz máxima que va a salvar esta viga no será mayor de 10 m.

Del catálogo de prefabricados Pujol;

RIOSTRA LATERAL R50



| RIOSTRA LATERAL | | |
|-----------------|-------------|-----------|
| TIPO | PESO (kN/m) | LUZ (m) |
| R50 | 2.20 | 10.00 máx |
| R65 | 3.14 | 11.50 máx |

Figura 12. Características de la viga extraída del catálogo Prefabricados Pujol

De manera alternativa, Tecnyconta ofrece el modelo T-50, que finalmente se empleará en la estructura;

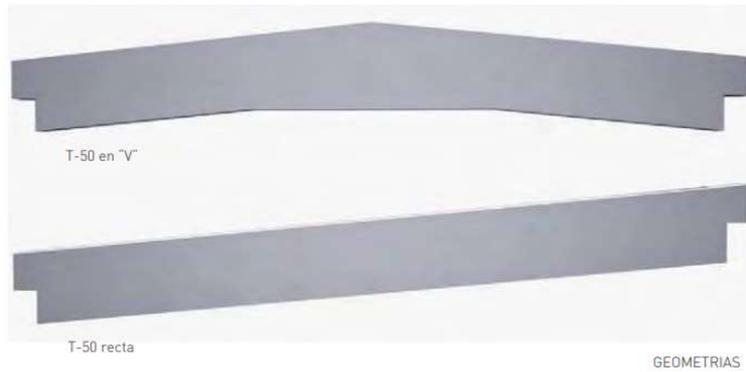


Figura 13. Características de la viga extraída del catálogo Tecnyconta

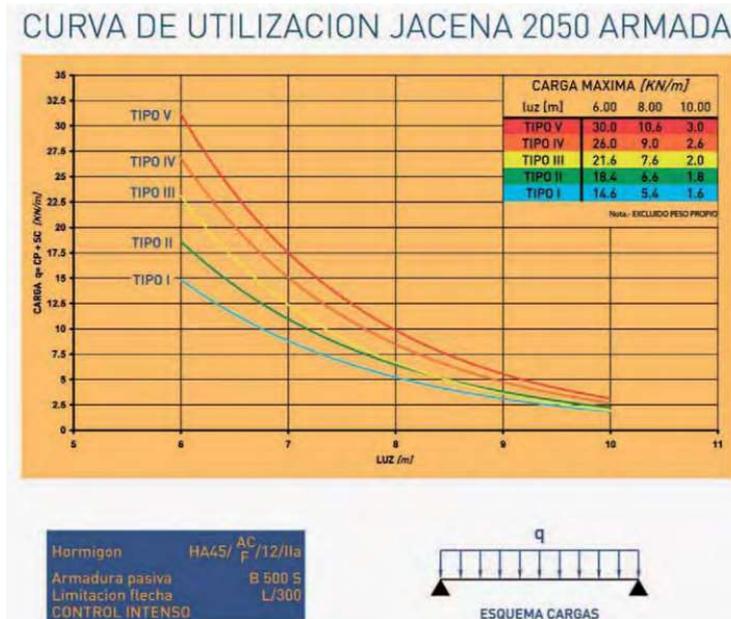


Figura 14. Curva de utilización de la viga (Fuente Tecnyconta)

1.4.3 Vigas tipo L

La función principal de estas vigas es soportar el forjado de la entreplanta.

Para ello se disponen dos perfiles de viga I situadas en el nivel de la entreplanta del pórtico 6. Para el perfil central de mayor longitud se ha elegido una mayor anchura respecto a las posiciones externas.

Del catálogo de Alve, se puede apreciar el detalle de apoyo en la viga T, cuando existe forjado en ambos lados de la viga, en el caso que se está estudiando esta situación no existe ya que solamente existe forjado en un lado de la viga, por tanto, se emplearán vigas tipo I.



Figura 15. Detalle de apoyo de una viga T en una losa alveolar (Fuente:Alve)

| CUELGUE 25 | | | CUELGUE 40 | | |
|------------|--------|-------|------------|--------|-------|
| A x B (cm) | C (cm) | Kg/ml | A x B (cm) | C (cm) | Kg/ml |
| 40x25 | 16 | 326 | 40x40 | 16 | 430 |
| | 20 | 350 | | 20 | 500 |
| | 25 | 380 | | 25 | 530 |
| | 30 | 410 | | 30 | 560 |
| | 40 | 450 | | 40 | 600 |
| 50x25 | 50 | 500 | 50x40 | 50 | 650 |
| | 16 | 430 | | 16 | 617 |
| | 20 | 463 | | 20 | 650 |
| | 25 | 508 | | 25 | 695 |
| | 30 | 553 | | 30 | 740 |
| | 40 | 613 | 40 | 800 | |
| | 50 | 688 | 50 | 875 | |

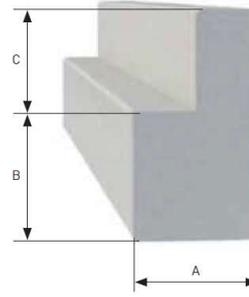


Figura 16. Características de la viga del catálogo de Alve

Existen soluciones con mayor canto, como ofrece la fabricante Leadri;

VISTA IN SEZIONE
(Trave Rettangolare e ad "L"):

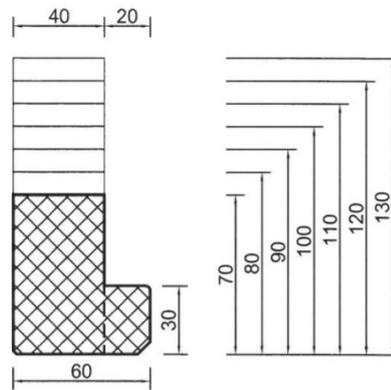


Figura 17. Extracto del catálogo de Leadri para una viga tipo L

1.4.4 Correas Tubulares

La función principal de las correas es soportar el peso y las sobrecargas de la cubierta.

Se van a emplear correas tubulares.

En el caso que se está estudiando se deben de cubrir luces de 10,76 m.

Para ello existen diferentes modelos que varían ligeramente, y pueden cubrir luces de hasta 15 m.

Del Grupo Aljema Relosa,

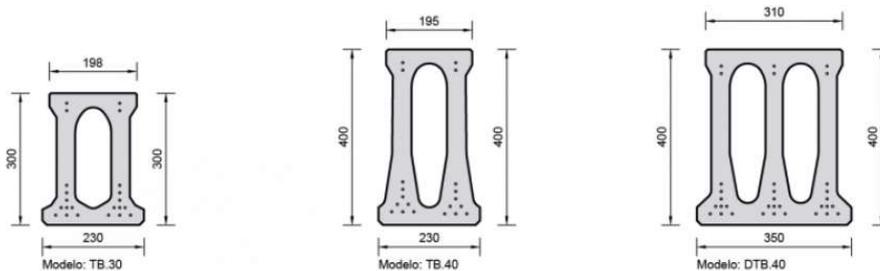


Figura 18. Diferentes geometrías de correas. (Fuente: Aljema Relosa)

De Pretersa;

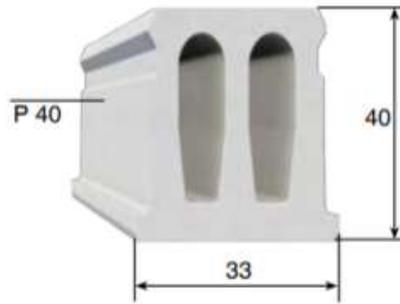


Figura 19. Modelo alternativo. (Fuente:Pretersa)

De Prefabricados Pujol;

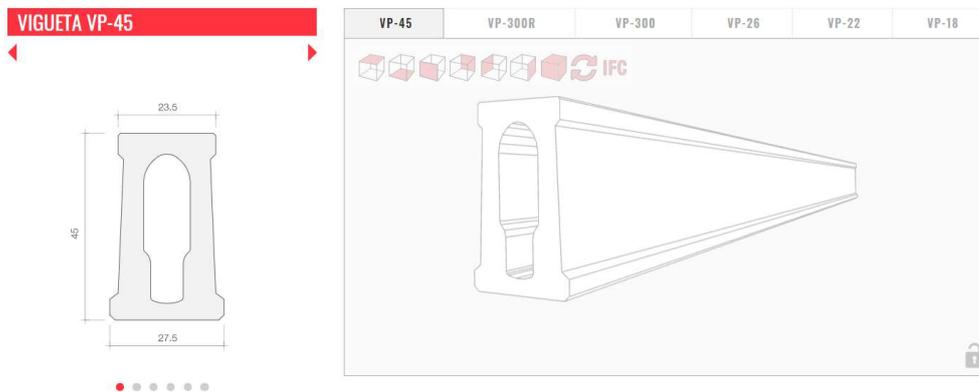


Figura 20. Correa del catálogo de Prefabricados Pujol

1.4.5 Losa Alveolar

El forjado de las oficinas se compone de un conjunto de losas alveolares prefabricadas de hormigón pretensado, con armadura de reparto y hormigón vertido en obra en relleno de juntas laterales entre losas y formación de la losa superior (capa de compresión).

La losa alveolar salvará 8,6 m entre el pórtico 6 y pórtico 7.

Las dimensiones de la losa serán de 30 cm de canto total con un ancho de 120 cm.

El cálculo de la losa requerida se ha realizado mediante la aplicación Aidepla, desde su página web y se puede consultar los resultados obtenidos en los anexos de cálculo.

Del Prefabricados Pujol se puede obtener;

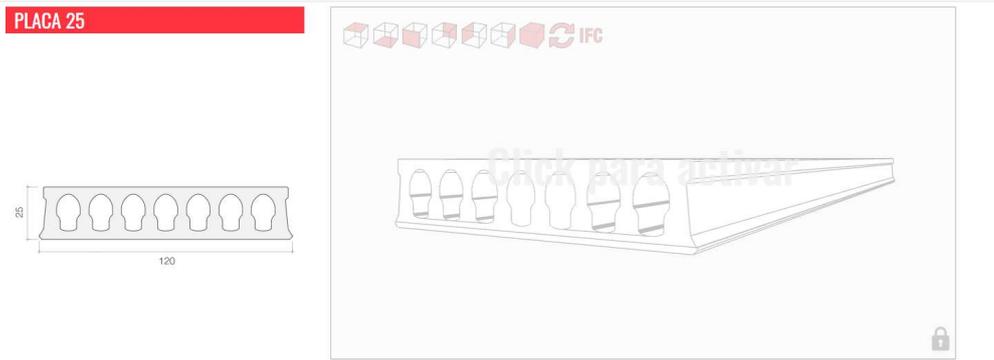


Figura 21. Losa alveolar del catálogo Prefabricados Pujol

Con las siguientes características;

| PLACAS ALVEOLARES 25 | | | |
|----------------------|-------------------------|------------------------|----------------------------------|
| TIPOS DE PLACA | MOMENTO ÚLTIMO (m-kN/m) | CORTANTE ÚLTIMO (kN/m) | PESO PROPIO (kN/m ²) |
| 25.4 | 119 | 73 | 3.24 |
| 25.6 | 185 | 102 | |

De Aljema Relosa se puede obtener un producto similar;

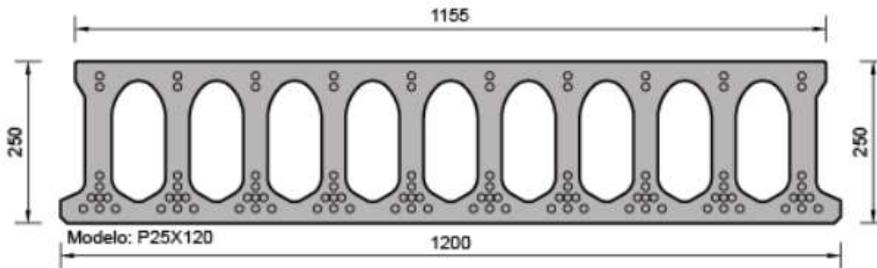


Figura 22. Losa alveolar del catálogo de Aljema Relosa

Que cuenta con el certificado de conformidad (obligatorio) siguiente;

FICHA DE CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS SEGÚN EHE-08
 PLACAS PRETENSADAS TIPO: P25x120 Rev00: de 17/1/2014



ALJEMA
 P.I. Cavila Parc I-1
 30400 Caravaca de la Cruz (Murcia)

TÉCNICO AUTOR DE LA MEMORIA

José María Polo Palau
 Ingeniero Industrial
 www.kningenieros.com

Hoja 2 de 7



0099/CPR/A87/0133
 EN 1168:2005+A3:2011





AENOR
 Empresa Registrada
 UNE-EN ISO 9001
 ER-1255/2008

Descripción de la placa.

Materiales.

| | | | |
|--------------------------------|-----------------------------|---|---|
| HORMIGÓN DE PLACA | HP-40 /S/12 | f _{ck} =40 N/mm ² | γ _c 1.50 |
| HORMIGÓN VERTIDO EN OBRA | HA-25 /B/20 | f _{ck} =25 N/mm ² | γ _c 1.50 |
| ACERO DE PRETENSAR ALAMBRE 5mm | UNE 38094-97 Y1860 C 5.0 I1 | f _{pk} =1865 N/mm ² | γ _s 1.15 atargamiento rot 4% |
| ACERO ARMADURA SUPERIOR | B 500S UNE 36-065-04 | f _{yk} =500 N/mm ² | γ _s 1.15 atargamiento rot 1% |

Armado de la placa.

| TIPO ARMADO | | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | T7 | T8 | T9 | T10 | T11 | T12 |
|------------------------------|-------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| SITUACIÓN DE LAS ARMADURAS | F10 | | | | | | 4 φ 5 | 6 φ 5 | 6 φ 5 | 6 φ 5 | 6 φ 5 | 6 φ 5 | 6 φ 5 |
| | F9 | 4 φ 5 | 4 φ 5 | 4 φ 5 | 4 φ 5 | 4 φ 5 | | | | | | | |
| | F8 | | | | | | | | | | | | |
| | F7 | | | | | | | | | | | | |
| | F6 | | | | | | | | | | | | |
| | F5 | | | | | | | | | | | | |
| | F4 | | | | | | | | | | | | |
| | F3 | | | | | | | | | | 2 φ 5 | 6 φ 5 | 10 φ 5 |
| | F2 | | | | | | | | | 4 φ 5 | 8 φ 5 | 10 φ 5 | 10 φ 5 |
| | F1 | 14 φ 5 | 16 φ 5 | 18 φ 5 | 20 φ 5 | 24 φ 5 | 28 φ 5 | 30 φ 5 |
| TENSION INICIAL | sup | 1324 | 1324 | 1324 | 1324 | 1324 | 1324 | 1324 | 1324 | 1324 | 1324 | 1324 | 1324 |
| | inf | 1324 | 1324 | 1324 | 1324 | 1324 | 1324 | 1324 | 1324 | 1324 | 1324 | 1324 | 1324 |
| PERDIDAS TOT. PLAZO INFINITO | | 16% | 17% | 17% | 17% | 18% | 19% | 19% | 20% | 20% | 21% | 22% | 23% |
| TENSIÓN AGRIETAM. | N/mm ² | 0.73 | 0.75 | 0.79 | 0.86 | 1.05 | 1.24 | 1.30 | 1.44 | 1.59 | 1.75 | 1.90 | 2.06 |
| TENSIÓN DESTESADO | N/mm ² | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 |

| TIPO ARMADO | | T13 | T14 | T15 | T16 | T17 | T18 | T19 | T20 |
|------------------------------|-------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| SITUACIÓN DE LAS ARMADURAS | F10 | 6 φ 5 | 6 φ 5 | | | | | | |
| | F9 | | | 4 φ 5 | 4 φ 5 | 4 φ 5 | 4 φ 5 | 4 φ 5 | 4 φ 5 |
| | F8 | | | | | | | | |
| | F7 | | | | | | | | |
| | F6 | | | | | | | | |
| | F5 | | | | | | | | |
| | F4 | 4 φ 5 | 8 φ 5 | | | | | 2 φ 5 | 8 φ 5 |
| | F3 | 10 φ 5 | 10 φ 5 | | | 4 φ 5 | 8 φ 5 | 10 φ 5 | 10 φ 5 |
| | F2 | 10 φ 5 | 10 φ 5 | 16 φ 5 | 20 φ 5 |
| | F1 | 30 φ 5 | 30 φ 5 | | | | | | |
| TENSION INICIAL | sup | 1324 | 1100 | 1324 | 1324 | 1324 | 1324 | 1324 | 1324 |
| | inf | 1324 | 1100 | 1324 | 1324 | 1324 | 1324 | 1324 | 1324 |
| PERDIDAS TOT. PLAZO INFINITO | | 24% | 23% | 17% | 17% | 18% | 19% | 19% | 20% |
| TENSIÓN AGRIETAM. | N/mm ² | 2.20 | 2.22 | 0.85 | 0.99 | 1.15 | 1.31 | 1.48 | 1.75 |
| TENSIÓN DESTESADO | N/mm ² | 26 | 26 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 |

Los requisitos de doificación del hormigón se definirán según EHE-08 art.37.3.1 en función de la clase de exposición.



Documento visado electrónicamente con número: MU16008855



ALJEMA
P.I. Cavila Parc I-1
30400 Caravaca de la Cruz (Murcia)

TÉCNICO AUTOR DE LA MEMORIA

José María Polo Palau
Ingeniero Industrial
www.lningenieros.com

Hoja 3 de 7



0099/CPR/A87/0133
EN 1168:2005+A3:2011





Empresa Registrada
UNE-EN ISO 9001
FR. 1755/2008

| Características mecánicas de la placa aislada. | | | | | | | | | | | | | | |
|--|-----------------------------------|--------------------|-----------------|------------------|--------------------|-------------|----------------|----------------|-----------------|-------------------|--------------------|------------------|----------------|--------------------|
| TIPO DE PLACA | Tensiones debidas al prefabricado | | | FLEXIÓN POSITIVA | | | | | | RIGIDEZ | | FLEXIÓN NEGATIVA | | |
| | P-g | Q _{pl} | Q _{sw} | Momento Último | Momento Efic. vano | CORTANTE Vu | M ₁ | M ₂ | M ₃ | MÓDULO RESISTENTE | | RIGIDEZ | Momento Último | Momento Efic. vano |
| | | | | | | | | | | inferior | superior | | | |
| in MN | kg/cm ² | kg/cm ² | m.kN | m.kN | kN | m.kN | m.kN | m.kN | cm ⁴ | cm ⁴ | kg/cm ² | m.kN | m.kN | |
| T-1 | -23.25 | 4.75 | 0.00 | 106.92 | 47.53 | 157.30 | 47.53 | 52.94 | 104.90 | 10009 | 9685 | 45615 | 33.16 | 33.16 |
| T-2 | -27.52 | 5.44 | -0.19 | 120.55 | 54.53 | 181.16 | 54.53 | 60.55 | 113.24 | 10029 | 9689 | 45670 | 33.23 | 33.23 |
| T-3 | -31.76 | 6.12 | -0.37 | 133.67 | 61.51 | 164.92 | 61.51 | 68.13 | 121.52 | 10050 | 9693 | 45726 | 33.22 | 33.22 |
| T-4 | -35.95 | 6.80 | -0.55 | 144.31 | 68.47 | 168.61 | 68.47 | 75.69 | 129.73 | 10071 | 9697 | 45783 | 33.15 | 33.15 |
| T-5 | -44.25 | 8.14 | -0.91 | 169.68 | 82.32 | 175.75 | 82.32 | 90.76 | 146.00 | 10114 | 9706 | 45900 | 33.24 | 33.24 |
| T-6 | -51.02 | 9.32 | -1.12 | 193.34 | 94.58 | 182.61 | 94.58 | 104.23 | 160.70 | 10148 | 9711 | 45987 | 35.45 | 35.12 |
| T-7 | -50.67 | 9.77 | -0.59 | 202.85 | 99.04 | 189.24 | 99.04 | 109.79 | 166.81 | 10132 | 9697 | 45920 | 48.73 | 40.19 |
| T-8 | -57.30 | 10.93 | -0.80 | 221.20 | 111.08 | 195.65 | 111.08 | 123.02 | 181.21 | 10165 | 9702 | 46004 | 49.96 | 38.20 |
| T-9 | -63.82 | 12.07 | -1.00 | 239.44 | 123.04 | 201.86 | 123.04 | 136.18 | 195.44 | 10198 | 9707 | 46088 | 50.88 | 36.24 |
| T-10 | -69.34 | 13.08 | -1.12 | 255.57 | 133.80 | 207.89 | 133.80 | 148.09 | 208.51 | 10226 | 9710 | 46157 | 52.63 | 35.11 |
| T-11 | -73.85 | 13.98 | -1.15 | 268.13 | 143.29 | 213.75 | 143.29 | 158.68 | 220.37 | 10249 | 9711 | 46211 | 54.70 | 34.81 |
| T-12 | -78.27 | 14.86 | -1.18 | 278.14 | 152.64 | 219.47 | 152.64 | 169.13 | 232.06 | 10272 | 9712 | 46265 | 56.52 | 34.52 |
| T-13 | -81.34 | 15.60 | -1.08 | 288.31 | 160.43 | 225.04 | 160.43 | 177.98 | 242.39 | 10286 | 9710 | 46290 | 60.46 | 35.53 |
| T-14 | -71.80 | 13.85 | -0.87 | 293.40 | 142.67 | 230.49 | 142.67 | 158.40 | 228.30 | 10300 | 9708 | 46315 | 64.67 | 37.55 |
| T-15 | -21.72 | 4.85 | 0.42 | 111.52 | 48.50 | 161.16 | 48.50 | 61.12 | 107.51 | 9996 | 9675 | 45572 | 40.63 | 40.63 |
| T-16 | -28.78 | 6.07 | 0.19 | 133.25 | 60.91 | 168.61 | 60.91 | 76.06 | 122.89 | 10027 | 9682 | 45649 | 41.97 | 41.97 |
| T-17 | -34.31 | 7.14 | 0.12 | 151.88 | 71.72 | 175.75 | 71.72 | 89.35 | 136.27 | 10050 | 9683 | 45703 | 45.00 | 45.00 |
| T-18 | -39.76 | 8.18 | 0.05 | 170.19 | 82.42 | 182.61 | 82.42 | 102.54 | 148.69 | 10074 | 9684 | 45758 | 47.95 | 46.40 |
| T-19 | -44.31 | 9.12 | 0.06 | 188.37 | 92.09 | 189.24 | 92.09 | 114.63 | 162.08 | 10093 | 9684 | 45800 | 51.47 | 46.49 |
| T-20 | -49.77 | 10.37 | 0.19 | 207.51 | 104.93 | 198.77 | 104.93 | 130.98 | 179.06 | 10115 | 9682 | 45845 | 57.75 | 47.75 |

Peso de la pieza (kN/m²): 3.93

Para flexión positiva los valores resistentes garantizan condición de ejecución sin soplamar, luz 8.5 m.

La resistencia característica del hormigón en obra estará de acuerdo con el ambiente en obra y el recubrimiento total será completado con el revestimiento adecuado para dicho ambiente.

Los momentos y cortantes provenientes de las cargas mayoradas con el coeficiente de ponderación deben ser menores que los valores últimos.

Según clase de exposición, abertura máxima de fisura: Wki=0.2mm; Wkita=0.2mm; WkilyV=descompresion
 M_{pr}= momento de descompresión de la fibra inferior de la sección
 M₀₁= momento que produce tensión nula en la fibra de la sección situada a la profundidad de la armadura inferior
 M₀₂= momento para el que se produce fisura de ancho 0.2 mm.

Flexión negativa (hormigón armado): Según clase de exposición: abertura Wki = 0,4 mm ; Wkita = 0,3 mm ; Wkilla = 0,2 mm ; Wkilyc = 0,1 mm

+++ β= (S)forjado / (S)vigueta
 ++ ζ= (S)losa / (S)forjado

(1) Vu corresponde a la formulación según EHE art.44.2.3.1 y 44.2.3.2.1.1 con entrega 50mm.
 (2) Vu corresponde a la formulación según EHE art.44.2.3.1 y 44.2.3.2.1.1.
 (3) REI correspondiente según CTE DB-SI art.C.2.3.5
 (4) REI correspondiente con recubrimiento de yeso de 5mm según CTE DB-SI art.C.2.4

A 28 días. Para otra edad se multiplicará por el factor:

| | | | | | | | | |
|-----------------------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|-------|---------|
| Edad | 7 días | 14 días | 21 días | 28 días | 3 meses | 6 meses | 1 año | >5 AÑOS |
| Rigidez | 0.83 | 0.89 | 0.91 | 1.00 | 1.08 | 1.13 | 1.16 | 1.20 |
| Momento de fisuración | 0.78 | 0.86 | 0.96 | 1.00 | 1.10 | 1.17 | 1.22 | 1.27 |



Documento visado electrónicamente con número: MU1600855

1.4.6 Cerramientos

Para los cerramientos de la fachada se eligen paneles preferentemente alveolares de 20 cm de espesor que cuentan con aislamiento.

Del catálogo de Pretersa se puede elegir el modelo que cuenta con las siguientes características;

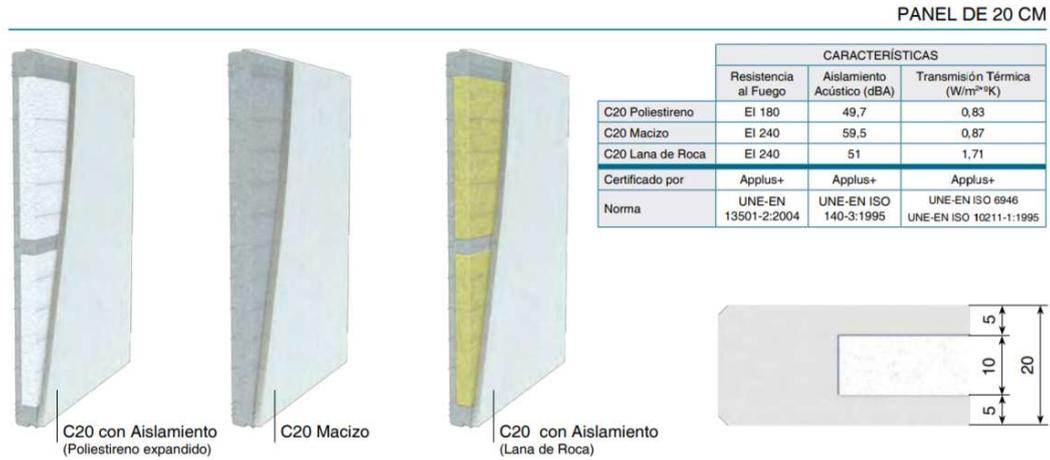


Figura 23. Detalle de paneles prefabricados. (Fuente:Pretersa)

Mientras que Prefabricados Pujol también ofrece dos tipos de paneles;

| | ESPESOR (cm) | ANCHO (m) | LONGITUD (m) | COLOCACIÓN |
|-----------------|--------------|-----------|--------------|-----------------------|
| PANEL ALIGERADO | 20 | 2.40* | Hasta 12.00 | Horizontal / Vertical |
| | 24 | 2.40* | Hasta 14.00 | |
| PANEL ALVEOLAR | 15 | 1.20 | Hasta 8.50 | Horizontal |
| | 20 | 1.20 | Hasta 12.00 | Horizontal |
| | 20 | 1.20 | Hasta 10.00 | Vertical |

(*) También se pueden fabricar con anchos especiales

Figura 24. Paneles disponibles en el catálogo de Prefabricados Pujol

Eligiendo el panel alveolar de 20 cm a su vez existen dos posibilidades de colocación, vertical o horizontal. En este caso se elige la colocación horizontal;



| PANELES HORIZONTALES ALVEOLARES | | | | | | |
|---------------------------------|--------------|---------------|--------------------|---------------------|------------|---------------------------|
| TIPOS | ESPESOR (cm) | TIPO DE PARED | ANCHO ESTÁNDAR (m) | LONGITUD MÁXIMA (m) | COLOCACIÓN | PESO (kN/m ²) |
| PH-15 ALV | 15 | Alveolar | 1.20 | 8.50 | Horizontal | 2.40 |
| PH-20 ALV | 20 | Alveolar | 1.20 | 12.00 | | 3.00 |

Figura 25. Características de la losa alveolar de Prefabricados Pujol

La resistencia al fuego del cerramiento elegido es EI 180.

1.4.7 Cubierta

La cubierta de la nave se trata de una cubierta plana con una pendiente del 2% (<5%).

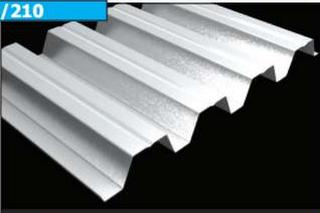
El tipo de cubierta elegida es del tipo deck que está formado por varios elementos;

- Elemento Portante: Como indica su nombre su función es soportar las acciones directas sobre la cubierta.

Dentro del catálogo de Grupo Panel se puede encontrar el modelo para cubrir grandes luces y sobrecargas;

CHAPA TRAPEZOIDAL GP-70/210

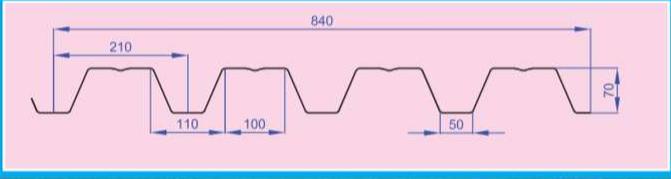
- ⊕ Apto para grandes sobrecargas
- ⊕ Ideal para grandes luces.
- ⊕ Alta resistencia mecánica a la rotura.
- ⊕ Rápida y Fácil colocación.
- ⊕ Buen acabado estético.
- ⊕ Buen comportamiento durante el montaje.
- ⊕ Rápido suministro.
- ⊕ Alta versatilidad de aplicación.
- ⊕ Posibilidad de curvado.
- ⊕ Acero de alta calidad.



VALORES EFICACES DEL PERFIL

| Espesor (mm) | Peso Kg/m ² | M. Inercia mm ⁴ /m | M. Resistente (Positivos) mm ² /m | M. Resistente (Negativos) mm ² /m |
|--------------|------------------------|-------------------------------|--|--|
| 0,60 | 6,96 | 553.004 | 12.196 | 9.858 |
| 0,70 | 8,13 | 673.259 | 16.255 | 13.135 |
| 0,75 | 8,71 | 745.233 | 17.837 | 16.127 |
| 0,80 | 9,29 | 790.900 | 19.159 | 18.405 |
| 1,00 | 11,61 | 1.029.987 | 24.499 | 25.899 |
| 1,20 | 13,93 | 1.267.597 | 29.834 | 31.038 |

Descripción:
Perfil de chapa metálica grecada de muy alta resistencia gracias a la gran altura de su greca. Esta disponible en acero galvanizado así como en distintos colores prelacados, pidiéndose fabricar con perforaciones para aplicaciones acústicas.



Características del material:

- ⊕ Limite elástico ≥ 250 N/mm²
- ⊕ Material base Calidad S250GD
- ⊕ Limite de rotura ≥ 330 N/mm²
- ⊕ Modulo de elasticidad =210.000 N/mm²
- ⊕ Alargamiento a la rotura Min 19%

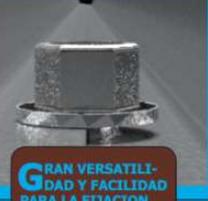




CHAPA TRAPEZOIDAL GP-70/210

ALTERNATIVAS Y CONDICIONES DE FABRICACION:

- ⊕ Recubrimientos de Zinc
 - ⊕ Galvanizado Z-275 (275 grs/m² por ambas caras)
 - ⊕ Prelacados Z-225 (225 grs/m² por ambas caras).
- ⊕ Revestimientos Especiales
 - ⊕ Alta durabilidad, plastisoles, PVDF, consultar.
 - ⊕ Posibilidad de revestimiento a dos caras.
- ⊕ Colores: Según fabricante de acero, o Ral bajo consulta.



GRAN VERSATILIDAD Y FACILIDAD PARA LA FIJACION.

CARGAS MAXIMAS (Kp/m²)

| Espesor (mm) | UN VANO | | | | | | | | | |
|--------------|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 2,80 | 3,00 | 3,20 | 3,40 | 3,60 | 3,80 | 4,00 | 4,20 | 4,40 | 4,60 |
| 0,60 | 203 | 165 | 136 | 113 | 95 | 81 | 69 | 60 | 52 | 46 |
| 0,70 | 247 | 201 | 165 | 138 | 116 | 99 | 84 | 73 | 63 | 56 |
| 0,75 | 273 | 223 | 183 | 153 | 128 | 110 | 93 | 81 | 70 | 62 |
| 0,80 | 290 | 236 | 194 | 162 | 136 | 116 | 99 | 86 | 74 | 66 |
| 1,00 | 378 | 308 | 253 | 211 | 178 | 151 | 129 | 112 | 97 | 85 |
| 1,20 | 465 | 378 | 311 | 260 | 219 | 186 | 159 | 137 | 120 | 105 |

| Espesor (mm) | DOS VANOS | | | | | | | | | |
|--------------|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 2,80 | 3,00 | 3,20 | 3,40 | 3,60 | 3,80 | 4,00 | 4,20 | 4,40 | 4,60 |
| 0,60 | 158 | 143 | 129 | 118 | 108 | 99 | 91 | 85 | 78 | 73 |
| 0,70 | 211 | 191 | 172 | 158 | 144 | 132 | 122 | 113 | 104 | 98 |
| 0,75 | 249 | 226 | 204 | 187 | 171 | 157 | 145 | 134 | 124 | 116 |
| 0,80 | 283 | 256 | 232 | 212 | 194 | 179 | 164 | 153 | 141 | 132 |
| 1,00 | 414 | 374 | 338 | 309 | 282 | 260 | 239 | 222 | 205 | 192 |
| 1,20 | 537 | 482 | 436 | 397 | 362 | 332 | 306 | 282 | 262 | 243 |

| Espesor (mm) | TRES VANOS | | | | | | | | | |
|--------------|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 2,80 | 3,00 | 3,20 | 3,40 | 3,60 | 3,80 | 4,00 | 4,20 | 4,40 | 4,60 |
| 0,60 | 188 | 170 | 154 | 141 | 129 | 119 | 109 | 102 | 94 | 86 |
| 0,70 | 251 | 227 | 206 | 188 | 172 | 159 | 146 | 136 | 120 | 105 |
| 0,75 | 296 | 268 | 243 | 223 | 204 | 188 | 173 | 153 | 133 | 117 |
| 0,80 | 336 | 304 | 276 | 253 | 231 | 214 | 188 | 163 | 141 | 124 |
| 1,00 | 493 | 446 | 404 | 369 | 336 | 286 | 245 | 212 | 184 | 161 |
| 1,20 | 641 | 578 | 523 | 476 | 413 | 352 | 301 | 260 | 226 | 198 |

Figura 26. Elemento portante. (Fuente: Grupo Panel)

Se elige una chapa de **1,2 mm** de espesor teniendo en cuenta las cargas actuantes y la separación entre las correas de **3m**.

- Aislamiento térmico y acústico: Se utiliza una placa rígida de lana de roca de **3 cm** de espesor, con $\lambda_p=0,038$ W/m²K
- Lámina de impermeabilización: Se utiliza una lámina impermeabilizante tipo TPO con malla de poliéster incorporada de espesor **1,2 mm**.

1.5 PRESUPUESTO

A continuación, se resume el presupuesto asociado a la parte estructural;

Tabla 2. Presupuesto de la parte del cálculo de estructura

| Presupuesto estructura | | | | | |
|---------------------------------|--------------------|-------|--------|---------|--------------------|
| Acondicionamiento del terreno | | | | | |
| Nombre | Descripción | Tipo | €/ud | ud | € |
| Desbroce y limpieza del terreno | | | 1.18 | 11839 | 13,970.02 € |
| Excavación de zanjas | | | 27.6 | 413.98 | 11,425.85 € |
| Nivelación | Solera de hormigón | 15 cm | 25.87 | 4413.25 | 114,170.78 € |
| acero | zapatas | B500S | 2.00 | 8995.56 | 17,991.12 € |
| hormigón | limpieza | HA-25 | 82.47 | 32.22 | 2,657.18 € |
| hormigón | estructural | HA-35 | 126.54 | 322.21 | 40,772.45 € |
| Subtotal zapatas | | | | | 61,420.76 € |
| | | | | | |
| acero | vigas | B500S | 2.00 | 2254.65 | 4,509.30 € |
| hormigón | limpieza | HA-25 | 82.47 | 11.91 | 982.22 € |
| hormigón | estructural | HA-35 | 126.54 | 47.64 | 6,028.37 € |

Proyecto de Una Nave Industrial Con Uso Logístico de 5030 m² en Colmenar Viejo

| | | | | | |
|--------------------------------|---------------------|--------------|---------|--------|---------------------|
| Subtotal vigas de atado | | | | | 11,519.88 € |
| | | | | | |
| Total Cimentación | | | | | 72,940.64 € |
| | | | | | |
| Pilares | | | | | |
| Pilar tipo 1 | 50x50, sin ménsulas | prefabricado | 1096.03 | 8 | 8,768.24 € |
| Pilar tipo 2 | 50x80,2 ménsulas | prefabricado | 1697.03 | 7 | 11,879.21 € |
| Pilar tipo 3 | 60x50,2 ménsulas | prefabricado | 1412.69 | 4 | 5,650.76 € |
| Pilar tipo 4 | 50x90,2ménsulas | prefabricado | 1749.67 | 7 | 12,247.69 € |
| Pilar tipo 5 | 50x70,2ménsulas | prefabricado | 1546.19 | 19 | 29,377.61 € |
| Subtotal pilares | | | | | 67,923.51 € |
| | | | | | |
| Vigas | | | | | |
| I 80 | | prefabricado | 119.03 | 95.4 | 11,355.46 € |
| I 100 | | prefabricado | 123.69 | 271.2 | 33,544.73 € |
| I 120 | | prefabricado | 127.01 | 48 | 6,096.48 € |
| LP 4030120 | | prefabricado | 186.85 | 17.5 | 3,269.88 € |
| LP 6030120 | | prefabricado | 197.24 | 47 | 9,270.28 € |
| Hastial T-50 | | prefabricado | 136.67 | 135.2 | 18,477.78 € |
| REC 2070 | | prefabricado | 115.16 | 46 | 5,297.36 € |
| Correas | | prefabricado | 39.70 | 1514.4 | 60,121.68 € |
| Subtotal vigas | | | | | 147,433.65 € |
| | | | | | |
| Losa de Placa Alveolar | | | | | |
| Placa alveolar | canto de 30 cm | prefabricado | 99.40 | 539.54 | 53,630.28 € |
| | | | | | |
| Cerramientos de fachada | | | | | |

| | | | | | |
|------------------------------------|----------------------|--------------|-------|---------|---------------------|
| Hormigón | disp. Horizontal | prefabricado | 46.56 | 3623.2 | 168,696.19 € |
| Masilla caucho | | | | | 1.96 € |
| Tablón de madera | | | | | 0.11 € |
| Puntal metálico | | | | | 0.21 € |
| Grúa(capacidad 30t) | | | | | 9.65 € |
| Mano de obra | | | | | 7.90 € |
| Costes directos compl. | | | | | 1.33 € |
| Subtotal cerramientos | | | | | 168,717.35 € |
| | | | | | |
| Cubierta Deck | | | | | |
| Perfil nervado autoportante | chapa de acero galv. | acero | 9.17 | 4413.25 | 40,469.50 € |
| Panel de lana de roca | aislamiento | 50 mm esp. | 16.61 | 4413.25 | 73,304.08 € |
| Fijación mecánica | | | | | 0.48 € |
| Lámina impermeabilizante | PVC | 1.2 mm esp. | 8.27 | 4413.25 | 36,497.58 € |
| Perfil colaminado | chapa de acero | acero | | | 1.12 € |
| Tornillo | | | | | 0.54 € |
| Banda de refuerzo | | | | | 2.11 € |
| Parámetros verticales | | | | | 0.19 € |
| Oficial 1ª montador | | | | | 2.69 € |
| Ayudante montador | | | | | 2.44 € |
| Oficial 1ª aislamientos | | | | | 0.89 € |

Proyecto de Una Nave Industrial Con Uso Logístico de 5030 m² en Colmenar Viejo

| | | | | | |
|---|--|--|--------|----|---------------------|
| Ayudante aislamientos | | | | | 0.81 € |
| Oficial 1ª aplicador láminas | | | | | 2.43 € |
| Ayudante aplicador láminas | | | | | 2.27 € |
| Medios auxiliares | | | | | 1.00 € |
| Costes indirectos | | | | | 1.53 € |
| Lucernarios | | | 275.94 | 10 | 2759.40 |
| Subtotal Cubierta | | | | | 153,049.06 € |
| | | | | | |
| TOTAL ESTRUCTURA | | | | | 803,261.14 € |



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCUOLA TÉCNICA
SUPERIOR INGENIERÍA
INDUSTRIAL VALENCIA

Curso Académico:

PROTECCION CONTRA INCENDIOS

INDICE

| | |
|--|----------|
| Índice | 1 |
| Índice de Figuras | 2 |
| Índice de tablas | 2 |
| 1. Introducción | 4 |
| 2. Normativa | 4 |
| 3. Antecedentes | 4 |
| 4. Cumplimiento de CTE | 4 |
| 4.1 DB SI-1 Propagación Interior | 4 |
| 4.2 DB SI-2 Propagación Exterior..... | 5 |
| 4.3 DB SI-3 Evacuación de Ocupantes..... | 5 |
| 4.4 DB SI-4 Instalaciones de Protección Contra Incendios..... | 6 |
| 4.4.1 Dotación de Instalaciones de Protección Contra Incendios..... | 6 |
| 4.4.2 Señalización de las Instalaciones Manuales de Protección Contra Incendios | 7 |
| 5. Cumplimiento de RSCIEI | 7 |
| 5.1 Caracterización de los Establecimientos Industriales en Relación con la Seguridad Contra Incendios | 7 |
| 5.1.1 Configuración y Ubicación con Relación al Entorno..... | 7 |
| 5.1.2 Nivel de Riesgo Intrínseco | 8 |
| 5.2 Sectorización | 9 |
| 5.3 Estabilidad al Fuego de Elementos Constructivos Portantes | 10 |
| 5.4 Resistencia al Fuego de Elementos Constructivos Portantes..... | 11 |
| 5.5 Evacuación de los Establecimientos Industriales | 11 |
| 5.6 Instalación de Protección Contra Incendios en los Establecimientos Industriales | 12 |
| 5.6.1 Sistemas Automáticos de Detección de Incendio | 12 |
| 5.6.2 Sistemas Manuales de Alarma de Incendio | 12 |

| | |
|---|-----------|
| 5.6.3 Sistemas de Comunicación de Alarma | 12 |
| 5.6.4 Sistema de Hidrantes Exteriores | 12 |
| 5.6.5 Extintores de Incendio..... | 13 |
| 5.6.6 Sistema de Bocas de Incendio Equipadas (BIEs) | 13 |
| 5.6.6.1 Predimensionado y Ubicación de las Tuberías..... | 14 |
| 5.6.6.2 Ubicación del Armario BIE..... | 15 |
| 5.6.7 Sistema de Rociadores Automáticos de Agua (ROA) | 15 |
| 5.6.7.1 Clasificación del Riesgo | 15 |
| 5.6.7.2 Distribución de los Rociadores | 16 |
| 5.6.7.3 Características del Rociador | 18 |
| 5.6.7.4 Trazado y Predimensionamiento de las Tuberías | 19 |
| 5.6.7.5 Consideraciones Para el Cálculo Hidráulico | 20 |
| 6. Calculo hidraulico mediante epanet | 20 |
| 7. Presupuesto | 27 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1. Tipo B según RSCIEI | 8 |
| Figura 2. Distribución de los rociadores según la UNE EN 12845. | 16 |
| Figura 3. Extracto de diseño en AutoCAD | 17 |
| Figura 4. Área de operación (en rojo) | 18 |
| Figura 5. Zona bajo el forjado de la entreplanta..... | 18 |
| Figura 6. Configuración de bomba (Fuente: Bombas Ideal)..... | 24 |
| Figura 7.Condiciones Favorables..... | 25 |
| Figura 8.Condiciones desfavorables..... | 26 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1. Nivel de riesgo intrínseco según RSCIEI..... | 9 |
| Tabla 2. Superficies máximas del sector según RSCIEI..... | 9 |
| Tabla 3. Sectorización en la totalidad de la nave | 10 |
| Tabla 4. Resistencia al fuego de elementos estructurales según RSCIEI | 10 |
| Tabla 5. Valores de resistencia al fuego en cubiertas ligeras..... | 11 |

| | |
|---|----|
| Tabla 6. Longitudes de evacuación | 11 |
| Tabla 7. Superficies máximas cubiertas por rociador según la UNE EN 12845..... | 16 |
| Tabla 8. Valores de los diámetros de los ramales según la UNE EN 12845 | 19 |
| Tabla 9. Valores de los diámetros de los colectores según la UNE EN 12845 | 19 |
| Tabla 10. Resultados del cálculo, en verde (Bies) y en amarillo (rociadores)..... | 21 |
| Tabla 11. Presupuesto detallado de PCI..... | 27 |

1. INTRODUCCION

Este capítulo abarca el diseño de sistemas de bocas de incendios, hidrantes, rociadores y todos los sistemas auxiliares necesarios para el correcto funcionamiento de los anteriores.

2. NORMATIVA

RSCIEI, Reglamento de Seguridad Contra Incendios en Establecimientos Industriales.

RIPCI, Reglamento de Instalaciones de Protección Contra Incendios.

CTE DB SI

3. ANTECEDENTES

Teniendo en cuenta que para cada módulo de la nave existen 2 usos diferenciados, la administrativa en la zona de las oficinas en la entreplanta y la industrial en la planta baja se deben de distinguir claramente cuál es la normativa a aplicar en cada caso.

$S_{\text{util oficinas}}=266,67 \text{ m}^2$

Por tanto, al ser mayor que 250 m², el CTE es de obligado cumplimiento para la zona administrativa.

Para la zona industrial la norma de obligado cumplimiento será RSCIEI.

Para ello se divide el problema en dos, centrandose primero en la zona de las oficinas y los requerimientos que se pide por CTE DB SI, y después se detallarán los requisitos de RSCIEI.

4. CUMPLIMIENTO DE CTE

Las exigencias básicas vienen recogidas en CTE DB SI en seis apartados diferentes.

4.1 DB SI-1 Propagación Interior

El objetivo de esta exigencia básica es limitar el riesgo de propagación del incendio por interior del edificio. Para ello el edificio esta compartimentada en diferentes sectores de incendio. Según la tabla 1.1 del CTE DB SI la superficie máxima de compartimentación en la zona administrativa es de 2500 m² y este a su vez puede duplicarse en el caso de instalar extintores automáticos contra el fuego. En el caso del proyecto, la superficie de las oficinas de un módulo al no ser mayor de 2500 m² puede contar como un único sector de incendio. Existen 2 sectores administrativas en la nave (uno para cada módulo) siendo;

- Sector 1.2: Se forma por las oficinas del módulo 1, $S_{\text{sector}}=345 \text{ m}^2$
- Sector 2.2: Se forma por las oficinas del módulo 2, $S_{\text{sector}}=345 \text{ m}^2$

La altura de evacuación de estos sectores al ser menor a 15 m, se exige una resistencia mínima al fuego para sus paredes, techos y puertas es de EI-60.

4.2 DB SI-2 Propagación Exterior

El objetivo de esta exigencia básica es limitar el riesgo de propagación del incendio por el exterior, tanto en el edificio considerado como a otros edificios.

Los elementos verticales separadores de otro edificio deben ser al menos EI 120.

Con el objetivo de limitar el riesgo de propagación exterior del incendio por la cubierta, tanto para los módulos como a otros edificios se establece una resistencia al fuego REI 60.

4.3 DB SI-3 Evacuación de Ocupantes

El objetivo de esta exigencia básica es conseguir los medios de evacuación adecuados para que los ocupantes pueden abandonar el edificio en condiciones de seguridad.

Para ello se calcula la ocupación en las oficinas;

- Densidad de ocupación = 10 m²/persona
- Superficie: 295 m²

Ocupación=29 personas

Numero de salidas =2

Recorrido de evacuación =35 m

Se utilizarán señales de evacuación definidas en la norma UNE 23034:1988, conforme a los siguientes criterios;

- a) Las salidas de recinto, planta o edificio tendrán una señal con el rótulo "SALIDA", excepto en edificios de uso Residencial Vivienda y, en otros usos, cuando se trate de salidas de recintos cuya superficie no exceda de 50 m², sean fácilmente visibles desde todo punto de dichos recintos y los ocupantes estén familiarizados con el edificio.
- b) La señal con el rótulo "Salida de emergencia" debe utilizarse en toda salida prevista para uso exclusivo en caso de emergencia.
- c) Deben disponerse señales indicativas de dirección de los recorridos, visibles desde todo origen de evacuación desde el que no se perciban directamente las salidas o sus señales indicativas y, en particular, frente a toda salida de un recinto con ocupación mayor que 100 personas que acceda lateralmente a un pasillo.
- d) En los puntos de los recorridos de evacuación en los que existan alternativas que puedan inducir a error, también se dispondrán las señales antes citadas, de forma que quede claramente indicada la alternativa correcta. Tal es el caso de determinados cruces o bifurcaciones de pasillos, así como de aquellas escaleras que, en la planta de salida del edificio, continúen su trazado hacia plantas más bajas, etc.
- e) En dichos recorridos, junto a las puertas que no sean salida y que puedan inducir a error en la evacuación debe disponerse la señal con el rótulo "Sin salida" en lugar fácilmente visible, pero en ningún caso sobre las hojas de las puertas.
- f) Las señales se dispondrán de forma coherente con la asignación de ocupantes que se pretenda hacer a cada salida, conforme a lo establecido en el capítulo 4 de esta Sección.
- g) Los itinerarios accesibles (ver definición en el Anejo A del DB SUA) para personas con discapacidad que conduzcan a una zona de refugio, a un sector de incendio alternativo previsto para la evacuación de personas con discapacidad, o a una salida de edificio

accesible se señalarán mediante señales establecidas en los párrafos anteriores a), b), c) y d) acompañadas del SIA (Símbolo Internacional de Accesibilidad para movilidad). Cuando dichos itinerarios accesibles conduzcan a una zona de refugio o a un sector de incendio alternativo previsto para la evacuación de personas con discapacidad, irán además acompañadas del rótulo "ZONA DE REFUGIO".

- h) La superficie de las zonas de refugio se señalará mediante diferente color en el pavimento y el rótulo "ZONA DE REFUGIO" acompañado del SIA colocado en una pared adyacente a la zona.

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

4.4 DB SI-4 Instalaciones de Protección Contra Incendios

El objetivo de esta exigencia básica es dotar el edificio de equipos e instalaciones adecuados para hacer posible la detección, el control y la extinción del incendio, así como la transmisión de la alarma a los ocupantes.

Esta exigencia es la que se desarrollará en este capítulo de la tesis fin de máster.

4.4.1 Dotación de Instalaciones de Protección Contra Incendios

A continuación, se hará un análisis de las dotaciones que se requiere en el sector administrativo.

Los detalles geométricos se especificarán en los planos.

Según la tabla 1.1 del DB SI-4;

- **Extintores Portátiles:** *"A 15 m de recorrido en cada planta, como máximo, desde todo origen de evacuación."*

Por tanto, se dispondrá de **dos extintores portátiles de 6 kg con una eficacia de 21A-113B**, a 4m de las dos salidas de la oficina. De esta manera cualquier persona dispondrá un extintor móvil en menos de 15m de distancia.

- **Instalación automática de extinción:** *"Salvo otra indicación en relación con el uso, en todo el edificio cuya altura de evacuación exceda de 80m".*

Por tanto, no es necesario la instalación automática de extinción.

- **Bocas de Incendio Equipadas:** *"Si la superficie construida excede de 2000 m²".*

Como no es el caso, no es necesario disponer de bocas de incendio equipadas.

- **Columna Seca:** *" Si la altura de evacuación excede de 24 m."*

Por tanto, no es necesario disponer de columna seca.

- **Sistema de Alarma:** *" Si la superficie construida excede de 1000 m²".*

Aunque no esté exigida por DB SI-4, se proyectará sistema de alarma en el trabajo.

Se proyectan **dos avisadores acústicos de alarma** a 4 m de las salidas de la entreplanta.

- **Sistema de detección de incendio:** *“Si la superficie construida excede de 2000 m², detectores en zonas de riesgo alto...”*

Aunque no esté exigida por DB SI-4, se proyectará sistema de detección de incendio en el trabajo.

Se proyectan **dos pulsadores de alarmas** a 4 m de las salidas de la entreplanta.

- **Hidrantes Exteriores:** *“Uno si la superficie total construida está comprendida entre 5000 m² y 10 000 m².”*

Por tanto, la instalación de hidrantes exteriores no será exigible para la zona administrativa.

4.4.2 Señalización de las Instalaciones Manuales de Protección Contra Incendios

“La señalización de las instalaciones manuales de protección contra incendios debe cumplir con el establecido en el vigente Reglamento de instalaciones de protección contra incendios (RIPCI), aprobado por el Real Decreto 513/2017, de 22 de mayo.”

Por tanto, se ha de disponer de señales en los pulsadores manuales y los extintores que se ubican en el sector administrativo según el RIPCI.

La normativa de la consulta es UNE 23035-1.

5. CUMPLIMIENTO DE RSCIEI

Tras analizar las necesidades de las instalaciones de protección contra incendios de la zona administrativa es el turno de analizar la zona donde se desarrollará la actividad industrial.

Para ello, se seguirá con las indicaciones del Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales, (BOE 17.12.04) y sus posteriores correcciones y modificaciones.

5.1 Caracterización de los Establecimientos Industriales en Relación con la Seguridad Contra Incendios

La zona de uso industrial del edificio se caracteriza por;

- Su configuración y ubicación con relación al entorno.
- Su nivel de riesgo intrínseco.

5.1.1 Configuración y Ubicación con Relación al Entorno

Teniendo en cuenta las características geométricas de la nave;

- La longitud de la fachada accesible es **superior a 5 m.**
- La altura de evacuación del sector es **inferior a 15 m.**
- No existe a menos de 25 m de masa de forestal, con franja perimetral permanentemente libre de vegetación.

Por tanto, resulta ser un establecimiento **TIPO B** por la ubicación del edificio, en el reglamento se define como *“el establecimiento industrial ocupa totalmente un edificio que está adosado a otro u otros edificios, o a una distancia igual o inferior a tres metros de otro u otros edificios, de otro establecimiento, ya sean estos de uso industrial o bien de otros usos.”*

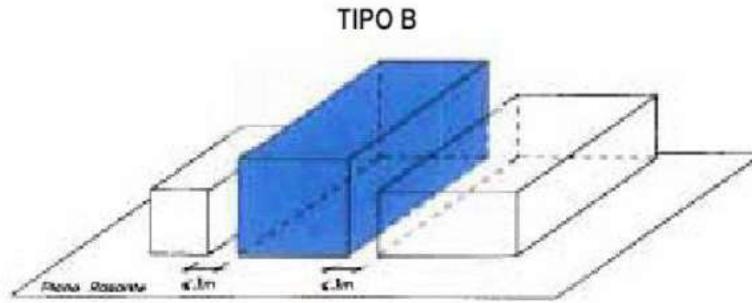


Figura 1. Tipo B según RSCIEI

Además, sabiendo que se trata de dos naves adosadas con estructura compartida, es necesario justificar las exigencias de los puntos que a continuación se indicara, según la GUIA del RSCIEI;

- **Esfuerzos producidos por la estructura de cubierta al caer:** Hay que asegurar que el colapso de la estructura no afecte a la nave colindante. Esto se consigue eliminando la unión atornillada que tienen las jácenas de cubierta y que las unen a los pilares, que proporcionan seguridad antivuelco durante el proceso de montaje. De esta manera, al caer la jácena, esta no tiene ninguna coacción por parte del pilar compartido que le impida caer libremente arrastrando al pilar en su caída.

Las correas por su parte son independientes, por lo que su caída no afecta a la estructura colindante. Esto se aplicará a las jácenas que apoyan en los pilares de los ejes 2,3 y 5, sólo en los extremos coincidente con dichos ejes.

- **La estructura de las naves colindantes es resistente una vez colapsada la estructura:** Al tratarse de jácenas biapoyadas isostáticas, sus esfuerzos son independientes de los de las jácenas anexas, por lo que, si la estructura de la nave anexa ha colapsado, esta no influye en los esfuerzos del resto. La situación del colapso sería similar a la existente durante el proceso de montaje, donde parte de la estructura puede estar montada y el resto no.

Las tubulares de la misma manera son independientes en los diferentes edificios.

5.1.2 Nivel de Riesgo Intrínseco

Los establecimientos industriales objeto de esta tesis fin de master, carecen de titular final y actividad a instalar, por lo que no es posible calcular el nivel de riesgo intrínseco de la actividad a partir de la densidad de carga ponderada y corregida, según la table 1.3 del RSCIEI.

Tabla 1. Nivel de riesgo intrínseco según RSCIEI

| Nivel de riesgo intrínseco | Densidad de carga de fuego ponderada y corregida | | |
|----------------------------|--|------------------------------|-------------------------------|
| | Mcal/m ² | MJ/m ² | |
| BAJO | 1 | $\dot{Q}_s \leq 100$ | $\dot{Q}_s \leq 425$ |
| | 2 | $100 < \dot{Q}_s \leq 200$ | $425 < \dot{Q}_s \leq 850$ |
| MEDIO | 3 | $200 < \dot{Q}_s \leq 300$ | $850 < \dot{Q}_s \leq 1275$ |
| | 4 | $300 < \dot{Q}_s \leq 400$ | $1275 < \dot{Q}_s \leq 1700$ |
| | 5 | $400 < \dot{Q}_s \leq 800$ | $1700 < \dot{Q}_s \leq 3400$ |
| ALTO | 6 | $800 < \dot{Q}_s \leq 1600$ | $3400 < \dot{Q}_s \leq 6800$ |
| | 7 | $1600 < \dot{Q}_s \leq 3200$ | $6800 < \dot{Q}_s \leq 13600$ |
| | 8 | $3200 < \dot{Q}_s$ | $13600 < \dot{Q}_s$ |

Por tanto, se elegirá para ambos módulos un **nivel de riesgo intrínseco MEDIO 5**.

La actividad a implantar deberá justificar el riesgo intrínseco de la misma y si fuera necesario adoptar las medidas correctoras necesarias.

5.2 Sectorización

El Anexo II del RSCIEI define las superficies máximas admisibles del sector del incendio, dependiendo del riesgo intrínseco del incendio y el tipo de configuración del establecimiento.

Tabla 2. Superficies máximas del sector según RSCIEI

| Riesgo intrínseco del sector de incendio | Configuración del establecimiento | | |
|--|-----------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| | TIPO A (m ²) | TIPO B (m ²) | TIPO C (m ²) |
| BAJO | (1)-(2)-(3) | (2) (3) (5) | (3) (4) |
| | 2000 | 6000 | SIN LÍMITE |
| | 1000 | 4000 | 6000 |
| MEDIO | (2)-(3) | (2) (3) | (3) (4) |
| | 500 | 3500 | 5000 |
| | 400 | 3000 | 4000 |
| | 300 | 2500 | 3500 |
| ALTO | NO ADMITIDO | (3) | (3)(4) |
| | | 2000 | 3000 |
| | | 1500 | 2500 |
| | | NO ADMITIDO | 2000 |

Por tanto, una configuración TIPO B y un riesgo intrínseco MEDIO 5 corresponde a una superficie del sector máxima de 2500 m². Pero al tener una fachada accesible superior al 50 % del perímetro, la superficie máxima puede multiplicarse por 1,25, por lo que, finalmente el sector tendrá una superficie máxima de **3125 m²**.

En la siguiente tabla se resume la sectorización de la nave industrial en su totalidad;

Tabla 3. Sectorización en la totalidad de la nave

| ZONA | SECTOR | PLANTA | USO PREVISTO | SUPERFICIE CONSTRUIDA |
|----------|------------------|------------------|----------------|------------------------|
| Módulo 1 | Sector 1.1 | Baja | Industrial | 2161,50 m ² |
| Módulo 1 | Vestíbulo Indep. | Baja | - | 4,83 m ² |
| Módulo 1 | Sector 1.2 | Baja/Entreplanta | Administrativo | 345 m ² |
| Módulo 2 | Sector 2.1 | Baja | Industrial | 2161,50 m ² |
| Módulo 2 | Vestíbulo Indep. | Baja | . | 4,83 m ² |
| Módulo 2 | Sector 2.2 | Baja/Entreplanta | Administrativo | 345 m ² |

Se puede ver que la sectorización planteada del establecimiento industrial cumple las disposiciones mínimas establecidas en RSCIEI, en cuanto a superficies máximas de sectorización se refiere.

5.3 Estabilidad al Fuego de Elementos Constructivos Portantes

La resistencia a fuego de los elementos constructivos se mide en minutos, durante dicho elemento debe mantener la estabilidad mecánica o capacidad portante en el ensayo normalizado conforme a la norma correspondiente.

La estabilidad ante el fuego exigible a los elementos constructivos portantes en los sectores de incendio de un establecimiento industrial puede determinarse;

- Mediante la adopción de los valores que se establecen en la tabla 2.2 del Anexo II del RSCIEI.
- Por procedimientos de cálculo analítico, de reconocida solvencia o justificada validez.

Tabla 4. Resistencia al fuego de elementos estructurales según RSCIEI

Tabla 2.2
ESTABILIDAD AL FUEGO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES PORTANTES

| NIVEL DE RIESGO INTRÍNSECO | TIPO A | | TIPO B | | TIPO C | |
|----------------------------|---------------------|----------------------|---------------------|----------------------|---------------------|----------------------|
| | Planta sótano | Planta sobre rasante | Planta sótano | Planta sobre rasante | Planta sótano | Planta sobre rasante |
| BAJO | R 120 (EF - 120) | R 90 (EF - 90) | R 90 (EF - 90) | R 60 (EF - 60) | R 60 (EF - 60) | R 30 (EF - 30) |
| MEDIO | NO ADMITIDO | R 120 (EF - 120) | R 120 (EF - 120) | R 90 (EF - 90) | R 90 (EF - 90) | R 60 (EF - 60) |
| ALTO | NO ADMITIDO | NO ADMITIDO | R 180 (EF - 180) | R 120 (EF - 120) | R 120 (EF - 120) | R 90 (EF - 90) |

Para la estructura principal de cubiertas ligeras y sus soportes en plantas sobre rasante, no previstas para ser utilizadas en la evacuación de los ocupantes, siempre que se justifique que su fallo no pueda ocasionar daños graves a los edificios o establecimientos próximos, ni comprometan la estabilidad de otras plantas inferiores o la sectorización de incendios implantada y, si su riesgo intrínseco es medio o alto, disponga de un sistema de extracción de humos, se podrán adoptar los valores siguientes, según la tabla 2.3 del Anexo II de RSCIEI;

Tabla 5. Valores de resistencia al fuego en cubiertas ligeras

Tabla 2.3

| NIVEL DE RIESGO INTRÍNSECO | Tipo B | Tipo C |
|-------------------------------|---------------|---------------|
| | Sobre rasante | Sobre rasante |
| Riesgo bajo | R 15 (EF-15) | NO SE EXIGE |
| Riesgo medio | R 30 (EF-30) | R 15 (EF-15) |
| Riesgo alto | R 60 (EF-60) | R 30 (EF-30) |

5.4 Resistencia al Fuego de Elementos Constructivos Portantes

La resistencia a fuego de los elementos constructivos delimitadores de un sector de incendio respecto de otros no será inferior a la estabilidad al fuego para los elementos constructivos con función portante en dicho sector de incendio.

Pero la separación entre el módulo 1 y el módulo 2 deberá tener una resistencia al fuego igual o mayor a EI180. (RSCIEI) Dicha separación se realizará con paneles prefabricados de hormigón macizo.

Además, sabiendo que cuando una medianera o un elemento de compartimentación en sectores de incendio acometa a la cubierta, como ocurre en esta ocasión, la resistencia al fuego de esta será al menos, igual a la mitad de la exigida a la medianera, en una franja cuya anchura sea igual a 1m. Dichas franjas se disponen a lo largo del cerramiento entre el módulo 1 y 2.

5.5 Evacuación de los Establecimientos Industriales

Se ha considerado origen de evacuación todo punto ocupable con la excepción de los recintos de superficie inferior 1 50 m².

Según RSCIEI las longitudes máximas de evacuación serán;

Tabla 6. Longitudes de evacuación

| Longitud del recorrido de evacuación según el número de salidas | | |
|---|-----------------------------|------------------------|
| Riesgo | 1 salida recorrido único | 2 salidas alternativas |
| Bajo(*) | 35m(**) | 50 m |
| Medio | 25 m(***) | 50 m |
| Alto | ----- | 25 m |

En la nave se dispone siempre de dos salidas alternativas, los recorridos de evacuación hasta la salida de planta o edificio son menores de 50 m requerida por RSCIEI.

5.6 Instalación de Protección Contra Incendios en los Establecimientos Industriales

A continuación, se determinará la necesidad de las diferentes instalaciones contra protección de incendios siguiendo las instrucciones de RSCIEI.

5.6.1 Sistemas Automáticos de Detección de Incendio

Partiendo de la base de que el edificio tiene una configuración TIPO B, con una superficie construida mayor de 2000 m², **se requiere** la instalación de un sistema de detención de incendios.

Para ello, se proyecta un sistema de detección de incendios por central analógica por módulo independiente, al que se conectan diversos tipos de detectores según la zona a la que dan servicio.

Concretamente se utilizarán dos tipos de detectores;

- **Detector de haz óptico lineal:** Detectan la presencia del humo gracias a un haz de luz infrarroja entre un emisor y un receptor. Se dispondrán de cinco detectores de este tipo en dirección paralela a los pórticos, en la zona principal posterior de la nave.
- **Detectores termovelocímetros:** Detectan los incrementos anómalos de temperatura. Son especialmente adecuados para locales donde se puede producir una combustión rápida. Se repartirán 12 unidades en la zona de los muelles, debajo del forjado de la entreplanta.

5.6.2 Sistemas Manuales de Alarma de Incendio

Debido a que el edificio es de TIPO B, con una superficie construida mayor de 1000 m² (800 m² para actividades tipo almacenamiento), **se requiere** la instalación de un sistema manual de alarma de incendios.

Se proyecta un sistema de pulsadores de alarma de incendios por cada módulo, conectados a la central de incendios.

Se disponen de siete pulsadores en la planta baja del módulo, y dos en la zona administrativa.

5.6.3 Sistemas de Comunicación de Alarma

Teniendo en cuenta que el edificio tiene una configuración TIPO B y la superficie construida de todos los sectores suma menos de 10 000 m², no se requiere la instalación de un sistema de comunicación de alarma.

Sin embargo, el sistema de incendios que se proyecta en esta tesis fin de master cuenta con un sistema de comunicación de alarma mediante sirenas con dos sonidos, (alarma y evacuación).

Cada módulo dispone de;

- 5 sirenas en la planta baja
- 1 sirena en la zona administrativa

5.6.4 Sistema de Hidrantes Exteriores

El edificio al ser de TIPO B con un riesgo medio 5 y con una superficie construida menor de 2500 m², **no se requiere** la instalación de hidrantes exteriores.

5.6.5 Extintores de Incendio

Teniendo lo comentado anteriormente, **se requiere** la instalación de extintores de incendio. Estos se colocarán a lo largo de las vías de evacuación, de manera que sean fácilmente visibles y accesibles. Se distribuirán por toda la planta teniendo en cuenta que, desde cualquier punto del sector de incendio hasta el exterior, no supere 15m.

Se disponen de 9 extintores portátiles tipo polvo ABC de 6 kg de eficacia 21A-113B.

Se dispone de 1 extintor de nieve carbónica CO₂ de 5 kg de eficacia 34B.

5.6.6 Sistema de Bocas de Incendio Equipadas (BIEs)

Por ser un edificio TIPO B con un riesgo medio 5 y tener una superficie construida mayor a 500 m², **se requiere** la instalación de BIEs.

Para ello se distribuirán BIEs según lo indicado en RSCIEI;

- El tipo de BIE a disponer será del tipo 45 mm², con una simultaneidad de 2 y con una autonomía de 60 minutos.
- El criterio de diseño será una presión entre 3 y 6 kg/cm² en la boquilla.
- $K_{v,min}=85$ (RIPCI)
- $D_{boquilla}=13$ mm
- Altura mínima del centro al suelo: 1,5 m
- Distancia máxima a la salida de sector de incendio: 5 m
- Longitud de manguera: 20 m
- Radio de acción de la BIE= Manguera+ 5 m =20 +5=25 m (DN 45)
- Distancia máxima a un punto no protegido: 25 m

Por tanto, siguiendo estos criterios se determina que se necesitan **5 BIEs** como se reflejan en los planos.

Los criterios de funcionamiento de la BIE serán los siguientes;

- Funcionamiento de dos BIEs hidráulicamente más desfavorables durante 60 minutos.
- Presión dinámica en el orificio de salida de cualquier BIE: Entre 3 y 6 kg/cm².
- Presión mínima: 3 kg/cm²
- Presión máxima: 6 kg/cm²

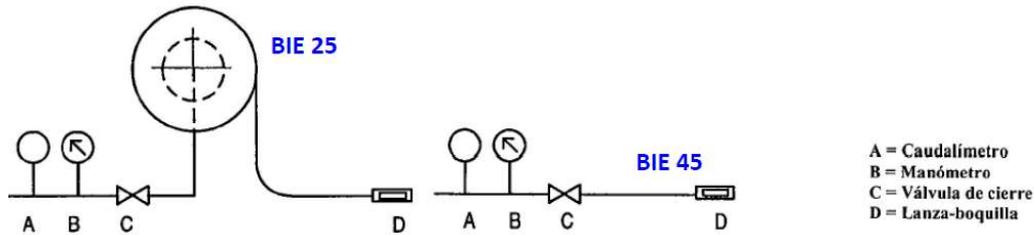
Para el cálculo hidráulico se utilizará la expresión siguiente;

$$Q(lpm) = K \cdot \sqrt{P(bar)}$$

Donde;

Q es el caudal medido en el caudalímetro.

P es la presión medida en el manómetro.



Teniendo en cuenta los datos anteriores se puede determinar la caracterización de los BIES.

- Para una presión de **3 kg/cm²**;

Diámetro nominal de la BIE: **DN 45**

Diámetro de orificio de la boquilla: **13 mm**

$K_{BIE}=85$

$$Q(lpm) = 85 \cdot \sqrt{3} = 147,22 lpm = 2,45 lps$$

$$v = \frac{4Q}{\pi \cdot D^2} = 18,49 m/s$$

Se obtiene una presión dinámica en D;

$$\frac{P_d}{\gamma} = \frac{v^2}{2g} = \mathbf{17,42 mca}$$

Mientras que para una presión de **6 kg/cm²**;

$$Q(lpm) = 85 \cdot \sqrt{6} = 208,21 lpm = 3,47 lps$$

$$v = \frac{4Q}{\pi \cdot D^2} = 26,14 m/s$$

Se obtiene una presión dinámica en D;

$$\frac{P_d}{\gamma} = \frac{v^2}{2g} = \mathbf{34,84 mca}$$

Para dimensionar la bomba y el volumen del tanque de reserva, es necesario calcular el sistema de rociadores junto con el sistema de BIES, ya que durante el incendio se activarán ambas y una misma bomba les dará el suministro.

Para ello se calculará las necesidades del sistema, junto con los rociadores en el programa EPANET.

5.6.6.1 Predimensionado y Ubicación de las Tuberías

Se seguirá el criterio siguiente para el predimensionado;

- Para las tuberías de conexión de las BIES individuales se utilizará diámetros de 1 1/2".
- Para las tuberías de distribución que alimentan a 1 BIE, se utilizará diámetros de 2".
- Para las tuberías de distribución que alimentan a 2 BIE, se utilizará diámetros de 2 1/2".

5.6.6.2 Ubicación del Armario BIE

De acuerdo con RIPCI, "las BIE deberán montarse sobre un soporte rígido, de forma que la boquilla y la válvula de apertura manual y el sistema de apertura del armario, si existen, estén situadas, como máximo, a 1,50 m. sobre el nivel del suelo."

Por tanto, tanto la válvula como la boquilla se situarán a **1,30 m sobre el nivel de suelo.**

Para evitar posibles cruzamientos con la red de rociadores, la red de BIE se colocará a una altura superior que la red de rociadores, concretamente a 11,5 m, creando un anillo externo a dicha red. Hay que tener en cuenta que la red de BIEs discurre por los muros, mientras que el sistema de rociadores tiene una separación considerable.

5.6.7 Sistema de Rociadores Automáticos de Agua (ROA)

Sabiendo que el edificio tiene una configuración TIPO B, de riesgo medio 5, con una superficie construida mayor de 1500 m², **se requiere** la instalación de un sistema de rociadores automáticos de agua.

Un sistema de ROA se puede caracterizar a través de diferentes parámetros que se recogen en la norma UNE EN 12845.

5.6.7.1 Clasificación del Riesgo

El resultado de la clasificación del riesgo condicionará el cálculo hidráulico y la distribución de rociadores en el plano, variando para caso la distancia ente rociadores y sus caudales.

Para determinar la clasificación del riesgo se consulta la norma UNE EN 12845.

Debido a que no está especificado la actividad industrial se supondrá un riesgo tipo RO 2, siendo el riesgo ordinario.

En el ANEXO A de la misma norma se puede encontrar para dicho riesgo;

- $\text{densidad de diseño} = 5 \frac{\text{mm}}{\text{min}} = 5 \frac{\text{l}}{\text{m}^2}$
- $\text{Area de operación(Mojada)} = 144 \text{ m}^2$
- $\text{Caudal necesario} = 725 \frac{\text{l}}{\text{min}}$
- $\text{Presión en el punto de control} = 1,4 + p_s \text{ bar}$
- $\text{Caudal de demanda máxima} = 1000 \frac{\text{l}}{\text{min}}$
- $\text{Presión en el punto de control} = 1 + p_s \text{ bar}$
- $\text{Abastecimiento de agua} = 60 \text{ min}$
- $\text{Tipo de instalación} = \text{Tubería mojada}$
- $\text{Superficie de control de 1 alarma} = 12\,000 \text{ m}^2$
- $\text{Presión mínima de descarga} > 0,35 \text{ bar}$
- $\text{Diametro mínimo de tubo} = 20 \text{ mm}$
- $K = 80$
- $Q = K\sqrt{P}$, caudal en l/min y la presión en bar.
- $\text{Diametro mínimo de válvula y tubo (desague)} = 50\text{mm}$
- $\text{Presión de alimentación del rociador} = p = \frac{Q^2}{K} = \frac{60^2}{80} = 0,56\text{bar} = 5,7\text{mca}$

5.6.7.2 Distribución de los Rociadores

Espacio mínimo bajo los rociadores de techo: 0,3 m o 0, m.

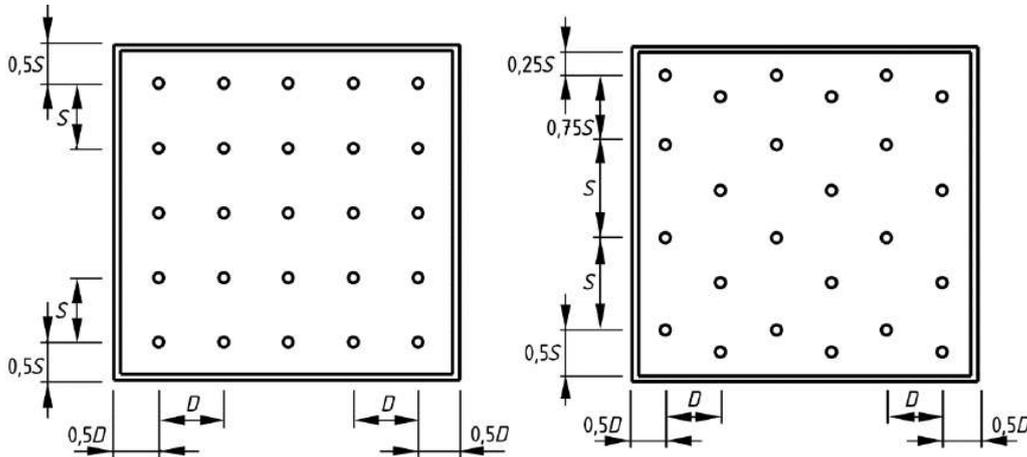
Separación mínima entre rociadores: 2 m.

La superficie máxima cubierta por un rociador y la separación entre ellas según el tipo de distribución vienen recogidas en la siguiente tabla de la norma;

Tabla 7. Superficies máximas cubiertas por rociador según la UNE EN 12845.

Tabla 19 – Cobertura máxima y separación para rociadores diferentes de los de pared

| Clase de riesgo | Superficie máxima por rociador m ² | Distancias máximas como se muestran en la figura 8 m | | |
|-----------------|--|---|-----------------------------|-----|
| | | Distribución normal | Distribución al tresbolillo | |
| | | S y D | S | D |
| RL | 21,0 | 4,6 | 4,6 | 4,6 |
| RO | 12,0 | 4,0 | 4,6 | 4,0 |
| REP y REA | 9,0 | 3,7 | 3,7 | 3,7 |



Leyenda

S Distancia entre rociadores

D Distancia entre rociadores

Figura 8 – Separación para rociadores de techo

Figura 2. Distribución de los rociadores según la UNE EN 12845.

- Distancia máxima desde pared a rociador (separación normal): 2 m
- Distancia máxima desde pared a rociador (tresbolillo): 2,3 m
- Distancia máxima desde pared a rociador (vigas abiertas o expuestas): 1,5 m

Teniendo en cuenta las restricciones anteriores se colocan los rociadores de manera que se cubra toda el área de la nave. Horizontalmente se colocan con una separación entre rociadores de 2,91 m a 1,3 m de las paredes. Verticalmente se colocan con 2,5 m de separación.

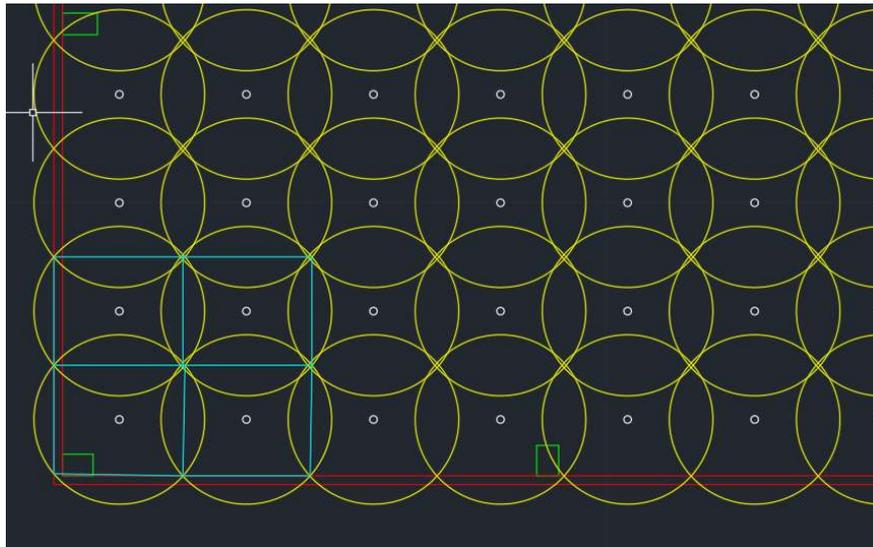


Figura 3. Extracto de diseño en AutoCAD

De la configuración resultante se puede estimar que el área cubierta por un rociador realmente es menor a 12 m².

$$A_{\text{rociador}} = 7,3 \text{ m}^2$$

Por tanto, para un área de operación de 144 m², se activarán a la vez;

$$N^{\circ} \text{ rociadores} = \frac{144}{7,3} = 19,72 \approx 20 \text{ rociadores}$$

Dado la simetría existente en las naves, la distribución de los rociadores queda determinado.

La longitud L paralela a los ramales del área de operación viene dada según;

$$L = 1,2 \sqrt{A_{op}} = 1,2 \cdot \sqrt{144} = 14,4 \text{ m}$$

Por tanto, el lado perpendicular valdrá 10 m.

Según el plano del AutoCAD se puede observar que en un incendio como mucho se puede activar 5 rociadores por ramal;

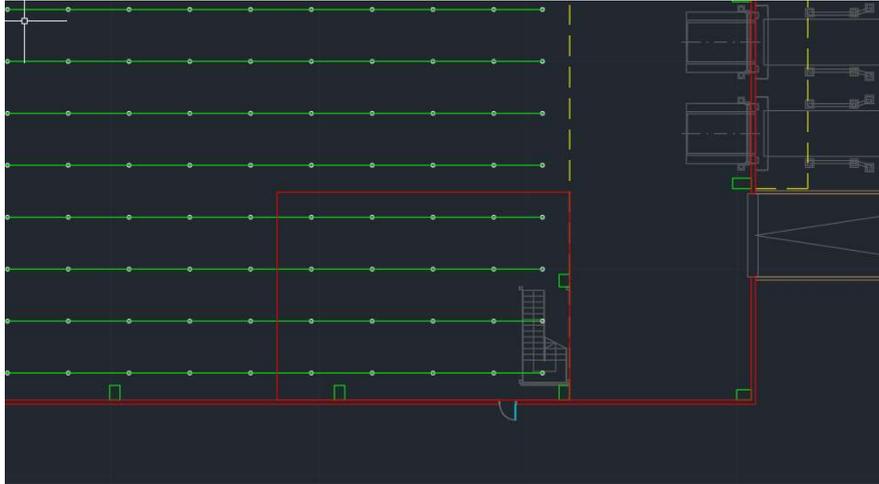


Figura 4. Área de operación (en rojo)

Mientras que para la zona debajo de la entreplanta, los rociadores se separan 3 m horizontalmente y 2,5 m verticalmente (paralela a los pórticos).



Figura 5. Zona bajo el forjado de la entreplanta

A continuación, se determinará el trazado y el predimensionamiento de las tuberías en el sistema de rociadores.

5.6.7.3 Características del Rociador

Entre las diferentes características de los rociadores automáticos se recogen en la normativa UNE EN 12259-1 (2002), la que tiene una importancia vital es la temperatura de actuación del rociador, es decir, la temperatura a la que la ampolla se rompe, liberando así el flujo de agua.

Para el presente proyecto, se considera adecuado el uso de **ampolla roja**, con una temperatura de actuación de **68°C**.

Otra característica importante es el tamaño de los rociadores. Dado que todos los rociadores del proyecto son convencionales de tipo **colgante**, se recomienda un tamaño de boquilla de 15 a 20 mm con ½ "de rosca.

5.6.7.4 Trazado y Predimensionamiento de las Tuberías

Las tuberías se colocarán a una altura de 11,3 m, situándose por debajo de las jácenas.

Eligiendo tuberías de acero galvanizado normalizadas según los rociadores alimentados de ramales;

Tabla 8. Valores de los diámetros de los ramales según la UNE EN 12845

Tabla 30 – Diámetros de ramal en instalaciones RO

| Ramales | Configuración | Diámetro | Número máximo de rociadores alimentados |
|---|--------------------------|----------|---|
| | | mm | |
| Ramales en extremo lejano de todos los colectores – dos últimos ramales | Lateral con 2 rociadores | 25 | 1 |
| | | 32 | 2 |
| Tres últimos ramales Último ramal | Lateral con 3 rociadores | 25 | 2 |
| | | 32 | 3 |
| | | 25 | 2 |
| | | 32 | 3 |
| Todos los otros ramales | Todas | 40 | 4 |
| | | 50 | 9 |
| | | 25 | 3 |
| | | 32 | 4 |
| Todos los otros ramales | Todas | 40 | 6 |
| | | 50 | 9 |
| | | 25 | 3 |

Para colectores se utiliza la siguiente tabla;

Tabla 9. Valores de los diámetros de los colectores según la UNE EN 12845

Tabla 31 – Diámetros de colector en instalaciones RO

| Colectores | Configuración | Diámetro | Número máximo de rociadores alimentados | |
|--|--------------------------|--|---|----|
| | | mm | | |
| En los extremos de la instalación | Lateral con 2 rociadores | 32 | 2 | |
| | | 40 | 4 | |
| | | 50 | 8 | |
| | | 65 | 16 | |
| | Todas las otras | Todas las otras | 32 | 3 |
| | | | 40 | 6 |
| | | | 50 | 9 |
| | | | 65 | 18 |
| Entre puntos de diseño y puesto de control | Todas | A calcular de acuerdo con el apartado 13.3.4.2 | | |

Dado que en el caso de incendio solo se pueden activar 20 rociadores el colector se dimensionará para aquellos 20.

Por tanto, según las tablas anteriores para **el colector** que alimenta los rociadores de la cubierta, se elige una tubería de acero galvanizado;

DN 65, con \varnothing_{int} de 68,9 mm.

Mientras que los **ramales** solo pueden alimentar 5 rociadores a la vez, por consiguiente;

DN 40, con \varnothing_{int} de 41,9 mm.

Para la zona de la entreplanta el área de operación contiene 12 rociadores, por tanto, **el colector** se dimensiona para aquellas 12;

DN 65, con \varnothing_{int} de 68,9 mm.

Mientras que los **ramales** solo pueden alimentar 3 rociadores a la vez, por consiguiente;

DN 32, con \varnothing_{int} de 36mm.

5.6.7.5 Consideraciones Para el Cálculo Hidráulico

El caudal mínimo que se requiere en un rociador se puede calcular como;

$Q_{1rociador} = \text{densidad de descarga} \cdot \text{Area de cobertura rociador}$

$$Q_{1rociado} = 5.12 = 60 \frac{l}{min} = 1ls$$

Presión mínima en el rociador;

$$P = \frac{Q^2}{K^2} = \frac{60^2}{80^2} = 0,56 \text{ bar} = 5,7 \text{ mca}$$

6. CALCULO HIDRAULICO MEDIANTE EPANET

Epanet es un programa gratuito muy eficaz a la hora de calcular redes hidráulicas. En este caso se utilizará la versión EPANET 2.0 vE.

La estrategia que se va a adoptar es implantar primero el sistema que más demanda, en este caso los BIES necesitan mayores presiones que rociadores, pero menores caudales.

En el caso de los BIES, solamente se deben calcular los dos BIES más desfavorables y los dos más favorables, cuatro en total.

Después de dibujar todo el trazado de acuerdo con el recorrido espacial se introducen los parámetros siguientes;

- Cálculo de perdidas mediante Hazen-Williams.
- Rugosidad=120 (C=120, acero galvanizado).

Además, hay que tener en cuenta que se está trabajando en litros por segundo y mca en el Epanet, entonces se cambian las unidades para las pérdidas de presión en el BIE.

$$K_{Epanet} = 0,00527 \cdot K_{BIE} = 0,00527 \cdot 85 = 0,4479$$

Este dato se introducirá como el coeficiente de emisor de los BIEs en funcionamiento para la simulación.

Para tener en cuenta las perdidas menores, las longitudes se multiplicarán por 1,2.

Para el rociador;

$$K_{rociador,epanet} = \frac{80}{60} \sqrt{\frac{9810}{10^5}} = 0,4176$$

Tras realizar un cálculo iterativo para dimensionar las tuberías para reducir las pérdidas de fricción y cumplir con los puntos de funcionamiento en los BIEs como rociadores se llega a la siguiente solución;

Tabla 10. Resultados del cálculo, en verde (Bies) y en amarillo (rociadores)

| Tabla de Red - Nudos | | | |
|-----------------------------|-------------|----------------|----------------|
| | Cota | Demanda | Presión |
| ID Nudo | m | LPS | m |
| Conexión 2 | -1 | 0 | 38.84 |
| Conexión 17 | 0 | 0 | 1.3 |
| Conexión 15 | 0 | 0 | 38.48 |
| Embalse 1 | 0 | -32.16 | 0 |
| Conexión 10 | 1.3 | 2.54 | 32.24 |
| Conexión 12 | 1.3 | 2.5 | 31.19 |
| Conexión 5 | 1.3 | 2.62 | 34.14 |
| Conexión 7 | 1.3 | 0 | 0 |
| Conexión 14 | 1.8 | 0 | 30.76 |
| Conexión 16 | 1.8 | 0 | 33.72 |
| Conexión 13 | 1.8 | 0 | 31.82 |
| Conexión 54 | 6 | 0 | 0 |
| Conexión 51 | 6 | 0 | 0 |
| Conexión 50 | 6 | 0 | 0 |
| Conexión 53 | 6 | 0 | 0 |
| Conexión 52 | 6 | 0 | 0 |
| Conexión 55 | 6 | 0 | 0 |
| Conexión 59 | 6 | 0 | 0 |
| Conexión 60 | 6 | 0 | 0 |
| Conexión 61 | 6 | 0 | 0 |
| Conexión 56 | 6 | 0 | 0 |

| | | | |
|-------------|------|------|------|
| Conexión 57 | 6 | 0 | 0 |
| Conexión 58 | 6 | 0 | 0 |
| Conexión 37 | 11.3 | 0 | 9.91 |
| Conexión 38 | 11.3 | 1.23 | 8.65 |
| Conexión 35 | 11.3 | 1.22 | 8.55 |
| Conexión 36 | 11.3 | 1.22 | 8.55 |
| Conexión 39 | 11.3 | 1.22 | 8.59 |
| Conexión 42 | 11.3 | 1.22 | 8.54 |
| Conexión 43 | 11.3 | 0 | 25.3 |
| Conexión 40 | 11.3 | 1.22 | 8.56 |
| Conexión 41 | 11.3 | 1.22 | 8.54 |
| Conexión 19 | 11.3 | 0 | 10 |
| Conexión 20 | 11.3 | 1.23 | 8.73 |
| Conexión 26 | 11.3 | 1.23 | 8.68 |
| Conexión 25 | 11.3 | 0 | 9.94 |
| Conexión 23 | 11.3 | 1.23 | 8.62 |
| Conexión 24 | 11.3 | 1.23 | 8.62 |
| Conexión 21 | 11.3 | 1.23 | 8.67 |
| Conexión 22 | 11.3 | 1.23 | 8.64 |
| Conexión 32 | 11.3 | 1.23 | 8.66 |
| Conexión 31 | 11.3 | 0 | 9.92 |
| Conexión 34 | 11.3 | 1.22 | 8.57 |
| Conexión 33 | 11.3 | 1.22 | 8.6 |
| Conexión 28 | 11.3 | 1.22 | 8.59 |
| Conexión 27 | 11.3 | 1.23 | 8.62 |
| Conexión 30 | 11.3 | 1.22 | 8.57 |

| | | | |
|-------------|------|------|-------|
| Conexión 29 | 11.3 | 1.22 | 8.57 |
| Conexión 6 | 11.5 | 0 | -10.2 |
| Conexión 4 | 11.5 | 0 | 24.49 |
| Conexión 3 | 11.5 | 0 | 26.08 |
| Conexión 11 | 11.5 | 0 | 21.49 |
| Conexión 9 | 11.5 | 0 | 22.56 |
| Conexión 8 | 11.5 | 0 | 23.71 |
| Conexión 18 | 11.5 | 0 | 26.08 |
| Conexión 46 | 11.5 | 0 | -5.5 |
| Conexión 45 | 11.5 | 0 | -5.5 |
| Conexión 44 | 11.5 | 0 | 26.08 |
| Conexión 49 | 11.5 | 0 | -5.5 |
| Conexión 48 | 11.5 | 0 | -5.5 |
| Conexión 47 | 11.5 | 0 | -5.5 |

Por tanto, la solución **se da por válido**.

El punto de funcionamiento de la bomba;

$$Q=30 \text{ l/s} = 108 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$H= 40,5 \text{ mca}$$

Mientras que la ecuación de la curva,

$$H=54-0,015 \cdot Q^2$$

Para el cálculo del depósito de agua se consideran los 2 BIES más favorables y los rociadores más favorables situados a 6 m debajo de la entreplanta (zona de carga), obteniéndose un caudal de;

$$Q=32,15 \text{ l/s}$$

$$\text{Volumen} = 32,15 \text{ l/s} \cdot 60\text{s/min} \cdot 60\text{min} = 115740 \text{ l} = 115,74 \text{ m}^3$$

Por último, se va a elegir una bomba comercial del catálogo de un fabricante (Bombas Ideal);

Marca: Bombas Ideal

Tipo: FOC N

$$Q= 108 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$H= 50 \text{ mca}$$

J: V20T

D: RNI 65-20

Dimensiones: 880(A)x1650(B)x990(L), Ht=1823 [mm]

HP=30, o 22 kW

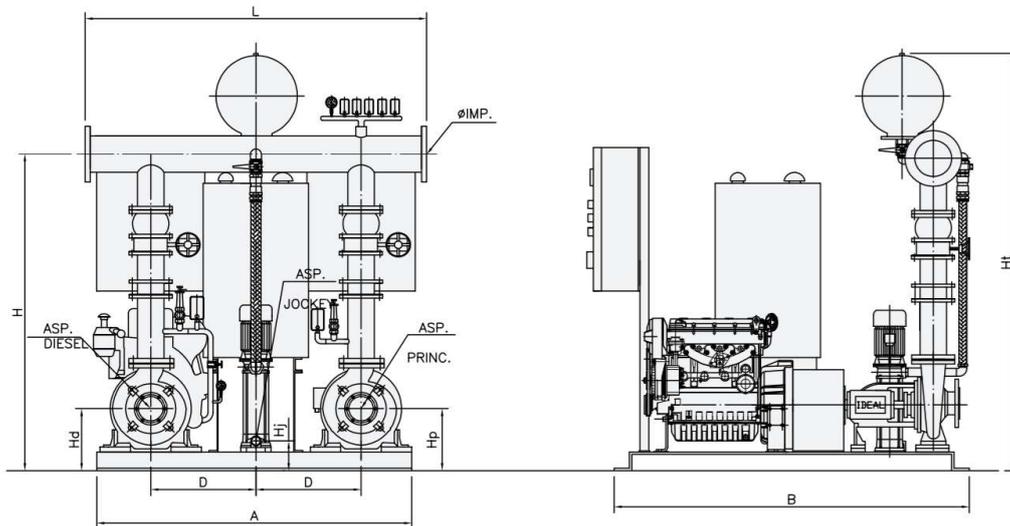


Figura 6. Configuración de bomba (Fuente: Bombas Ideal)

La bomba se compone de dos unidades, una bomba principal Diesel y el auxiliar(jockey) eléctrico.

Sin embargo, una vez instalado la bomba comercial, se crea un nuevo punto de funcionamiento, las condiciones hidráulicas se deben de comprobar de nuevo.

Para ello se simula en EPANET esta nueva situación;

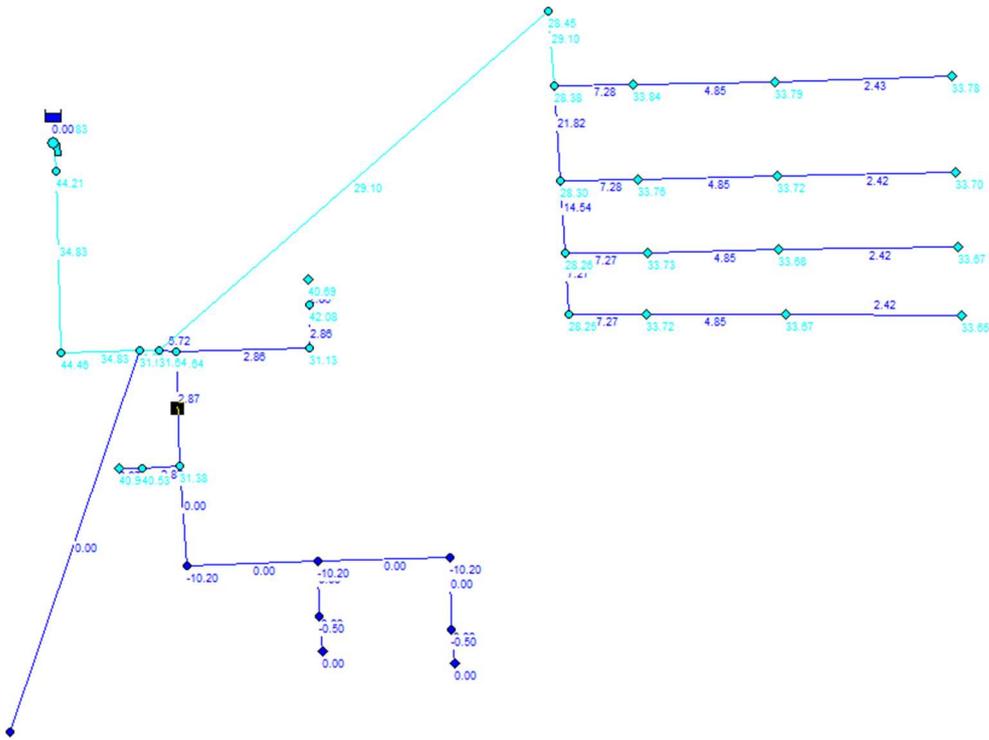


Figura 7.Condiciones Favorables

Se ha realizado el cálculo hidráulico del módulo independiente más lejano a las bombas, sin embargo, esta diferencia de longitud es despreciable ya que se produce en la tubería de alimentación que presenta menos pérdidas, por tanto, se da esta solución por válida para el otro módulo ya que existe una simetría en el resto de las instalaciones.

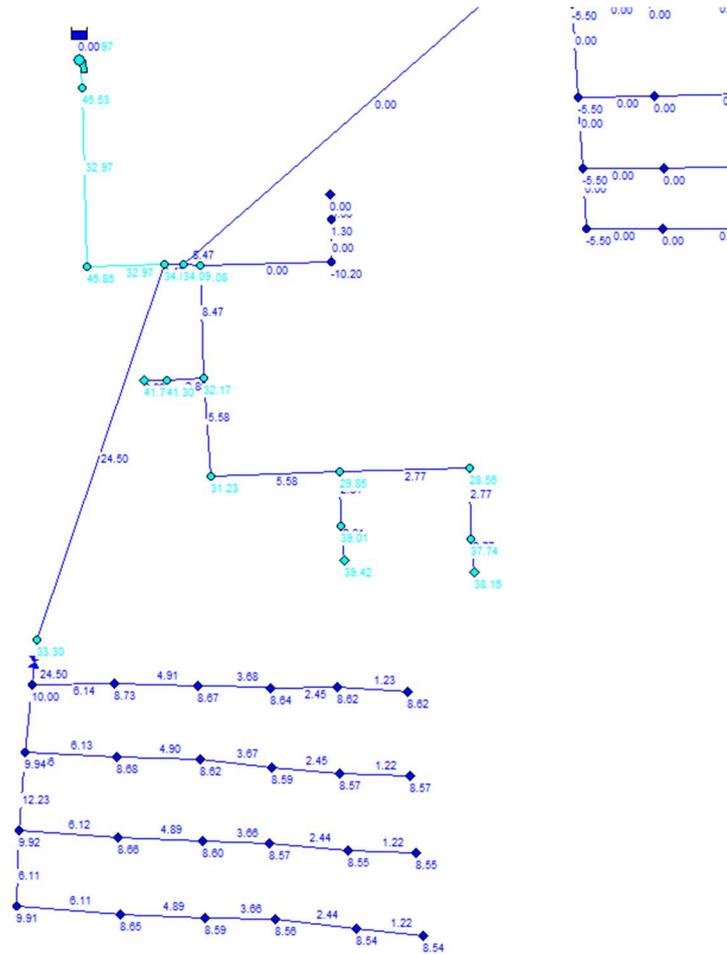


Figura 8. Condiciones desfavorables

Como se puede apreciar en las figuras anteriores, la nueva bomba no altera el funcionamiento correcto de la instalación y el cálculo se da por válido.

7. PRESUPUESTO

A continuación, se muestra la tabla de presupuesto detallado;

Tabla 11. Presupuesto detallado de PCI

| Entreplanta | Nombre | Unidades | Precio Unitario | Precio |
|-------------|--|----------|-----------------|-----------------|
| | Extintor 6 kg eficacia 21A-113B | 2 | 76.1 | 152.20 € |
| | Pulsador de alarma | 2 | 30.94 | 61.88 € |
| | Avisador acústico de alarma | 1 | 37.38 | 37.38 € |
| | Cartel fotoluminiscente de evacuación | 2 | 31.4 | 62.80 € |
| | Cartel fotoluminiscente de salida | 2 | 31.4 | 62.80 € |
| | Cartel fotoluminiscente de extintor | 2 | 31.4 | 62.80 € |
| | Cartel fotoluminiscente de pulsador | 2 | 31.4 | 62.80 € |
| | TOTAL | | | 502.66 € |
| | | | | |
| Planta Baja | Nombre | U o m | Precio Unitario | Precio |
| | Detector lineal haz óptico Rec/Emisor(PAR) | 5 | 45.95 | 229.75 € |
| | Detector termovelocimetro | 14 | 29.56 | 413.84 € |
| | Central de alarma | 1 | 266.93 | 266.93 € |
| | Extintor 6 kg eficacia 21A-113B | 9 | 76.1 | 684.90 € |
| | Extintor CO2 de 5kg, eficacia 34B | 1 | 100.39 | 100.39 € |
| | Avisador acústico de alarma | 5 | 37.38 | 186.90 € |
| | Pulsador de alarma | 7 | 30.94 | 216.58 € |
| | BIE's | 5 | 403.57 | 2,017.85 € |
| | Cartel fotoluminiscente de salida | 6 | 31.4 | 188.40 € |
| | Cartel fotoluminiscente de extintor | 10 | 31.4 | 314.00 € |
| | Cartel fotoluminiscente de pulsador | 7 | 31.4 | 219.80 € |
| | Cartel fotoluminiscente de BIE | 5 | 31.4 | 157.00 € |

Proyecto de Una Nave Industrial Con Uso Logístico de 5030 m² en Colmenar Viejo

| | | | | |
|--|--------------------------------------|-----|-----------|---------------------|
| | Cartel fotoluminiscente de dirección | 4 | 31.4 | 125.60 € |
| | DN 150 | 38 | 90.16 | 3,426.08 € |
| | instalación | 1 | 34.61 | 34.61 € |
| | DN 125 | 125 | 74.43 | 9,303.75 € |
| | instalación | 1 | 34.61 | 34.61 € |
| | DN 80 | 814 | 38.72 | 31,518.08 € |
| | instalación | 26 | 30.84 | 801.84 € |
| | DN 65 | 92 | 29.84 | 2,745.28 € |
| | instalación | 3 | 30.48 | 91.44 € |
| | DN 50 | 104 | 23.29 | 2,422.16 € |
| | instalación | 7 | 25.48 | 178.36 € |
| | DN 40 | 1.5 | 21.41 | 32.12 € |
| | instalación | 5 | 20.46 | 102.30 € |
| | Depósito de 120 m3 | 1 | 11250 | 11,250.00 € |
| | Grupo de presión | 1 | 10,224.49 | 10,224.49 € |
| | Válvula de retención | 1 | 280.93 | 280.93 € |
| | Válvula reductora | 1 | 405.9 | 405.90 € |
| | Válvula drenaje | 1 | 251.9 | 251.90 € |
| | Válvula de seccionamiento | 2 | 317.17 | 634.34 € |
| | Rociador | 302 | 16.33 | 4,931.66 € |
| | Puesto de Control | 1 | 4227.01 | 4,227.01 € |
| | TOTAL | | | 88,018.80 € |
| | | | | |
| | Total Modulo | | | 88,521.46 € |
| | Total Nave | | | 177,042.91 € |



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCUOLA TÉCNICA
SUPERIOR INGENIERÍA
INDUSTRIAL VALENCIA

Curso Académico:

INSTALACION ELECTRICA

ÍNDICE

| | |
|---|-----------|
| Índice..... | 1 |
| Índice de Figuras..... | 2 |
| Indice de Tablas..... | 3 |
| 1. Introducción | 4 |
| 2. Normativa | 4 |
| 3. Antecedentes..... | 4 |
| 4. Descripción del edificio | 4 |
| 5. Prevision de potencia..... | 4 |
| 5.1 Grupo de bombeo PCI | 5 |
| 5.2 Ascensor | 5 |
| 5.3 Puestos de Trabajo de Oficinas | 5 |
| 5.4 Climatización de las Oficinas | 5 |
| 5.5 ACS Solar..... | 5 |
| 5.6 Iluminación..... | 5 |
| 5.6.1 Iluminación con DIALUX EVO 9.2 | 6 |
| 5.6.2 Encendido de los Circuitos de Alumbrado | 15 |
| 5.7 Potencia Mínima Requerida para un Módulo..... | 18 |
| 6. Centro de transformacion | 18 |
| 7. Acometida | 19 |
| 8. Caja General De Protección | 19 |
| 9. Línea general de alimentación..... | 19 |
| 10. Derivación Al Cuadro General..... | 19 |
| 11. Dimensionado de Circuitos..... | 25 |
| 11.1 Circuito C6 | 26 |
| 11.2 Circuito C7 | 28 |

| | |
|--|-----------|
| 11.3 Circuito C8 | 30 |
| 11.4 Circuito C9 | 31 |
| 11.5 Circuito C10 | 33 |
| 11.6 Circuito C11 hasta C14 (inclusive) | 34 |
| 11.7 Circuito C15 hasta C19 (inclusive) | 34 |
| 11.8 Línea 2 | 35 |
| 11.9 Circuito C20 | 36 |
| 11.10 Circuito C21 | 38 |
| 11.11 Circuito C1.1 | 39 |
| 11.12 Circuito C1.2 | 40 |
| 11.13 Circuito C1.3 hasta C1.7 (inclusive) | 42 |
| 11.14 Circuito C1.8 | 42 |
| 11.15 Circuito C1.9 hasta C1.10 (inclusive) | 43 |
| 11.16 Circuito C2.1 | 43 |
| 11.17 Circuito C2.2 | 45 |
| 11.18 Circuito C4 | 46 |
| 11.19 Circuito C3.1 | 47 |
| 11.20 Circuito C0.1 | 49 |
| 11.21 Circuito C0.2 | 50 |
| 12. Puesta a Tierra | 52 |
| 12.1 Instalación de Pararrayos | 52 |
| 12.2 Instalación de tierras | 54 |
| 12.3 Interruptores diferenciales. Sensibilidad | 55 |
| 12.4 Protección Contra Sobretensiones | 55 |
| 13. Presupuesto | 56 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---------------------------------------|---|
| Figura 1. Pantallazo Dialux Evo | 6 |
| Figura 2. Pantallazo Dialux Evo | 7 |
| Figura 3. Pantallazo Dialux Evo | 8 |
| Figura 4. Pantallazo Dialux Evo | 8 |
| Figura 5. Pantallazo Dialux Evo | 9 |

| | |
|---|----|
| Figura 6. Pantallazo Dialux Evo | 9 |
| Figura 7. Catálogo de luminarias de Dialux..... | 10 |
| Figura 8. Pantallazo Dialux Evo | 11 |
| Figura 9. Pantallazo Dialux Evo | 12 |
| Figura 10. Pantallazo Dialux Evo | 13 |
| Figura 11. Equipotenciales en la zona de almacenamiento..... | 13 |
| Figura 12. Equipotenciales en la zona de las oficinas | 14 |
| Figura 13. Cortesía de Schneider Electric..... | 16 |
| Figura 14. Contactores (Fuente: Schneider Electric)..... | 17 |
| Figura 15. Características de los contactores. (Fuente: Schneider Electric) | 17 |
| Figura 16. Selección de cables. (Fuente: Prysmian) | 20 |
| Figura 17. Información obtenida en el catálogo de Prysmian | 21 |
| Figura 18. Información obtenida en el catálogo de Prysmian | 22 |
| Figura 19. Intensidades nominales y de fusión de fusibles..... | 23 |
| Figura 20. Interruptor automático. (Fuente: Schneider Electric)..... | 25 |
| Figura 21. Información obtenida en el catálogo de Prysmian | 26 |
| Figura 22. Información obtenida en el catálogo de Prysmian | 30 |

INDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1. Luminarias utilizadas en el proyecto | 11 |
| Tabla 2. Circuitos de alumbrado | 15 |
| Tabla 3. Previsión de potencia | 18 |
| Tabla 4. Protección contra sobretensiones ITC-BT-23 | 55 |
| Tabla 5. Presupuesto detallado..... | 56 |

1. INTRODUCCIÓN

En este capítulo se va a diseñar la instalación eléctrica de la nave logística que se está estudiando.

2. NORMATIVA

Real Decreto 842/2002 del 2 de agosto por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

3. ANTECEDENTES

Para poder empezar el diseño de la instalación eléctrica, se consulta previamente los requisitos del promotor a través del pliego de condiciones, ya que la instalación se realizará para una demanda particular de un caso concreto. Es decir, no será lo mismo una nave que se dedica a fabricar helados que una nave logística. En el primer caso posiblemente habrá maquinaria rotativa, frigorífica de consumos elevados y en el segundo dependiendo del nivel de automatización que se dispone puede haber menor número de circuitos y menores demandas de potencia. Dicho esto, es importante aclarar y conocer los elementos de fuerza que se utilizarán en la actividad industrial en la fase de proyecto.

4. DESCRIPCION DEL EDIFICIO

La nave industrial se divide en dos módulos independientes que comparte un acceso común. La actividad industrial al que se destina la nave será de logística.

Cada módulo dispone de;

- **Planta Baja**
 - 1 aseo
 - 1 aseo para minusválidos
 - 1 vestuario
 - Zona de almacén
- **Entreplanta**
 - 1 aseo masculino
 - 1 aseo femenino
 - Zona de oficinas

5. PREVISION DE POTENCIA

Es necesario conocer la previsión de potencia de los equipos eléctricos para un diseño adecuado. A pesar de que la nave tiene un uso logístico, no se conocen todos los equipos a priori, pero, a partir del pliego de condiciones es posible listar algunos equipos.

5.1 Grupo de bombeo PCI

El grupo de bombeo necesario para impulsar agua a través de los BIES y rociadores se compone de dos bombas, el principal de diésel y el auxiliar (jockey) eléctrico. Según el catálogo de BOMBAS IDEAL, para el modelo elegido FOC N RNI 65-26 VIP 30 T-3 se prevé una potencia de **44, 74 kW**. La bomba es de uso compartida para los dos módulos.

5.2 Ascensor

Se prevé una instalación futura de un ascensor que conecte la entreplanta con la planta baja, para el acceso a las oficinas. El promotor no indica ningún requisito acerca de las especificaciones del dicho ascensor, por tanto, mediante la GUIA-BT-10 se prevé un elevador tipo ITA-1, con una capacidad de 400kg, con una potencia de **4,5 kW**.

5.3 Puestos de Trabajo de Oficinas

La superficie de la oficina es 295,15 m². Se debe de estimar el número de puestos de trabajo. Tomando una densidad de ocupación 10 m²/persona, se necesitarían 29 puestos de trabajo. Para un puesto de trabajo la carga viene dado debido a los ordenadores que son aproximadamente 220 W, para 29 puestos equivale a un total de **6380 W**.

5.4 Climatización de las Oficinas

Se desconoce a priori la potencia necesaria de climatización en la zona de administrativa de la entre planta. Se puede suponer cuatro equipos Split con una potencia de 3,5 kW cada uno que hacen un total de **14kW**.

5.5 ACS Solar

La demanda de ACS se cubre gracias a la instalación de termos eléctricos de 25l en los aseos. Dado que hay 4 aseos por módulo y la potencia de una termo eléctrico de 25 l es aproximadamente 1200 W, hacen un total de **4,8 kW**.

5.6 Iluminación

Las necesidades de iluminación artificial de la nave se indican en el pliego de condiciones, estableciendo niveles medios de iluminación en diferentes planos de trabajo.

Asimismo, para un plano de trabajo a 1m del suelo;

- En la zona de expedición / pedidos: **250-300 lux**, **300 lux** en el perímetro de 3m de la nave y en la zona central.

Para un plano de trabajo a 80 cm del suelo;

- En la zona administrativa: **500 lux**.
- En la zona de circulación: **250 lux**.

Por otra parte, el nivel medio de iluminación exterior se establece para asegurar un mínimo de **15 lux**.

El tipo de luminaria elegida es de tipo LED de bajo consumo para toda la nave.

Para conseguir estos objetivos previamente establecidos, se utilizará un software gratuito de diseño e iluminación muy conocido, DIALUX EVO 9.2. A través del programa se va a obtener resultados gráficos y cálculos precisos de iluminación tanto natural como artificial según las características geométricas de la nave y sus dos módulos y también se determinará la potencia de iluminación artificial correcta para dimensionar correctamente los circuitos asociados.

A continuación, se explicará el procedimiento empleado en el DIALUX EVO 9.2 para la nave industrial logística.

5.6.1 Iluminación con DIALUX EVO 9.2

Una vez descargado la última versión de DIALUX a través de la página web www.dial.de se puede empezar a trabajar en él. Lo primero de todo es dibujar la nave y para ello lo habitual es subir directamente el archivo AutoCAD a través de la pestaña **Construcción->Planos**, tal como se puede ver en la siguiente imagen;

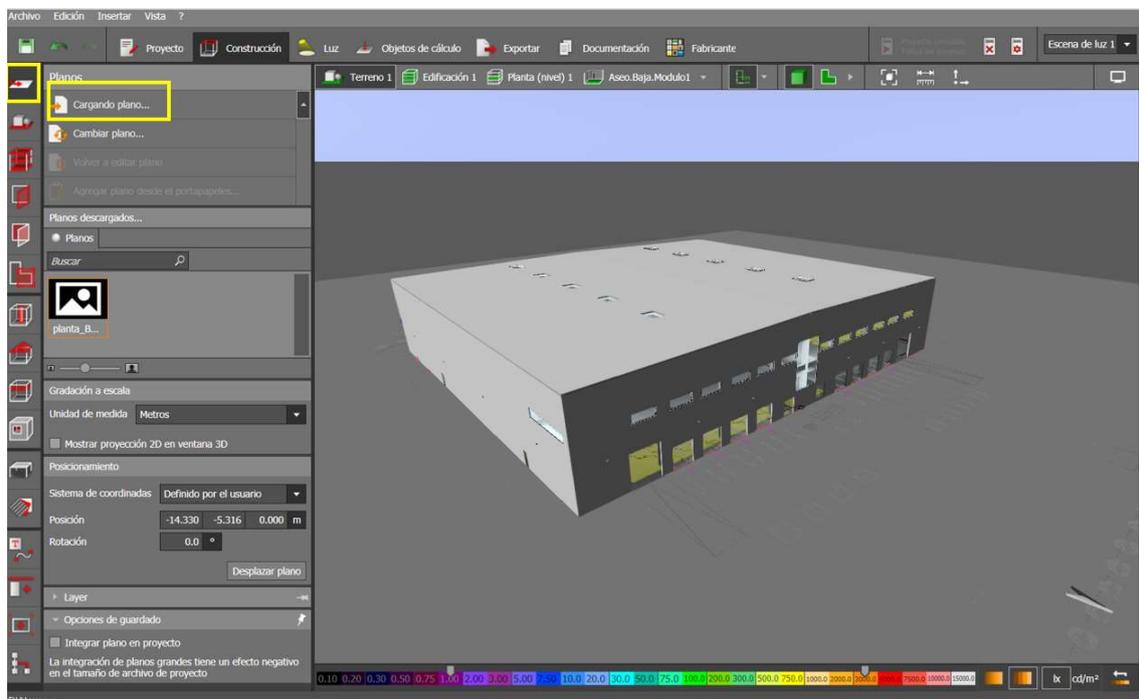


Figura 1. Pantallazo Dialux Evo

También se permite dibujar desde cero en el mismo programa que resulta muy útil cuando se trata de una geometría sencilla.

Para el caso que con el que se trabaja se opta por cargar el plano directamente de un archivo dwg, pero esta operación a pesar de ser tan sencilla puede llevar a errores de unidades y desalineaciones en la obra que se dibuja en DIALUX si no se retoca los planos dwg desde el mismo AutoCAD. Para solucionar este error se debe de;

- Poner las unidades en metros en el archivo de AutoCAD.
- Desactivar las capas innecesarias.
- Dejar el menor número de capas activas.

Una vez cargado el plano se puede visualizar dentro del DIALUX y el programa pide que se introduzca un origen de coordenadas y se establezca una escala.

El siguiente paso es dibujar el contorno exterior de la nave a través de la pestaña **Construcción->Construcción de Plantas y Edificio**.

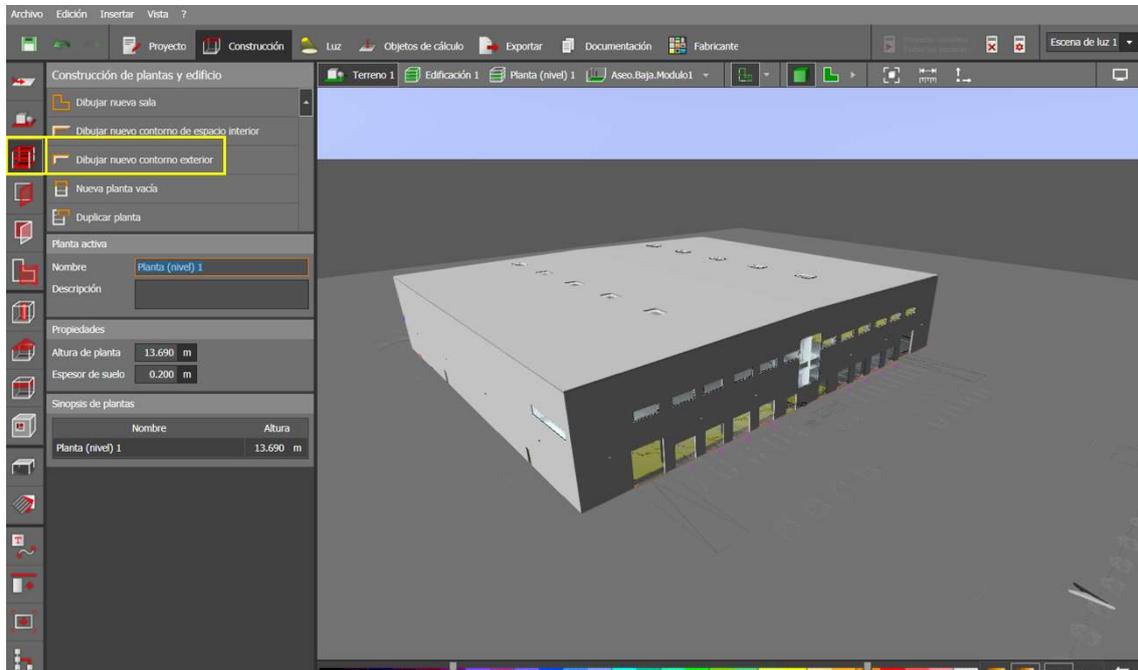


Figura 2. Pantallazo Dialux Evo

Una vez dibujado el contorno exterior de la nave, se puede crear una planta indicando su altura y cargando el plano correspondiente, se opta por realizar una única planta. El hecho de realizar una única planta es respetar el proceso de construcción real de la nave, quedando así un resultado más realista y exacta, aunque se puede realizar también dos plantas, cargando el plano de la entreplanta de las oficinas.

En la misma pestaña se encuentra la opción de dibujar *un nuevo contorno de espacio interior*, aquí se va a dibujar el espacio diáfano de la nave donde irán los dos módulos independientes. Hay que indicar que, aunque haya dos módulos independientes, para mayor exactitud se opta por dibujar un espacio único y amplio donde posteriormente se colocarán los pilares, las vigas y las correas y se dividirán los dos módulos correspondientes a posteriori.

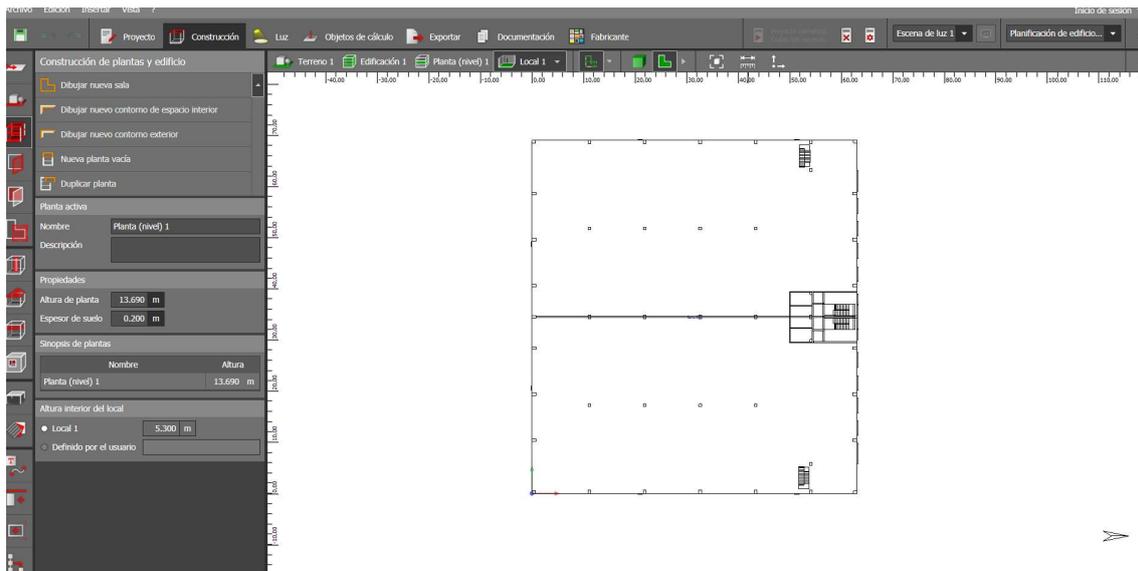


Figura 3. Pantallazo Dialux Evo

A continuación, se dibujan los elementos estructurales según las dimensiones que se ha determinado en los apartados anteriores. Para ello, simplemente se crearán objetos en forma de cubo mediante la pestaña **Construcción-> Muebles y Objetos->Posicionar objeto individual** y se dará dimensión y orientación dependiendo del objeto en cuestión.

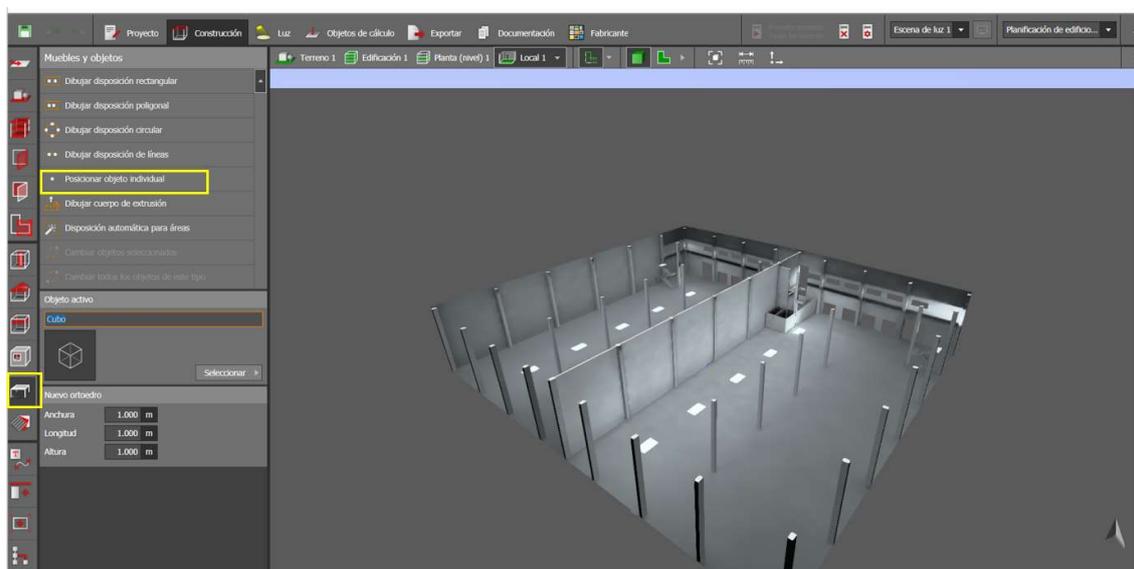


Figura 4. Pantallazo Dialux Evo

Al principio se colocan todos los pilares pertenecientes a los siete pórticos. Después se colocarán las vigas de la cubierta y entreplanta, losas alveolares, muros, escaleras.

Una vez terminado la estructura se crean los baños y los vestuarios y se les asigna un *local interior* ya que como se verá a continuación, el cálculo de las luminarias está asociada para un local y su plano de trabajo concreto.

Se añade la cubierta a dos aguas de la nave, mediante la pestaña **Construcción->Tejados->Tejado a dos aguas**

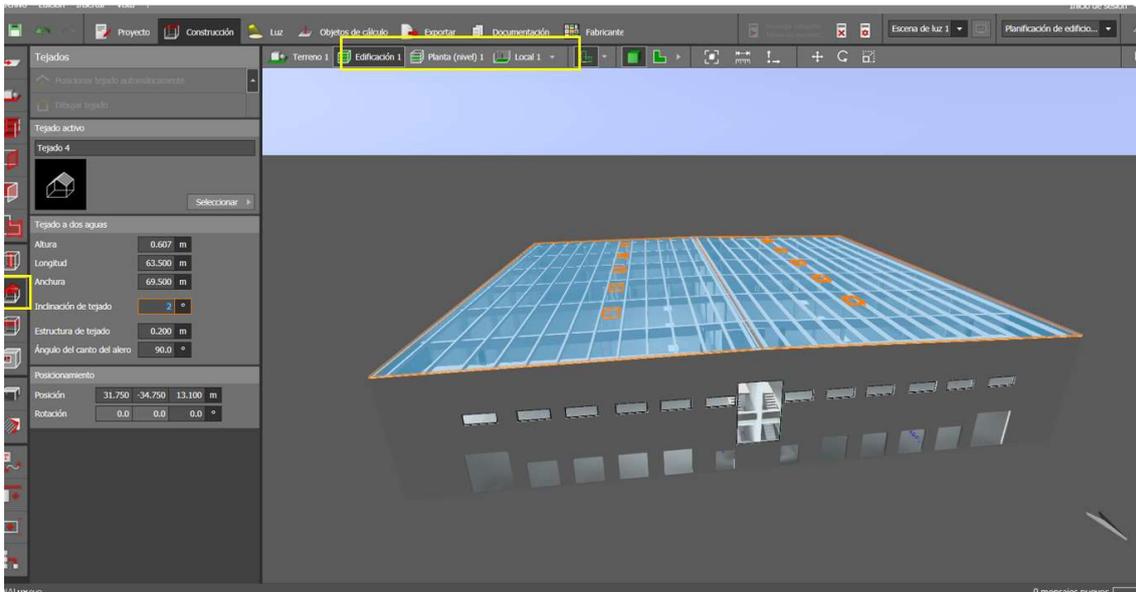


Figura 5. Pantallazo Dialux Evo

A continuación, se realizan los huecos del edificio como son las ventanas y puertas mediante la pestaña **Construcción->Aberturas del edificio**.

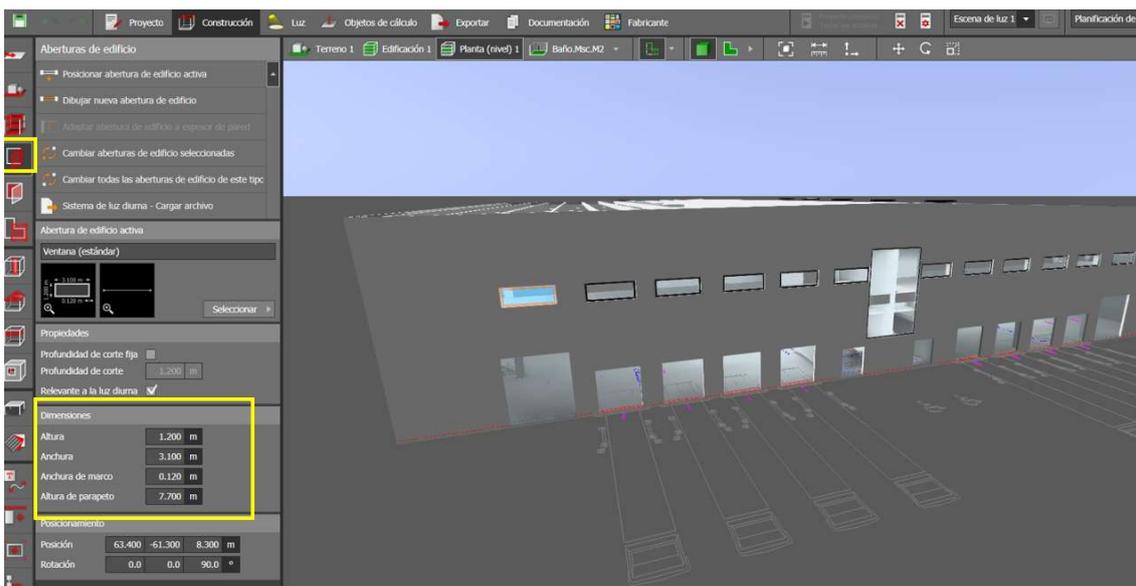


Figura 6. Pantallazo Dialux Evo

Una vez que se haya dibujado toda la nave se realiza el análisis de las luminarias necesarias en cada local. Para la selección correcta de luminarias, DIALUX ofrece un catálogo muy sencillo de utilización con múltiples fabricantes. Se puede encontrar dicho catálogo a través de la pestaña de arriba **Luz->Luminarias->Seleccionar->Catálogos->LumSearch**.

En el catálogo las luminarias se dividen en dos categorías básicas, interior o exterior y después para éstas a su vez se pueden diferenciar;

- Empotradas en techo
- Superficie en techo

- Suspendidos
- De pie
- Empotrados en pared
- Montaje en superficie de pared
- Empotrado en el suelo

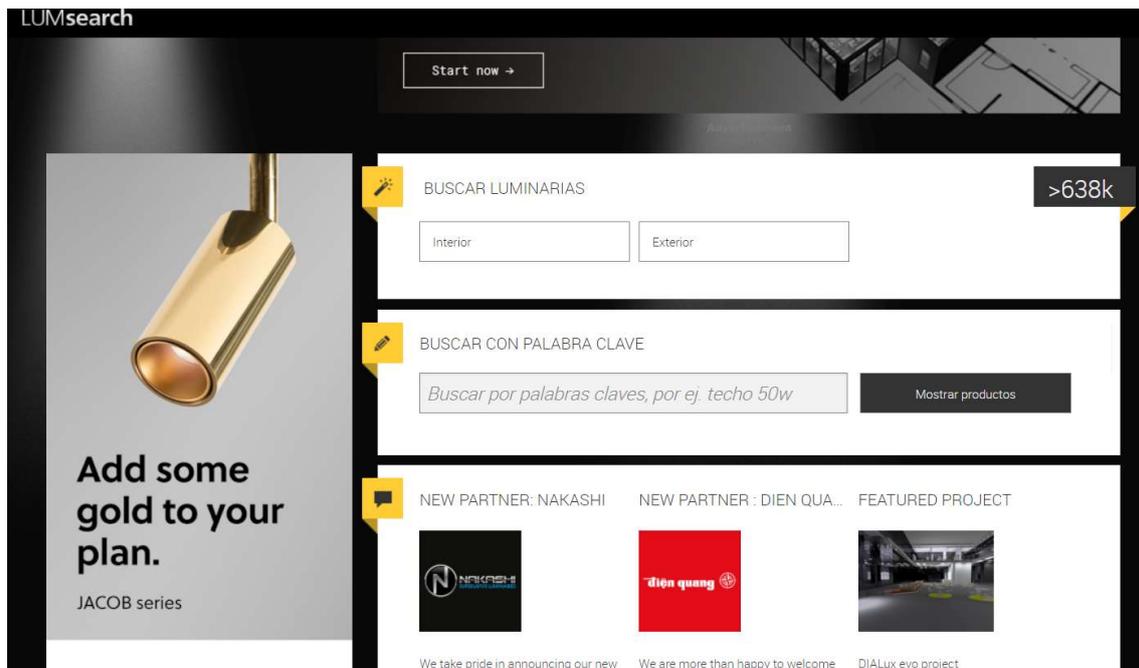


Figura 7. Catálogo de luminarias de Dialux

Una vez que se haya elegido el tipo de luminaria deseado para cada local, se ejecuta el cálculo para comprobar los resultados y ver si satisfacen las necesidades planteadas inicialmente.

A continuación, se obtienen las curvas de distribución de luz proyectadas en los planos de trabajo. Si no se cumple el criterio deseado se cambia o bien la distribución de la luminaria, o bien probando con otro fabricante, el proceso es iterativo hasta conseguir tanto los requerimientos de iluminación de luz, expresado en luxes como el criterio de uniformidad mínima del 40%. Los resultados gráficos y las curvas de distribución se darán en el apartado de planos.

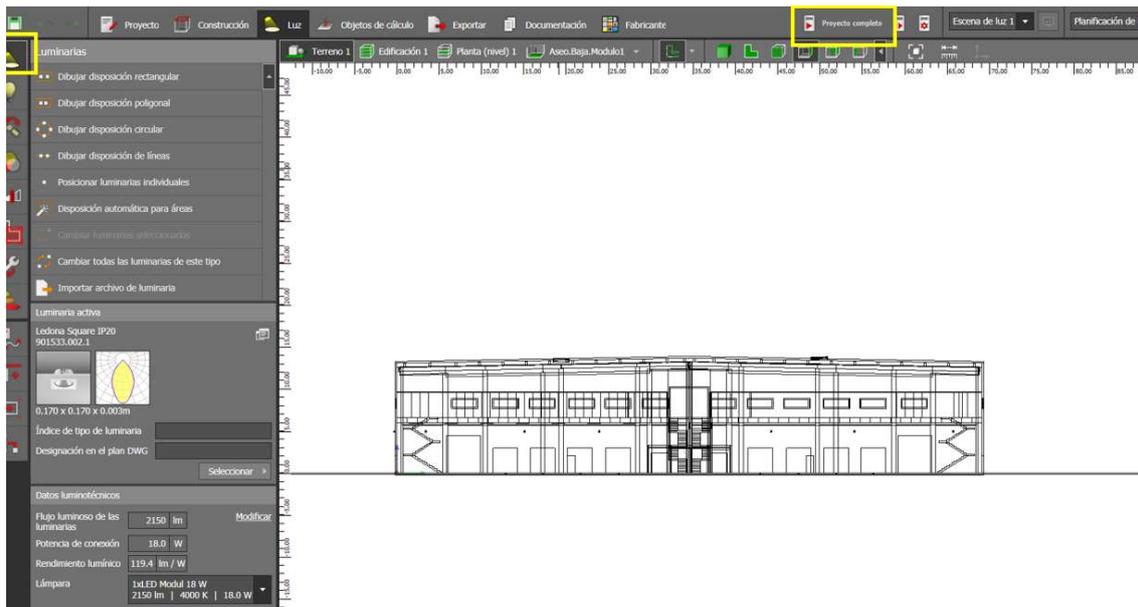


Figura 8. Pantallazo Dialux Evo

A continuación, se presenta un resumen de las luminarias y sus respectivos modelos y potencias empleadas por local en un módulo. El cálculo para el otro módulo es idéntico al tratarse de módulos idénticos (simétricos).

Tabla 1. Luminarias utilizadas en el proyecto

| Local | Nombre de la luminaria | Tipo | Potencia (W) | Cantidad | Potencia total (W) |
|-------------------------------|--------------------------------|------------------|--------------|------------|--------------------|
| Zona de almacenamiento | ateljé Lyktan, Mamba Pendant | Suspendido | 64 | 130 | 8320 |
| Zona de carga | Regiolux, Dali vv | superficie techo | 37.4 | 27 | 1009.8 |
| Baño minusvalido | Rzb, Ledona square | empotrado techo | 18 | 2 | 36 |
| Aseo/vestuario de planta baja | Rzb, Ledona square | empotrado techo | 18 | 2 | 36 |
| Zona de recepción planta baja | Rzb, Ledona square | empotrado techo | 18 | 7 | 126 |
| Oficinas | Perf. In Lighting FLSB 600EL | empotrado techo | 35 | 31 | 1085 |
| Baño masculino entreplanta | Rzb, Ledona square | empotrado techo | 18 | 1 | 18 |
| Baño femenino entreplanta | Rzb, Ledona square | empotrado techo | 18 | 1 | 18 |
| Exterior del Módulo | Simes,Loft parete | superficie pared | 35 | 10 | 350 |
| Exterior del Módulo | Perf. In Lighting Strip Square | empotrado suelo | 33 | 4 | 132 |
| TOTAL | | | | 215 | 11130.8 |

Una vez que se ha realizado el diseño de la iluminación artificial, es conveniente estudiar el papel que juega la iluminación natural.

Se sabe que la iluminación natural aumenta el bienestar de los trabajadores además de suponer un importante ahorro económico. En la fachada principal, se sitúan las múltiples ventanas de las oficinas, y también en la zona de las escaleras principales se proyecta una gran cristalera para aprovechar la luz solar.

En la zona de almacenamiento y carga de la nave la iluminación natural se consigue mediante el uso de lucernarios ubicados en la cubierta, entre las correas.

Para ello, se debe de introducir algunos parámetros relacionados con la ubicación y la orientación de la nave. Se sabe que la nave se ubica en Colmenar Viejo (Madrid), por tanto, en

DIALUX se elige la localidad correspondiente y además la orientación de la fachada principal es cara norte. Se sabe que la orientación norte hace que haya una luz difusa en las oficinas.

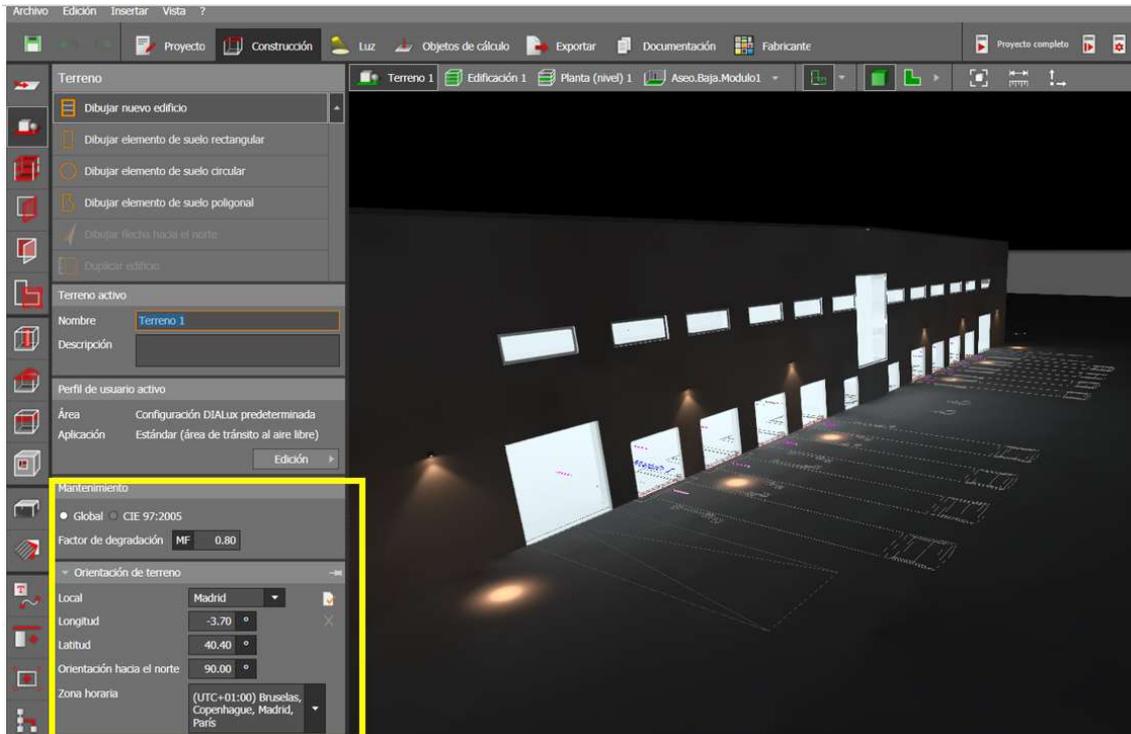


Figura 9. Pantallazo Dialux Evo

Una vez introducido los parámetros adecuados, se debe de realizar todas las aperturas del edificio que dejarán pasar la luz natural. Previamente se había dibujado las ventanas, con lo que solo faltaría introducir los lucernarios adecuadas en la cubierta de la nave.

Se elige una configuración de 1,95m x 3m, que resulta en un total de 5,85 m² de superficie de lucernario. Se reparten cinco lucernarios entre los pórticos de las naves exceptuando la zona de las oficinas resultando una superficie total de 29,25 m² por módulo.

Para introducir lucernarios en DIALUX se utiliza la pestaña **Construcción->Aberturas de Edificio->Ventana Para Tejado** y se introducen las características como el tamaño y la posición.

Una vez terminado el dibujo, se va a la pestaña de **Luz->Escenas de Luz->Modo de Cielo: Cielo despejado, Fecha y hora:**

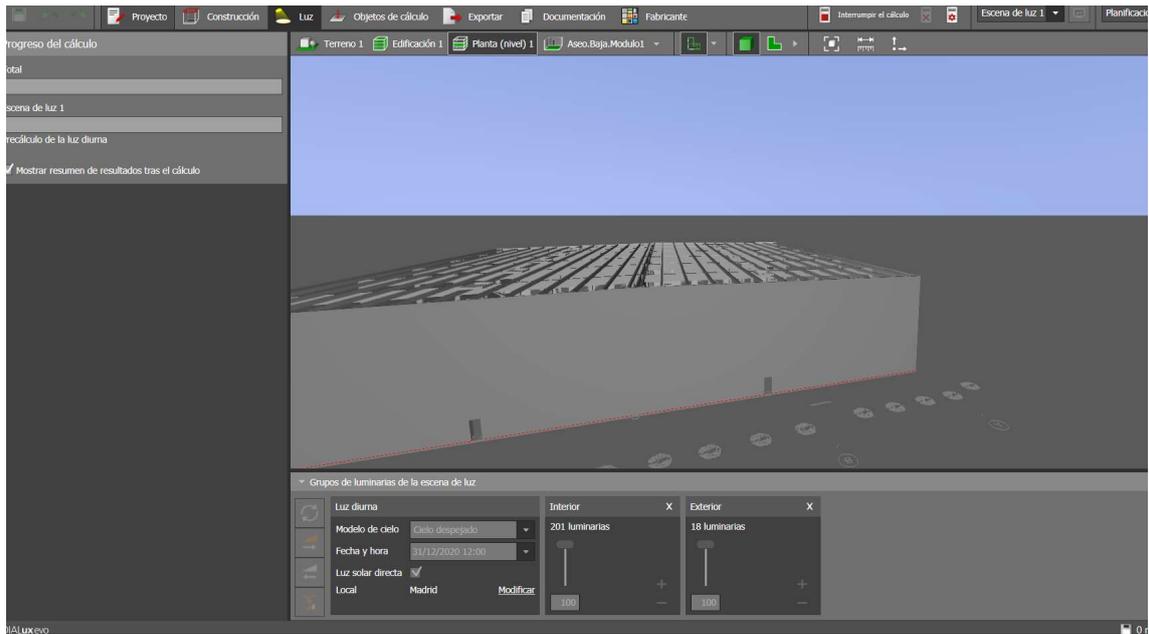


Figura 10. Pantallazo Dialux Evo

Tras la ejecución, se obtienen los resultados de escenas de luz, sin embargo, hay que desactivar la aportación de la iluminación artificial para apreciar el aporte de la luz natural y así conseguir las curvas de distribución en los planos de trabajo tanto en la zona de almacenamiento como en la zona de las oficinas. Se realiza el cálculo para el 31 de diciembre, en un día despejado y se obtiene;

- Se obtiene una media de 209 luxes en la zona de almacenamiento

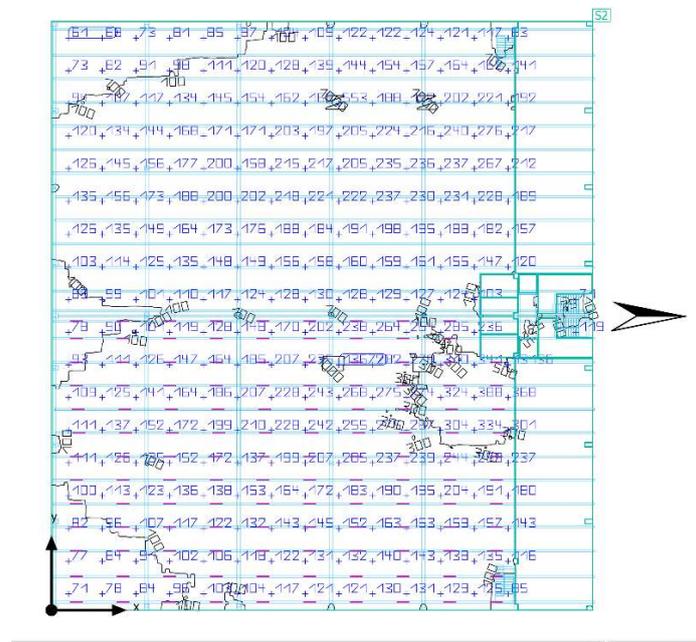


Figura 11. Equipotenciales en la zona de almacenamiento

- Se obtiene una media de 216 lux en la zona de las oficinas;

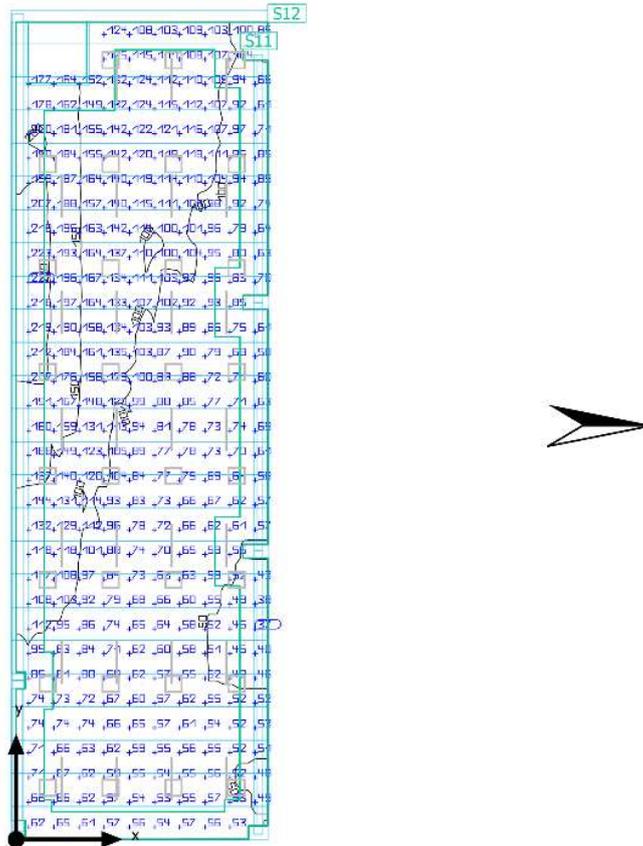


Figura 12. Equipotenciales en la zona de las oficinas

Debido a que no hay ninguna norma que establezca un mínimo de luxes de iluminación natural se da por válido el cálculo realizado.

Por otra parte, en cumplimiento del apartado 2.1 de la sección 4 del DB SU, los edificios dispondrán de un sistema de alumbrado de emergencia que, en caso del fallo del alumbrado normal, suministre iluminación suficiente para permitir que los usuarios abandonen la nave en condiciones seguras.

En cumplimiento del apartado 2.2 de la sección 4 del DB SU, las luminarias de emergencia deben cumplir con las condiciones siguientes;

- Se situarán al menos a 2 m por encima del nivel del suelo.
- Se dispondrá una en cada puerta de salida y en posiciones en las que sea necesario destacar un peligro potencial o el emplazamiento de un equipo de seguridad. Como mínimo se dispondrán en los siguientes puntos;
 - En las puertas existentes en los recorridos de evacuación.
 - En las escaleras, de modo que cada tramo de escaleras reciba iluminación directa.
 - En cualquier otro cambio de nivel.
 - En los cambios de dirección y en las intersecciones de pasillos.

Mientras que el apartado 2.3 de la sección 4 del DB SU indica que la instalación será fija y estará provista de fuente propia de energía y debe entrar en funcionamiento automáticamente al producirse un fallo de alimentación en la instalación de alumbrado normal en las zonas cubiertas por el alumbrado de emergencia. Se considera como fallo de alimentación el descenso de la tensión de alimentación por debajo del 70% de su valor nominal.

Además, el alumbrado de emergencia de las vías de evacuación debe alcanzar como mínimo, al cabo de cinco segundos, el 50 % del nivel de iluminación requerido y el 100 % a los sesenta segundos. Se requiere una autonomía de una hora como mínimo tal como se indica en el Reglamento de Seguridad Contra Incendios en los Establecimientos Industriales.

A tal efecto, el alumbrado de emergencia se coloca en los pilares A,B y E,D que indican el recorrido de evacuación dirigidas hacia las puertas de la planta baja de la nave y en todas las puertas del recinto tal como se puede ver en los planos de la iluminación.

5.6.2 Encendido de los Circuitos de Alumbrado

El pilar fundamental del circuito eléctrico de la nave lo forman los múltiples circuitos de alumbrado ya que el cliente no especifica ninguna maquinaria con la excepción de un posible ascensor y un grupo de bombeo para la protección contra incendios del circuito de fuerza.

Por tanto, se quiere implantar soluciones robustas que sean acorde con el presupuesto del proyecto y que sean capaces de controlar los múltiples puntos de alumbrado de manera fácil e intuitiva.

A continuación se puede observar un resumen de los circuitos de alumbrado de un módulo;

Tabla 2. Circuitos de alumbrado

| Nombre | Descripción | Potencia(W) | Cantidad | Potencia Total(W) | Tensión |
|--------------|--|-------------|------------|-------------------|---------|
| C6 | Baños (todos) + detector | 18 | 6 | 108 | 230/400 |
| C7 | Recepción, planta baja, contactor+detector | 18 | 7 | 126 | 230/400 |
| C8 | Alumbrado exterior, pared (por modulo) | 35 | 10 | 350 | 230/400 |
| C8 | Alumbrado exterior, suelo (por modulo) | 33 | 4 | 132 | 230/400 |
| C9 | Zona de Carga, contactor | 37.4 | 27 | 1009.8 | 230/400 |
| C10 | 1 Fila, Cubierta nave, almacen | 64 | 13 | 832 | 230/400 |
| C11 | 2 Fila, Cubierta nave, almacen | 64 | 13 | 832 | 230/400 |
| C12 | 3 Fila, Cubierta nave, almacen | 64 | 13 | 832 | 230/400 |
| C13 | 4 Fila, Cubierta nave, almacen | 64 | 13 | 832 | 230/400 |
| C14 | 5 Fila, Cubierta nave, almacen | 64 | 13 | 832 | 230/400 |
| C15 | 6 Fila, Cubierta nave, almacen | 64 | 13 | 832 | 230/400 |
| C16 | 7 Fila, Cubierta nave, almacen | 64 | 13 | 832 | 230/400 |
| C17 | 8 Fila, Cubierta nave, almacen | 64 | 13 | 832 | 230/400 |
| C18 | 9 Fila, Cubierta nave, almacen | 64 | 13 | 832 | 230/400 |
| C19 | 10 Fila, Cubierta nave, almacen | 64 | 13 | 832 | 230/400 |
| C20 | Zona de Oficinas_1 | 35 | 15 | 525 | 230/400 |
| C21 | Zona de Oficinas_2 | 35 | 16 | 560 | 230/400 |
| Total | | | 215 | 11130.8 | |

Existen 16 circuitos diferentes de alumbrado repartidos por un módulo de nave, de las que 10 corresponden a la zona de almacenamiento, que consiste en 10 filas de 13 luminarias.

Debido a la gran potencia de éstas, se elegirá el encendido a través de contactores que se controlarán desde un cuadro de control. Para ello, se debe de elegir un contactor adecuado a aquellos circuitos que tengan una gran potencia.

Hay que tener en cuenta que el tipo de luminaria empleada en la totalidad de la nave utiliza la tecnología LED que presenta elevadas corrientes de transitorias que pueden llegar a deteriorar los polos del contactor. Este efecto puede llegar a ser capaz de multiplicar por 250 la corriente nominal del circuito.

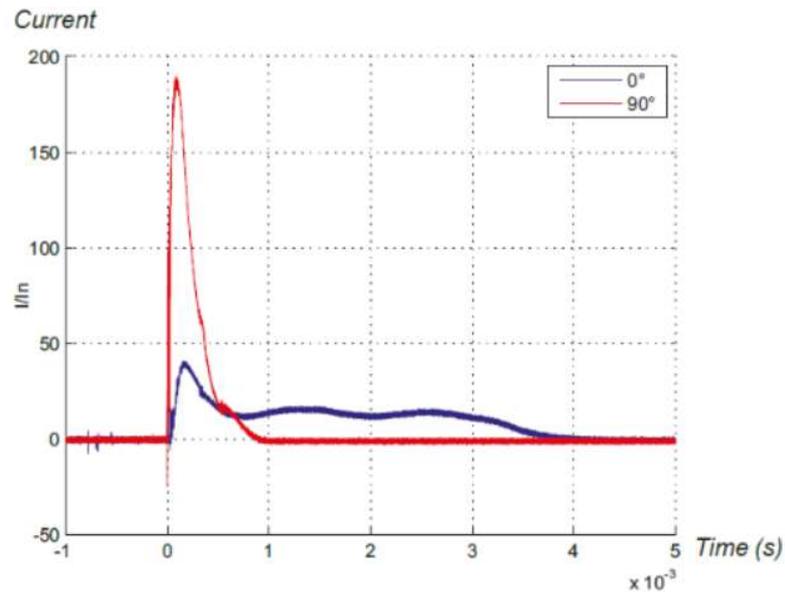


Figura 13. Cortesía de Schneider Electric

Del catálogo del Schneider Electric se tienen las opciones siguientes;

- Acti9 iCT+
- Acti9 iTL+



Acti9 iCT+

Acti9 iTL+

Figura 14. Contactores (Fuente: Schneider Electric)

Ademas de ;

| | | ICT contactors | | | | | | | | ICT+ contactors | |
|--|-------|---|------|------|------|------|------|------|------|-----------------|------|
| Tipo de carga | | Máximo número de lámparas para un circuito monofásico y máxima potencia de las cargas | | | | | | | | | |
| | | 16 A | | 25 A | | 40 A | | 63 A | | 20 A | |
| LED lamps | | | | | | | | | | | |
| With driver  | 10 W | 48 | 480 | 69 | 690 | 98 | 980 | 205 | 2050 | 331 | 3310 |
| | 30 W | 38 | 1140 | 54 | 1620 | 77 | 2310 | 158 | 4740 | 110 | 3300 |
| | 50 W | 27 | 1350 | 39 | 1950 | 56 | 2800 | 117 | 5850 | 66 | 3300 |
| | 75 W | 17 | 1275 | 25 | 1875 | 36 | 2700 | 73 | 5475 | 44 | 3300 |
| | 150 W | 9 | 1350 | 12 | 1800 | 18 | 2700 | 37 | 5550 | 22 | 3300 |
| | 200 W | 7 | 1400 | 9 | 1800 | 15 | 3000 | 31 | 6200 | 16 | 3200 |
| | 250 W | 5 | 1400 | 7 | 1800 | 12 | 3000 | 24 | 6200 | 13 | 3250 |
| 400 W | 3 | 1400 | 4 | 1800 | 7 | 3000 | 15 | 6200 | 8 | 3200 | |

| | | iTL impulse relays | | | | iTL+ impulse relays | |
|--|-----|--------------------|-----|------|------|---------------------|--|
| Tipo de carga | | 16 A | | 32 A | | 16 A | |
| LED lamps | | | | | | | |
| With driver  | 50 | 500 | 72 | 720 | 331 | 3310 | |
| | 17 | 510 | 22 | 660 | 110 | 3300 | |
| | 10 | 500 | 13 | 650 | 66 | 3300 | |
| | 7 | 525 | 9 | 675 | 44 | 3300 | |
| | 4 | 600 | 5 | 750 | 22 | 3300 | |
| | 3 | 600 | 4 | 800 | 16 | 3200 | |
| | 2 | 600 | 3 | 800 | 13 | 3250 | |
| 1 | 600 | 2 | 800 | 8 | 3200 | | |

Figura 15. Características de los contactores. (Fuente: Schneider Electric)

- Para C10, C11, ..., C19: 832 W, se elige un contactor ICT que es sobradamente suficiente.
- Para C9, C20, C21, C8 se elige también un contactor tipo ICT.
- Para C6 se utilizan detectores de presencia e interruptores simples.
- Para C7 se utilizan interruptores conmutados.

5.7 Potencia Mínima Requerida para un Módulo

En el apartado 4 del ITC-BT-10 se establecen la mínima carga a prever en un edificio con uso industrial. Se indica que hay que prever 125 W/ m² por planta, con un mínimo por local de 10 350 W a 230 V y con un coeficiente de simultaneidad de 1.

Por tanto, según el cuadro de superficies de la nave, para un módulo corresponde una carga mínima de;

$$P_{min,mod} = 125 \frac{W}{m^2} \cdot 2515,28 = 314410 W = 314,41 kW$$

Si se contrasta este valor con la previsión de potencia calculado en los apartados anteriores;

Tabla 3. Previsión de potencia

| Nombre | Categoría | Potencia(W) | Columna1 |
|------------------------------------|-----------|-----------------|------------|
| Luminarias | Alumbrado | 11130.8 | |
| Ascensor | Fuerza | 4500 | |
| Grupo PCI | Fuerza | 22370 | |
| Tomas de corriente(except oficina) | Fuerza | 40500 | |
| Puestos de Oficina(Racks) | Fuerza | 6380 | |
| Control de Humos | Fuerza | 5000 | *sin datos |
| Ventiladores Baño | Fuerza | 90 | |
| C. alarmas | Fuerza | 200 | |
| ACS solar | Fuerza | 4800 | |
| Climatización oficinas | Fuerza | 14000 | |
| TOTAL | | 108970.8 | |

Como se puede apreciar la potencia estimada es menor a la mínima requerida por tanto se elige el caso más restrictivo, es decir, la mínima exigida por el Reglamento de Baja Tensión. Con dicho valor se dimensionará la acometida, y para el cálculo de las derivaciones se cogerán las potencias calculadas de la tabla anterior. De este modo, ante un cambio de uso que puede variar la carga de fuerza prevista por parte de los clientes y usuarios no se van a requerir cambios importantes en la instalación eléctrica.

6. CENTRO DE TRANSFORMACION

Para la previsión de potencia calculado en el apartado anterior se hace necesario disponer de un centro de transformación ya que según el artículo 46 del Real Decreto 1955/2000 no se podrán atender suministros en baja tensión con potencias superiores a 50kW, salvo acuerdo con la compañía distribuidora. Entonces, se va a instalar de un transformador que suministrará en baja tensión para los dos módulos de la nave.

La potencia necesaria del transformador en este caso será;

$$P_{CT} = \frac{P_T}{Rend. \cos\phi} = \frac{2.314410}{0,95 \cdot 0,9} = 735461,98 W = 735,46 kW$$

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos\phi} = \frac{2.314410}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,85} = 1067,79 A$$

$$S = \sqrt{3}.V.I = 739786 VA = 739,78 kVA$$

Por tanto, se opta por un transformador de **800 kVA**.

El suministro eléctrico se hace a **13,2 kV** según el acuerdo establecido con la compañía eléctrica.

El centro de transformación se colocará lo más lejos del edificio, preferiblemente en el borde de la alineación viaria, dentro de la propiedad.

7. ACOMETIDA

La ejecución de la acometida será responsabilidad de la compañía suministradora.

8. CAJA GENERAL DE PROTECCIÓN

Debido a que se coloca un transformador dentro de la parcela para la distribución en baja tensión, los fusibles del cuadro de baja tensión podrán utilizarse como protección de la línea general de alimentación, haciendo la función de una caja general de protección. En este caso, tanto la propiedad como el mantenimiento serán de la empresa suministradora.

9. LINEA GENERAL DE ALIMENTACIÓN

La línea general de alimentación une la caja general de protección (transformador) con la centralización de contadores. Debido a que estos elementos se encuentran en el mismo lugar, no existe una línea general de alimentación. A partir de la caja general de protección se derivará un cable al cuadro general ubicado dentro del módulo, y desde ahí se derivarán hacia los circuitos existentes y los subcuadros.

10. DERIVACIÓN AL CUADRO GENERAL

A continuación, se hará el dimensionamiento de la línea que alimenta al cuadro general, partiendo desde el secundario del transformador.

$$P = 110 kW$$

$$L = 43 m$$

$$\Delta V_{max} = 6,5 \% \text{ (Según ITC - BT - 19)}$$

$$I = \frac{P}{\sqrt{3}.V.\cos\phi} = \frac{110000}{\sqrt{3}.400.0,8} = 198,46 A$$

La línea es se compone de cables unipolares trifásicas enterradas, que corresponde con una configuración tipo D1.

Tipo de cable elegida: Afumex Class 1000 V (AS), RZ1-K(AS)

AFUMEX CLASS 1000 V (AS) RZ1-K (AS)

Tensión asignada: 0,6/1 kV
Norma diseño: UNE 21123-4
Designación genérica: RZ1-K (AS)



DATOS TÉCNICOS

| NÚMERO DE CONDUCTORES x SECCIÓN mm² | ESPESOR DE AISLAMIENTO mm (t) | DIÁMETRO EXTERIOR mm (D) | PESO kg/km (P) | RESISTENCIA DEL CONDUCTOR ≥ 20 °C Ω/km | INTENSIDAD ADMISIBLE AL AIRE (I) A | INTENSIDAD ADMISIBLE ENTERRADO (I) A | CAÍDA DE TENSIÓN V/A km (Z) | |
|-------------------------------------|-------------------------------|--------------------------|----------------|--|------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------|-------------|
| | | | | | | | cos φ = 1 | cos φ = 0,8 |
| 1x 1,5 | 0,7 | 7 | 67 | 13,3 | 21 | 21 | 26,5 | 21,36 |
| 1x 2,5 | 0,7 | 7,5 | 79 | 7,98 | 30 | 27 | 15,92 | 12,88 |
| 1x 4 | 0,7 | 8 | 97 | 4,95 | 40 | 35 | 9,96 | 8,1 |
| 1x 6 | 0,7 | 8,5 | 120 | 3,3 | 52 | 44 | 6,74 | 5,51 |
| 1x 10 | 0,7 | 9,6 | 167 | 1,91 | 72 | 58 | 4 | 3,31 |
| 1x 16 | 0,7 | 10,6 | 226 | 1,21 | 97 | 75 | 2,51 | 2,12 |
| 1x 25 | 0,9 | 12,3 | 321 | 0,78 | 122 | 96 | 1,59 | 1,37 |
| 1x 35 | 0,9 | 13,8 | 421 | 0,55 | 153 | 117 | 1,15 | 1,01 |
| 1x 50 | 1 | 15,4 | 579 | 0,38 | 188 | 138 | 0,85 | 0,77 |
| 1x 70 | 1,1 | 17,3 | 780 | 0,27 | 243 | 170 | 0,59 | 0,56 |
| 1x 95 | 1,1 | 19,2 | 995 | 0,20 | 298 | 202 | 0,42 | 0,43 |
| 1x 120 | 1,2 | 21,3 | 1240 | 0,16 | 350 | 230 | 0,34 | 0,36 |
| 1x 150 | 1,4 | 23,4 | 1629 | 0,12 | 401 | 260 | 0,27 | 0,31 |
| 1x 185 | 1,6 | 25,6 | 1826 | 0,10 | 460 | 291 | 0,22 | 0,26 |
| 1x 240 | 1,7 | 28,6 | 2383 | 0,08 | 545 | 336 | 0,17 | 0,22 |
| 1x 300 | 1,8 | 31,3 | 2942 | 0,06 | 630 | 380 | 0,14 | 0,19 |
| 1x 400 | 2 | 36 | 3921 | 0,05 | | 446 | 0,11 | 0,17 |
| 2x 1,5 | 0,7 | 10 | 134 | 13,3 | 23 | 24 | 30,98 | 24,92 |
| 2x 2,5 | 0,7 | 10,9 | 169 | 7,98 | 32 | 32 | 18,66 | 15,07 |
| 2x 4 | 0,7 | 11,8 | 213 | 4,95 | 44 | 42 | 11,68 | 9,46 |
| 2x 6 | 0,7 | 12,9 | 271 | 3,3 | 57 | 53 | 7,90 | 6,42 |
| 2x 10 | 0,7 | 15,2 | 399 | 1,91 | 78 | 70 | 4,67 | 3,84 |
| 2x 16 | 0,7 | 17,7 | 566 | 1,21 | 104 | 91 | 2,94 | 2,45 |
| 2x 25 | 0,9 | Consultar | Consultar | 0,78 | 135 | 116 | 1,86 | 1,59 |

Figura 16. Selección de cables. (Fuente: Prysmian)

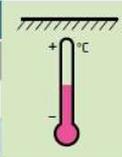
Factores de corrección;

Temperatura exterior: La tubería se encuentra enterrada, y su temperatura es 25 °C, por tanto, según la tabla;

TABLA B.52.15

Factores de corrección de la intensidad admisible para temperaturas ambiente del terreno diferentes de 25 °C a aplicar para cables (en conductos enterrados)

| AISLAMIENTO | TEMPERATURA AMBIENTE (θ _a) (°C) | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 |
| Tipo PVC (termoplástico) | 1,16 | 1,11 | 1,05 | 1,00 | 0,94 | 0,88 | 0,81 | 0,75 | 0,66 | 0,58 | 0,47 | - | - | - | - |
| Tipo XLPE o EPR (termoestable) | 1,11 | 1,08 | 1,04 | 1,00 | 0,97 | 0,93 | 0,89 | 0,83 | 0,79 | 0,74 | 0,68 | 0,63 | 0,55 | 0,48 | 0,40 |



$$K_1 = 1$$

Resistividad térmica del terreno: Se elige un valor de 2,5 K.m/W

TABLA B.52.16

Factores de corrección de la intensidad admisible para cables soterrados en terrenos de resistividad térmica diferente a 2,5 K·m/W

| RESISTIVIDAD TÉRMICA K·m/W | 0,5 | 0,7 | 1 | 1,5 | 2 | 2,5 | 3 |
|-------------------------------------|------|------|------|------|------|-----|------|
| Cables en conductos enterrados (D1) | 1,28 | 1,20 | 1,18 | 1,1 | 1,05 | 1 | 0,96 |
| Cables enterrados directamente (D2) | 1,88 | 1,62 | 1,5 | 1,28 | 1,12 | 1 | 0,90 |

$$K_2 = 1$$

Agrupamiento: En la zanja van agrupadas dos tuberías que alimentarán cada uno al cuadro general de los módulos correspondientes en la parcela.

TABLA B.52.19
A-Cables multiconductores en conductos enterrados (tipo D1)
o cables unipolares en un solo conducto

| NÚMERO DE CABLES MULTICOLORES O DE GRUPOS DE 2 O 3 CABLES UNIPOLARES (UN CIRCUITO POR CONDUCTO) | DISTANCIA ENTRE CONDUCTOS (a) | | | |
|---|-------------------------------|-------|-------|------|
| | Nóla (tubos en contacto) | 0,25m | 0,50m | 1,0m |
| 2 | 0,85 | 0,90 | 0,95 | 0,95 |
| 3 | 0,75 | 0,85 | 0,90 | 0,95 |
| 4 | 0,70 | 0,80 | 0,85 | 0,90 |
| 5 | 0,65 | 0,80 | 0,85 | 0,90 |
| 6 | 0,60 | 0,80 | 0,80 | 0,90 |
| 7 | 0,57 | 0,76 | 0,80 | 0,88 |
| 8 | 0,54 | 0,74 | 0,78 | 0,88 |
| 9 | 0,52 | 0,73 | 0,77 | 0,87 |
| 10 | 0,49 | 0,72 | 0,76 | 0,86 |
| 11 | 0,47 | 0,70 | 0,75 | 0,86 |
| 12 | 0,45 | 0,69 | 0,74 | 0,85 |
| 13 | 0,44 | 0,68 | 0,73 | 0,85 |
| 14 | 0,42 | 0,68 | 0,72 | 0,84 |
| 15 | 0,41 | 0,67 | 0,72 | 0,84 |
| 16 | 0,39 | 0,66 | 0,71 | 0,83 |
| 17 | 0,38 | 0,65 | 0,70 | 0,83 |
| 18 | 0,37 | 0,65 | 0,70 | 0,83 |
| 19 | 0,35 | 0,64 | 0,69 | 0,82 |
| 20 | 0,34 | 0,63 | 0,68 | 0,82 |

Figura 17. Información obtenida en el catálogo de Prysmian

$$K_3 = 0,95$$

$$K = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 = 0,95$$

Entonces ahora se corrige la intensidad;

$$\frac{I}{K} = \frac{198,46}{0,95} = 208,90 \text{ A}$$

Ahora se elige una sección de conductor para cumplir con;

- Criterio de intensidad máxima admisible:

AFUMEX CLASS 1000 V (AS) RZ1-K (AS)

Tensión asignada: 0,6/1 kV
 Norma diseño: UNE 21123-4
 Designación genérica: RZ1-K (AS)



DATOS TÉCNICOS

| NÚMERO DE CONDUCTORES y SECCIÓN mm ² | ESPESOR DE AISLAMIENTO mm (t) | DIÁMETRO EXTERIOR mm (t) | PESO kg/km (t) | RESISTENCIA DEL CONDUCTOR a 20 °C Ω /km | INTENSIDAD ADMISIBLE AL AIRE (2) A | INTENSIDAD ADMISIBLE ENTERRADO (3) A | CAÍDA DE TENSIÓN V/A km (2) | |
|---|-------------------------------|--------------------------|----------------|---|------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------|-------------|
| | | | | | | | cos φ = 1 | cos φ = 0,8 |
| 1x 1,5 | 0,7 | 7 | 67 | 13,3 | 21 | 21 | 26,5 | 21,36 |
| 1x 2,5 | 0,7 | 7,5 | 79 | 7,98 | 30 | 27 | 15,92 | 12,88 |
| 1x 4 | 0,7 | 8 | 97 | 4,95 | 40 | 35 | 9,96 | 8,1 |
| 1x 6 | 0,7 | 8,5 | 120 | 3,3 | 52 | 44 | 6,74 | 5,51 |
| 1x 10 | 0,7 | 9,6 | 167 | 1,91 | 72 | 58 | 4 | 3,31 |
| 1x 16 | 0,7 | 10,6 | 226 | 1,21 | 97 | 75 | 2,51 | 2,12 |
| 1x 25 | 0,9 | 12,3 | 321 | 0,78 | 122 | 96 | 1,59 | 1,37 |
| 1x 35 | 0,9 | 13,8 | 421 | 0,55 | 153 | 117 | 1,15 | 1,01 |
| 1x 50 | 1 | 15,4 | 579 | 0,38 | 188 | 138 | 0,85 | 0,77 |
| 1x 70 | 1,1 | 17,3 | 780 | 0,27 | 243 | 170 | 0,59 | 0,56 |
| 1x 95 | 1,1 | 19,2 | 995 | 0,20 | 298 | 202 | 0,42 | 0,43 |
| 1x 120 | 1,2 | 21,3 | 1240 | 0,16 | 350 | 230 | 0,34 | 0,36 |
| 1x 150 | 1,4 | 23,4 | 1529 | 0,12 | 401 | 260 | 0,27 | 0,31 |
| 1x 185 | 1,6 | 25,6 | 1826 | 0,10 | 460 | 291 | 0,22 | 0,26 |
| 1x 240 | 1,7 | 28,6 | 2383 | 0,08 | 545 | 336 | 0,17 | 0,22 |
| 1x 300 | 1,8 | 31,3 | 2942 | 0,06 | 630 | 380 | 0,14 | 0,19 |
| 1x 400 | 2 | 36 | 3921 | 0,05 | | 446 | 0,11 | 0,17 |
| 2x 1,5 | 0,7 | 10 | 134 | 13,3 | 23 | 24 | 30,98 | 24,92 |
| 2x 2,5 | 0,7 | 10,9 | 169 | 7,98 | 32 | 32 | 18,66 | 15,07 |
| 2x 4 | 0,7 | 11,8 | 213 | 4,95 | 44 | 42 | 11,68 | 9,46 |
| 2x 6 | 0,7 | 12,9 | 271 | 3,3 | 57 | 53 | 7,90 | 6,42 |
| 2x 10 | 0,7 | 15,2 | 399 | 1,91 | 78 | 70 | 4,67 | 3,84 |
| 2x 16 | 0,7 | 17,7 | 566 | 1,21 | 104 | 91 | 2,94 | 2,45 |
| 2x 25 | 0,9 | Consultar | Consultar | 0,78 | 135 | 116 | 1,86 | 1,59 |

Figura 18. Información obtenida en el catálogo de Prysmian

Lo que resulta;

$$Sección = 120 \text{ mm}^2$$

$$Intensidad admisible = 230 \text{ A}$$

- Criterio de caída de tensión:

Según la ITC-BT-19 se admiten caídas de tensión de hasta 6,5 % por tratarse de una nave al que se le suministra en alta tensión, donde no existe una línea general de alimentación.

Debido a la potencia elevada no se puede despreciar el efecto de la reactancia, por esta razón se coge el valor recomendado por la UNE-HD 60364-5-52 y UTE-C15-105;

$$x = 0,08 \frac{m\Omega}{m}$$

Se comprueba la sección elegida anteriormente con la siguiente expresión;

$$S = \frac{\sqrt{3} \cdot L \cdot I \cdot \cos\varphi}{\gamma \cdot (\Delta U - \sqrt{3} \cdot 10^{-3} \cdot \frac{x}{n} \cdot L \cdot I \cdot \sin\varphi)}$$

Donde;

L, es la longitud de la línea.

I, es la intensidad.

γ , es la conductividad de cobre, en este caso debido al tipo de cable, se toma a 90°C.

ΔU , es la caída de tensión máxima permitida en voltios.

x , es la reactancia

n , es el número de conductores por fase.

$$S = \frac{\sqrt{3} \cdot 43.208,90 \cdot 0,8}{45,5 \cdot (26 - \sqrt{3} \cdot 10^{-3} \cdot 0,08 \cdot 43.208,90 \cdot 0,6)} = 10,83 \text{ mm}^2$$

Se observa que el criterio de intensidad admisible es más restrictivo, y la caída de tensión está dentro del límite.

- Criterios de protección:

1. La intensidad de funcionamiento esperado no puede ser superior a la intensidad nominal del aparato de protección de la derivación individual, el fusible.

$$I_N < I_F$$

$$230 \text{ A} < 250 \text{ A}$$

2. Se debe de verificar la condición de disparo:

$$I_f < I_{CC}$$

| Intensidad nominal Fusible, I_n A | Intensidad fusión I_f A |
|---|------------------------------|
| 63 | 320 |
| 80 | 425 |
| 100 | 580 |
| 125 | 715 |
| 160 | 950 |
| 200 | 1.250 |
| 250 | 1.650 |
| 315 | 2.200 |
| 400 | 2.840 |

Figura 19. Intensidades nominales y de fusión de fusibles

Para un fusible de 250 A se corresponde una intensidad de fusión;

$$I_f = 1650 \text{ A}$$

La intensidad de cortocircuito vendrá dada por la suma de resistencias, en este caso al no haber una línea general de alimentación se debe de empezar el cálculo desde el secundario del trafo.

Se toman los siguientes valores;

Potencia aparente

$$S_{CC_{Red}} = 500 \text{ MVA}$$

$$S_{CC_{Red}} = \sqrt{3} \cdot U_L \cdot I_{CC,L} = \sqrt{3} \cdot U_f \cdot \sqrt{3} \cdot I_{CC,f} = 3 \cdot U_f \cdot I_{CC,f} = 3 \cdot \frac{U_f^2}{Z_{red}} = 3 \cdot \frac{\left(\frac{U_L}{\sqrt{3}}\right)^2}{Z_{red}} = \frac{U_L^2}{Z_{red}}$$

Se puede despreciar el valor de la resistencia frente a la reactancia siendo;

$$Z_{red} \cong X_{red} = \frac{U_L^2}{S_{CC_{red}}} = 0,00032 \Omega$$

Impedancia del transformador;

$$S_N = 750 \text{ kVA}$$

$$U_{CC} = 5\%$$

$$P_k = 12100 \text{ W}$$

$$I_n = \frac{S_N}{\sqrt{3} \cdot U_N} = \frac{750000}{\sqrt{3} \cdot 400} = 1082,53 \text{ A}$$

$$R_{trafo} = \frac{P_k}{3 \cdot I_N^2} = \frac{12100}{3 \cdot (1082,53)^2} = 0,00344 \Omega$$

$$Z_{CC} = \frac{U_{CC} \cdot U_N^2}{100 \cdot S_N} = \frac{5 \cdot 400^2}{100 \cdot 750000} = 0,0106 \Omega$$

$$X_{CC} = \sqrt{Z_{CC}^2 - R_{trafo}^2} = 0,0100 \Omega$$

Ahora se calcula la resistencia de la derivación individual;

$$R = \rho_{Cu} \frac{L}{S} = \frac{1}{58} \cdot \frac{43.2}{120} = 0,0123 \Omega$$

$$I_{CC} = \frac{0,8 \cdot U_f}{|\vec{Z}_{red} + \vec{Z}_{D,I}|} = \frac{0,8 \cdot 230}{\sqrt{(0,00344 + 0,0123)^2 + (0,00032 + 0,010)^2}} = 9776,03 \text{ A} < 12 \text{ kA}$$

Por tanto, efectivamente se cumple;

$$I_f = 1650 \text{ A} < I_{CC} = 9776,03 \text{ A}$$

3. Se debe de verificar la condición de protección:

$$I_f < I_S$$

En este caso, la intensidad a calcular,

$$I_S = k \cdot \frac{S}{\sqrt{t}}$$

Donde;

k , es una constante que depende de si el conductor es Al o Cu y el tipo de aislamiento.

S ; es la sección del conductor en mm^2 .

t , es la duración del cortocircuito en segundos. (mínimo 0,1 segundos)

Para un conductor Cu con aislamiento XPLE 3 como se tiene en el cable seleccionado se tiene;

$$k = 143$$

Y un tiempo de 5 segundos (máximo)

$$I_S = 143 \cdot \frac{120}{\sqrt{5}} = 7674,185 \text{ A}$$

Por tanto, efectivamente se verifica la condición;

$$I_f = 1650 < I_S = 7674,18 \text{ A}$$

Se elige un interruptor automático de corte tetrapolar de intensidad 250 A y poder de corte de 20 kA.



Figura 20. Interruptor automático. (Fuente: Schneider Electric)

El conductor neutro tiene la misma sección que los conductores de fase, **120 mm²**.

El tubo de protección adecuado para la canalización enterrada se obtiene de acuerdo con la ITC-BT-21 donde se indica que los tubos serán conformes a los establecido en la norma UNE-EN 50.086 2-4. Sus características mínimas se indican en la tabla 8 de la guía-BT-21. Mientras que en la tabla 9, se indican los diámetros mínimos de tubo según el número de conductores y sus diámetros.

Tabla 9. Diámetros exteriores mínimos de los tubos en función del número y la sección de los conductores o cables a conducir.

| Sección nominal de los conductores unipolares (mm ²) | Diámetro exterior de los tubos (mm) | | | | |
|--|-------------------------------------|-----|-----|-----|-----|
| | Número de conductores | | | | |
| | < 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 1,5 | 25 | 32 | 32 | 32 | 32 |
| 2,5 | 32 | 32 | 40 | 40 | 40 |
| 4 | 40 | 40 | 40 | 40 | 50 |
| 6 | 50 | 50 | 50 | 63 | 63 |
| 10 | 63 | 63 | 63 | 75 | 75 |
| 16 | 63 | 75 | 75 | 75 | 90 |
| 25 | 90 | 90 | 90 | 110 | 110 |
| 35 | 90 | 110 | 110 | 110 | 125 |
| 50 | 110 | 110 | 125 | 125 | 140 |
| 70 | 125 | 125 | 140 | 160 | 160 |
| 95 | 140 | 140 | 160 | 160 | 180 |
| 120 | 160 | 160 | 180 | 180 | 200 |
| 150 | 180 | 180 | 200 | 200 | 225 |
| 185 | 180 | 200 | 225 | 225 | 250 |
| 240 | 225 | 225 | 250 | 250 | -- |

Para más de 10 conductores por tubo o para conductores o cables de secciones diferentes a instalar en el mismo tubo, su sección interior será como mínimo, igual a 4 veces la sección ocupada por los conductores.

De acuerdo con la tabla anterior se puede deducir que el diámetro exterior mínimo de tubo de protección será de **160 mm²**.

11. DIMENSIONADO DE CIRCUITOS

A continuación, se va a calcular las características de todos los circuitos asociados a un módulo de la nave.

11.1 Circuito C6

Se compone de las luminarias de todos los baños y vestuarios que en la planta baja y la entreplanta además de los ventiladores de extracción. Todas las luminarias tienen el mismo modelo por tanto la misma potencia y el suministro es monofásica.

$$P = 198 \text{ W}$$

$$L = 29,5 \text{ m}$$

$$\Delta V_{max} = 4,5 \% \text{ (Según ITC - BT - 19)}$$

$$I = \frac{P}{V \cdot \cos\phi} = \frac{198}{230 \cdot 0,8} = 1,076 \text{ A}$$

La línea es se compone de cables unipolares monofásicas en canal protectora fijada sobre una pared de yeso y dentro del falso techo, que corresponde con una configuración tipo B1.

Tipo de cable elegida: Afumex Class 750 V (AS), H07Z1-K TYPE 2 (AS)

Tensión asignada: 450/750 V
 Norma diseño: UNE 211002; EN 50525-3-31
 Designación genérica: H07Z1-K TYPE 2 (AS)



DATOS TÉCNICOS

| NÚMERO DE CONDUCTORES x SECCIÓN mm² | ESPESOR DE AISLAMIENTO mm (t) | DIÁMETRO EXTERIOR mm (t) | PESO kg/km (t) | RESISTENCIA DEL CONDUCTOR a 20 °C Ω /km | INTENSIDAD ADMISIBLE AL AIRE (2) A | CAÍDA DE TENSIÓN V/A km (2) | |
|-------------------------------------|-------------------------------|--------------------------|----------------|---|------------------------------------|-----------------------------|-------------|
| | | | | | | cos φ = 1 | cos φ = 0,8 |
| 1 x 1,5 | 0,7 | 3,4 | 20 | 13,3 | 14,5 | 28,84 | 23,22 |
| 1 x 2,5 | 0,8 | 4,1 | 32 | 7,98 | 20 | 17,66 | 14,25 |
| 1 x 4 | 0,8 | 4,8 | 46 | 4,95 | 26 | 10,99 | 8,91 |
| 1 x 6 | 0,8 | 5,3 | 65 | 3,30 | 34 | 7,34 | 5,99 |
| 1 x 10 | 1,0 | 6,8 | 111 | 1,91 | 46 | 4,36 | 3,59 |
| 1 x 16 | 1,0 | 8,1 | 164 | 1,21 | 63 | 2,74 | 2,29 |
| 1 x 25 | 1,2 | 10,2 | 255 | 0,78 | 82 | 1,73 | 1,48 |
| 1 x 35 | 1,2 | 11,7 | 351 | 0,554 | 101 | 1,25 | 1,09 |
| 1 x 50 | 1,4 | 13,9 | 520 | 0,386 | 122 | 0,92 | 0,84 |
| 1 x 70 | 1,4 | 16 | 700 | 0,272 | 155 | 0,64 | 0,61 |
| 1 x 95 | 1,6 | 18,2 | 920 | 0,206 | 187 | 0,46 | 0,46 |
| 1 x 120 | 1,6 | 20,2 | 1130 | 0,161 | 216 | 0,36 | 0,38 |
| 1 x 150 | 1,8 | 22,5 | 1410 | 0,127 | 247 | 0,29 | 0,33 |
| 1 x 185 | 2,0 | 20,6 | 1770 | 0,106 | 281 | 0,26 | 0,28 |
| 1 x 240 | 2,2 | 28,4 | 2300 | 0,0801 | 330 | 0,18 | 0,24 |

(t) Valores aproximados.

Figura 21. Información obtenida en el catálogo de Prysmian

Factores de corrección;

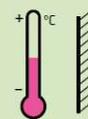
Temperatura exterior: El conductor aislado se encuentra dentro de una canal protectora y la temperatura ambiente se supone de 30°C.

El factor de corrección para la temperatura, según la tabla siguiente;

TABLA B.52.14

Factores de corrección de la intensidad admisible para temperatura ambiente diferente de 40 °C (instalaciones al aire)

| AISLAMIENTO | TEMPERATURA AMBIENTE (θ _a) (°C) | | | | | | | | | | |
|--------------------------------|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 |
| Tipo PVC (termoplástico) | 1,4 | 1,34 | 1,29 | 1,22 | 1,15 | 1,08 | 1,00 | 0,91 | 0,82 | 0,70 | 0,57 |
| Tipo XLPE o EPR (termoestable) | 1,26 | 1,23 | 1,19 | 1,14 | 1,10 | 1,05 | 1,00 | 0,96 | 0,90 | 0,83 | 0,78 |



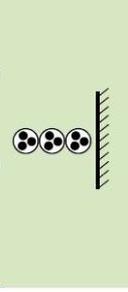
$$K_1 = 1,15$$

Teniendo en cuenta que los circuitos que discurren al lado del circuito C6 son;

- C1.1
- C1.2
- C1.3

TABLA C.52.3

| PUNTO | DISPOSICIÓN | NÚMERO DE CIRCUITOS O CABLES MULTICONDUCTORES | | | | | | | | | INSTALACIÓN TIPO |
|-------|--|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------------------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 6 | 9 | 12 | 16 | 20 | |
| 1 | Agrupados al aire, en una superficie, empotrados o en el interior de una envolvente. | 1,0 | 0,80 | 0,70 | 0,70 | 0,55 | 0,50 | 0,45 | 0,40 | 0,40 | A a F |
| 2 | Capa única sobre los muros o los suelos o bandejas no perforadas. | 1,00 | 0,85 | 0,80 | 0,75 | 0,70 | 0,70 | 0,70 | 0,70 | 0,70 | C |
| 3 | Capa única fijada al techo. | 0,95 | 0,80 | 0,70 | 0,70 | 0,65 | 0,60 | 0,60 | 0,60 | 0,60 | |
| 4 | Capa única sobre bandejas perforadas horizontales o verticales. | 1,0 | 0,90 | 0,80 | 0,75 | 0,75 | 0,70 | 0,70 | 0,70 | 0,70 | E y F |
| 5 | Capa única sobre escaleras de cables, abrazaderas, soportes, bridas de amarre, etc. | 1,0 | 0,85 | 0,80 | 0,80 | 0,80 | 0,80 | 0,80 | 0,80 | 0,80 | |



Optando por una configuración de bandejas perforadas verticales o horizontales.

$$K_2 = 0,80$$

$$K = K_1 \cdot K_2 = 0,92$$

Entonces ahora se corrige la intensidad;

$$\frac{I}{K} = \frac{1,076}{0,92} = 1,169 A$$

Se puede determinar la sección siguiendo el mismo procedimiento que se ha aplicado anteriormente;

- Criterio de intensidad máxima admisible:

Se elige un conductor de **1,5 mm²** con una intensidad admisible de **14,5 A**.

- Criterio de caída de tensión:

La caída de tensión máxima es 4,5 %.

Al tratarse de un circuito monofásico se utiliza la siguiente expresión;

$$S = \frac{2 \cdot P \cdot L}{\gamma \cdot \Delta U \cdot U} = \frac{2 \cdot 198,29,5}{47,6 \cdot 10,35 \cdot 230} = 0,10 \text{ mm}^2$$

γ , es para cobre a 70°C.

Por tanto, se verifica la caída de tensión para una sección de 1,5 mm².

- Criterios de protección:

Se elige un interruptor automático de 10 A (tipo C), de este modo;

Protección contra sobrecarga;

$$I = 1,169 A < I_p = 10 A < I_{adm} = 14,5 A$$

Esta condición se cumple holgadamente.

Protección contra cortocircuitos (disparo PIA);

Se calcula para el punto más alejado del circuito donde se halla la corriente mínima para que actúe PIA. El origen de la alimentación se considera la salida del secundario del trafo.

$$I_{CC} = \frac{0,8 \cdot U_f}{|\vec{Z}_{red} + \vec{Z}_{D.I}|} = \frac{0,8 \cdot 230}{\sqrt{(0,00344 + 0,0123 + 29,5 \frac{2}{58,1,5})^2 + (0,00032 + 0,010)^2}}$$

$$= 265,13 A$$

Cumpléndose;

$$10I_p = 100 A < 265,13 A = I_{CC}$$

Se elige un interruptor automático de 10 A, tipo C, con un poder de corte de 6kA de la casa Schneider Electric.

El conductor neutro tiene la misma sección que los conductores de fase, **1,5 mm²**.

El tubo de protección adecuado para la instalación superficial se obtiene de acuerdo con la ITC-BT-21 donde se indican las características mínimas necesarias y además se establecen los diámetros mínimos de tubos protectores según la tabla;

Tabla 2. Diámetros exteriores mínimos de los tubos en función del número y la sección de los conductores o cables a conducir.

| Sección nominal de los conductores unipolares (mm ²) | Diámetro exterior de los tubos (mm) | | | | |
|--|-------------------------------------|----|----|----|----|
| | Número de conductores | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1,5 | 12 | 12 | 16 | 16 | 16 |
| 2,5 | 12 | 12 | 16 | 16 | 20 |
| 4 | 12 | 16 | 20 | 20 | 20 |
| 6 | 12 | 16 | 20 | 20 | 25 |
| 10 | 16 | 20 | 25 | 32 | 32 |
| 16 | 16 | 25 | 32 | 32 | 32 |
| 25 | 20 | 32 | 32 | 40 | 40 |
| 35 | 25 | 32 | 40 | 40 | 50 |
| 50 | 25 | 40 | 50 | 50 | 50 |
| 70 | 32 | 40 | 50 | 63 | 63 |
| 95 | 32 | 50 | 63 | 63 | 75 |
| 120 | 40 | 50 | 63 | 75 | 75 |
| 150 | 40 | 63 | 75 | 75 | -- |
| 185 | 50 | 63 | 75 | -- | -- |
| 240 | 50 | 75 | -- | -- | -- |

Para más de 5 conductores por tubo o para conductores aislados o cables de secciones diferentes a instalar en el mismo tubo, su sección interior será, como mínimo igual a 2,5 veces a sección ocupada por los conductores.

Por tanto, se elige un tubo con un diámetro exterior de al menos **16 mm²**.

11.2 Circuito C7

Se compone de las luminarias de la zona de recepción de la planta baja. Todas las luminarias tienen el mismo modelo por tanto la misma potencia y el suministro es monofásica.

$$P = 126 W$$

$$L = 15m$$

$$\Delta V_{max} = 4,5 \% \text{ (Según ITC - BT - 19)}$$

$$I = \frac{P}{V \cdot \cos\phi} = \frac{126}{230 \cdot 0,8} = 0,68 A$$

La línea es se compone de cables unipolares monofásicas en canal protectora fijada sobre una pared de yeso y dentro del falso techo, que corresponde con una configuración tipo B1.

Tipo de cable elegida: Afumex Class 750 V (AS), H07Z1-K TYPE 2 (AS)

Factores de corrección;

Temperatura exterior: El conductor aislado se encuentra dentro de una canal protectora y la temperatura ambiente se supone de 30°C.

$$K_1 = 1,15$$

No existe agrupación de cables en esa zona;

$$K_2 = 1$$

$$K = K_1 \cdot K_2 = 1,15$$

$$\frac{I}{K} = \frac{0,68}{1,15} = 0,59 \text{ A}$$

Se puede determinar la sección siguiendo el mismo procedimiento que se ha aplicado anteriormente;

- Criterio de intensidad máxima admisible:

Se elige un conductor de **1,5 mm²** con una intensidad admisible de **14,5 A**.

- Criterio de caída de tensión:

La caída de tensión máxima es 4,5 %.

Al tratarse de un circuito monofásico se utiliza la siguiente expresión;

$$S = \frac{2 \cdot P \cdot L}{\gamma \cdot \Delta U \cdot U} = \frac{2 \cdot 126 \cdot 15}{47,6 \cdot 10,35 \cdot 230} = 0,03 \text{ mm}^2$$

Por tanto, se verifica la caída de tensión para una sección de 1,5 mm².

- Criterios de protección:

Se elige un interruptor automático de 10 A, de este modo;

Protección contra sobrecarga;

$$I = 0,59 \text{ A} < I_p = 10 \text{ A} < I_{adm} = 14,5 \text{ A}$$

Esta condición se cumple holgadamente.

Protección contra cortocircuitos (disparo PIA);

Se calcula para el punto más alejado del circuito donde se halla la corriente mínima para que actúe PIA. El origen de la alimentación se considera la salida del secundario del trafo.

$$I_{CC} = \frac{0,8 \cdot U_f}{|\vec{Z}_{red} + \vec{Z}_{D.I}|} = \frac{0,8 \cdot 230}{\sqrt{(0,00344 + 0,0123 + 15 \frac{2}{58 \cdot 1,5})^2 + (0,00032 + 0,010)^2}} = 510,09 \text{ A}$$

Cumpléndose;

$$10I_p = 100 A < 510,09 A = I_{CC}$$

Se elige un interruptor automático de 10 A con un poder de corte de 6kA de la casa Schneider Electric.

El conductor neutro tiene la misma sección que los conductores de fase, **1,5 mm²**.

Se elige un tubo de protección con un diámetro exterior de al menos **12 mm²**.

11.3 Circuito C8

El circuito C8 se compone de alumbrados exteriores correspondientes para un módulo de la nave. Existen dos tipos de luminarias, las que están suspendidas en la pared y las que están empotradas en el suelo en la zona de los muelles de carga que facilitan la aproximación de los vehículos. Entre estos dos tipos de luminarias se suman un total de;

$$P = 482 W$$

$$L = 138m$$

$$\Delta V_{max} = 4,5 \% \text{ (Según ITC - BT - 19)}$$

$$I = \frac{P}{V \cdot \cos\phi} = \frac{482}{230 \cdot 0,8} = 2,619 A$$

Se encuentra el tipo de cable adecuado para el alumbrado exterior a través del catálogo;

Al ser un cable enterrado en el tramo de muelles, la sección mínima para cobre será de 6 mm².

Se ha elegido el cable Retenax CPRo Rígido RV(XV)

RETENAX CPRo Rígido RV (XV)

Tensión asignada: 0,6/1 kV
Norma diseño: UNE 21123-2
Designación genérica: RV (XV)



DATOS TÉCNICOS

| NÚMERO DE CONDUCTORES x SECCIÓN mm ² | ESPESOR DE AISLAMIENTO mm (t) | DIÁMETRO SOBRE AISLAMIENTO mm (t) | DIÁMETRO EXTERIOR mm (t) | PESO kg/km (t) | RESISTENCIA DEL CONDUCTOR a 20 °C Ω /km | INTENSIDAD ADMISIBLE AL AIRE (2) A | INTENSIDAD ADMISIBLE ENTERRADO (3) A | CAÍDA DE TENSIÓN V/A km (2) Y (3) | |
|---|-------------------------------|-----------------------------------|--------------------------|----------------|---|------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|-------------|
| | | | | | | | | cos φ = 1 | cos φ = 0,8 |
| 1x 1,5 | 0,7 | 2,8 | 5,6 | 50 | 12,1 | 21 | 21 | 26,5 | 21,36 |
| 1x 2,5 | 0,7 | 3,2 | 6 | 60 | 7,41 | 30 | 27,5 | 15,93 | 12,88 |
| 1x 4 | 0,7 | 3,6 | 6,4 | 75 | 4,61 | 40 | 35 | 9,96 | 8,1 |
| 1x 6 | 0,7 | 4,4 | 7,1 | 100 | 3,08 | 52 | 44 | 6,74 | 5,51 |
| 1x 10 | 0,7 | 5,2 | 8,1 | 145 | 1,83 | 72 | 58 | 4 | 3,31 |
| 1x 16 | 0,7 | 6,1 | 9 | 200 | 1,15 | 97 | 75 | 2,51 | 2,12 |
| 1x 25 | 0,9 | 7,7 | 10,6 | 300 | 0,727 | 122 | 96 | 1,59 | 1,37 |
| 1x 35 | 0,9 | 8,8 | 11,6 | 400 | 0,524 | 153 | 117 | 1,15 | 1,01 |
| 1x 50 | 1 | 10,3 | 12,8 | 530 | 0,387 | 188 | 138 | 0,85 | 0,77 |
| 1x 70 | 1,1 | 12 | 14,7 | 730 | 0,268 | 243 | 170 | 0,59 | 0,56 |
| 1x 95 | 1,1 | 13,8 | 16,6 | 1000 | 0,193 | 298 | 202 | 0,42 | 0,43 |
| 1x 120 | 1,2 | 15,4 | 18,1 | 1210 | 0,153 | 350 | 230 | 0,34 | 0,36 |
| 1x 150 | 1,4 | 17,2 | 20,1 | 1470 | 0,124 | 401 | 260 | 0,27 | 0,31 |
| 1x 185 | 1,6 | 19,3 | 22,3 | 1860 | 0,0991 | 460 | 291 | 0,22 | 0,26 |
| 1x 240 | 1,7 | 21,8 | 25,4 | 2420 | 0,0754 | 545 | 336 | 0,17 | 0,22 |
| 1x 300 | 1,8 | 24,3 | 27,9 | 3030 | 0,0601 | 630 | 380 | 0,14 | 0,19 |
| 2x 1,5 | 0,7 | 2,8 | 8,4 | 110 | 12,1 | 23 | 24 | 30,98 | 24,92 |
| 2x 2,5 | 0,7 | 3,2 | 9,2 | 130 | 7,41 | 32 | 32 | 18,66 | 15,07 |

Figura 22. Información obtenida en el catálogo de Prysmian

Factores de corrección;

Temperatura exterior: El conductor aislado se encuentra dentro de una canal protectora y la temperatura ambiente se supone de 40°C, y 25°C en los tramos enterrados.

$$K_1 = 1$$

Al no haber agrupación de cables se supone que;

$$K_2 = 1$$

Se puede determinar la sección siguiendo el mismo procedimiento que se ha aplicado anteriormente;

- Criterio de intensidad máxima admisible:

Se elige un conductor de 6 mm², el mínimo exigible, con una intensidad admisible de 44 A.

- Criterio de caída de tensión:

La caída de tensión máxima es 4,5 %.

Al tratarse de un circuito monofásico se utiliza la siguiente expresión;

$$S = \frac{2 \cdot P \cdot L}{\gamma \cdot \Delta U \cdot U} = \frac{2 \cdot 482,138}{45,5 \cdot 10,35 \cdot 230} = 1,22 \text{ mm}^2$$

Por tanto, se verifica la caída de tensión para una sección de 6 mm².

- Criterios de protección:

Se elige un interruptor automático de 10 A, de este modo;

Protección contra sobrecarga;

$$I = 2,619 \text{ A} < I_p = 10 \text{ A} < I_{adm} = 14,5 \text{ A}$$

Esta condición se cumple holgadamente.

Protección contra cortocircuitos (disparo PIA);

Se calcula para el punto más alejado del circuito donde se halla la corriente mínima para que actúe PIA. El origen de la alimentación se considera la salida del secundario del trafo.

$$I_{CC} = \frac{0,8 \cdot U_f}{|Z_{red} + Z_{D,I}|} = \frac{0,8 \cdot 230}{\sqrt{(0,00344 + 0,0123 + 138 \frac{2}{58,6})^2 + (0,00032 + 0,010)^2}} = 227,4 \text{ A}$$

Cumpléndose;

$$10I_p = 100 \text{ A} < 227,4 \text{ A} = I_{CC}$$

Se elige un interruptor automático de 10 A, tipo C, con un poder de corte de 6kA de la casa Schneider Electric.

El conductor neutro tiene la misma sección que los conductores de fase, **6 mm²**.

Se elige un tubo de protección con un diámetro exterior de al menos **12 mm²** en el tramo superficial y al menos **50mm²** en el tramo enterrado.

11.4 Circuito C9

El circuito C9 alimenta a las luminarias de la zona de carga, cerca de los muelles. Es un circuito que demanda una potencia considerable;

$$P = 1009,8 \text{ W}$$

$$L = 116m$$

$$\Delta V_{max} = 4,5 \% \text{ (Según ITC - BT - 19)}$$

$$I = \frac{P}{V \cdot \cos\varphi} = \frac{1009,8}{230,0,8} = 5,48 A$$

La línea es se compone de cables unipolares monofásicas en canal protectora fijada sobre una pared de yeso y dentro del falso techo, que corresponde con una configuración tipo B1.

Tipo de cable elegida: Afumex Class 750 V (AS), H07Z1-K TYPE 2 (AS)

Factores de corrección;

Temperatura exterior: El conductor aislado se encuentra dentro de una canal protectora y la temperatura ambiente se supone de 30°C.

$$K_1 = 1,15$$

No existe agrupación de cables en esa zona;

$$K_2 = 1$$

$$K = K_1 \cdot K_2 = 1,15$$

$$\frac{I}{K} = \frac{5,48}{1,15} = 4,76 A$$

Se puede determinar la sección siguiendo el mismo procedimiento que se ha aplicado anteriormente;

- Criterio de intensidad máxima admisible:

Se elige un conductor de **1,5 mm²** con una intensidad admisible de **14,5 A**.

- Criterio de caída de tensión:

La caída de tensión máxima es 4,5 %.

Al tratarse de un circuito monofásico se utiliza la siguiente expresión;

$$S = \frac{2 \cdot P \cdot L}{\gamma \cdot \Delta U \cdot U} = \frac{2 \cdot 1009,8 \cdot 116}{47,6 \cdot 10,35 \cdot 230} = 2,06 \text{ mm}^2$$

Por tanto, no se verifica la caída de tensión para una sección de 1,5 mm².

Se opta por un cable inmediatamente superior, de 2,5 mm², con una intensidad admisible de 20 A.

- Criterios de protección:

Se elige un interruptor automático de 10 A, tipo C, de este modo;

Protección contra sobrecarga;

$$I = 4,76 A < I_P = 10 A < I_{adm} = 20 A$$

Esta condición se cumple holgadamente.

Protección contra cortocircuitos (disparo PIA);

Se calcula para el punto más alejado del circuito donde se halla la corriente mínima para que actúe PIA. El origen de la alimentación se considera la salida del secundario del trafo.

$$I_{CC} = \frac{0,8 \cdot U_f}{|\vec{Z}_{red} + \vec{Z}_{D.I}|} = \frac{0,8 \cdot 230}{\sqrt{(0,00344 + 0,0123 + 116 \frac{2}{58,2,5})^2 + (0,00032 + 0,010)^2}} = 113,87 A$$

Cumpléndose;

$$10I_p = 100 A < 113,87 A = I_{CC}$$

Se elige un interruptor automático de 10 A, tipo C, con un poder de corte de 6kA de la casa Schneider Electric.

El conductor neutro tiene la misma sección que los conductores de fase, **2,5 mm²**.

Se elige un tubo de protección con un diámetro exterior de al menos **12 mm²**.

11.5 Circuito C10

Corresponde con una columna de luminarias que hay en la cubierta de la nave que iluminan la zona principal. Es el circuito de alumbrado más lejano, por tanto, la más conflictiva a la hora de cumplir con la condición de caída de tensión.

$$P = 832 W$$

$$L = 102m$$

$$\Delta V_{max} = 4,5 \% \text{ (Según ITC - BT - 19)}$$

$$I = \frac{P}{V \cdot \cos\phi} = \frac{832}{230 \cdot 0,8} = 4,52 A$$

La línea es se compone de cables unipolares monofásicas en canal protectora fijada sobre una pared de yeso y dentro del falso techo, que corresponde con una configuración tipo B1.

Tipo de cable elegida: Afumex Class 750 V (AS), H07Z1-K TYPE 2 (AS)

Factores de corrección;

Temperatura exterior: El conductor aislado se encuentra dentro de una canal protectora y la temperatura ambiente se supone de 30°C.

$$K_1 = 1,15$$

Los circuitos que alimentan las luminarias de la cubierta discurren en la misma bandeja, por tanto, el factor de corrección por agrupamiento no es despreciable;

- 10 circuitos de luminarias
- 1 circuito de ACS
- 1 circuito de control de humos

Estos circuitos discurrirán en una bandeja de 2 capas de 6 conductores.

$$K_2 = 0,6$$

$$K = K_1 \cdot K_2 = 0,69$$

$$\frac{I}{K} = \frac{4,52}{0,69} = 6,55 A$$

Se puede determinar la sección siguiendo el mismo procedimiento que se ha aplicado anteriormente;

- Criterio de intensidad máxima admisible:

Se elige un conductor de **1,5 mm²** con una intensidad admisible de **14,5 A**.

- Criterio de caída de tensión:

La caída de tensión máxima es 4,5 %.

Al tratarse de un circuito monofásico se utiliza la siguiente expresión;

$$S = \frac{2 \cdot P \cdot L}{\gamma \cdot \Delta U \cdot U} = \frac{2 \cdot 832 \cdot 102}{47,6 \cdot 10,35 \cdot 230} = 1,497 \text{ mm}^2$$

Por tanto, se verifica la caída de tensión para una sección de 1,5 mm², pero se opta por una sección superior, es decir **2,5 mm²**.

- Criterios de protección:

Se elige un interruptor automático de 10 A, de este modo;

Protección contra sobrecarga;

$$I = 6,55 A < I_p = 10 A < I_{adm} = 20 A$$

Esta condición se cumple holgadamente.

Protección contra cortocircuitos (disparo PIA);

Se calcula para el punto más alejado del circuito donde se halla la corriente mínima para que actúe PIA. El origen de la alimentación se considera la salida del secundario del trafo.

$$I_{CC} = \frac{0,8 \cdot U_f}{|\vec{Z}_{red} + \vec{Z}_{D.I}|} = \frac{0,8 \cdot 230}{\sqrt{(0,00344 + 0,0123 + 102 \frac{2}{58,2,5})^2 + (0,00032 + 0,010)^2}} = 129,33 A$$

Cumpléndose;

$$10 I_p = 100 A < 129,33 A = I_{CC}$$

Se elige un interruptor automático de 10 A, tipo C, con un poder de corte de 6kA de la casa Schneider Electric.

El conductor neutro tiene la misma sección que los conductores de fase, **2,5 mm²**.

Se elige un tubo de protección con un diámetro exterior de al menos **20 mm²**.

11.6 Circuito C11 hasta C14 (inclusive)

Se elige la misma configuración que el C10 al ser más restrictivo.

11.7 Circuito C15 hasta C19 (inclusive)

Misma configuración que C10, pero en este caso con una sección de conductor de **1,5 mm²**.

11.8 Línea 2

Esta línea conecta el cuadro general con el cuadro de oficinas ubicada en la entreplanta. Se trata de una línea trifásica que a continuación se dimensionará;

$$P = 21465W$$

$$L = 7 m$$

$$\Delta V_{max} = 6,5 \% \text{ (Según ITC - BT - 19)}$$

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos\varphi} = \frac{21465}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,8} = 38,72 A$$

Se elige configuración tipo B1.

Tipo de cable elegida: Afumex Class 1000 V (AS), RZ1-K(AS)

Factores de corrección;

Temperatura exterior: El conductor aislado se encuentra dentro de una canal protectora y la temperatura ambiente se supone de 30°C.

$$K_1 = 1,15$$

$$K_2 = 1$$

$$K = K_1 \cdot K_2 = 1,15$$

$$\frac{I}{K} = \frac{38,72}{1,15} = 33,67A$$

Se puede determinar la sección siguiendo el mismo procedimiento que se ha aplicado anteriormente;

- Criterio de intensidad máxima admisible:

Se elige un conductor de **10 mm²** con una intensidad admisible de **57 A**.

- Criterio de caída de tensión:

La caída de tensión máxima es 6,5 %.

Al tratarse de un circuito trifásico se utiliza la siguiente expresión;

$$S = \frac{\sqrt{3} \cdot L \cdot I \cdot \cos\varphi}{\gamma \cdot \Delta U} = \frac{\sqrt{3} \cdot 7 \cdot 33,67 \cdot 0,8}{45,5 \cdot 26} = 0,27 mm^2$$

Por tanto, se verifica la caída de tensión para una sección de 10 mm² perfectamente.

- Criterios de protección:

La protección de la línea se realiza mediante las protecciones aguas debajo de la instalación. De tal manera que;

1.

$$I_N < I_F$$

$$57 A < 250A$$

2.

$$I_f < I_{CC}$$

$$I_{CC} = \frac{0,8 \cdot U_f}{|\vec{Z}_{red} + \vec{Z}_{D.I}|} = \frac{0,8 \cdot 230}{\sqrt{(0,00344 + 0,0123 + 7 \cdot \frac{2}{58 \cdot 10})^2 + (0,00032 + 0,010)^2}} = 6248,8 A$$

$< 12 kA$

$$I_f = 1650 A < I_{CC} = 6248,8 A$$

Se elige un interruptor automático de 40 A (tipo C) ubicado en el cuadro general.

Donde se cumplen;

$$I = 33,67 A < I_p = 40 A < I_{adm} = 57 A$$

$$10I_p = 400 A < 6248,8 A = I_{CC}$$

El conductor neutro tiene la misma sección que los conductores de fase, **10 mm²**.

Teniendo en cuenta la tabla siguiente;

Tabla 5. Diámetros exteriores mínimos de los tubos en función del número y la sección de los conductores o cables a conducir

| Sección nominal de los conductores unipolares (mm ²) | Diámetro exterior de los tubos (mm) | | | | |
|--|-------------------------------------|----|----|----|----|
| | Número de conductores | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1,5 | 12 | 12 | 16 | 16 | 20 |
| 2,5 | 12 | 16 | 20 | 20 | 20 |
| 4 | 12 | 16 | 20 | 20 | 25 |
| 6 | 12 | 16 | 25 | 25 | 25 |
| 10 | 16 | 25 | 25 | 32 | 32 |
| 16 | 20 | 25 | 32 | 32 | 40 |
| 25 | 25 | 32 | 40 | 40 | 50 |
| 35 | 25 | 40 | 40 | 50 | 50 |
| 50 | 32 | 40 | 50 | 50 | 63 |
| 70 | 32 | 50 | 63 | 63 | 63 |
| 95 | 40 | 50 | 63 | 75 | 75 |
| 120 | 40 | 63 | 75 | 75 | -- |
| 150 | 50 | 63 | 75 | -- | -- |
| 185 | 50 | 75 | -- | -- | -- |
| 240 | 63 | 75 | -- | -- | -- |

Se elige un tubo de protección con un diámetro exterior de al menos **25 mm²**.

11.9 Circuito C20

Se trata de las 15 luminarias que están situadas en la zona de las oficinas. Pertenece al cuadro de las oficinas.

$$P = 525 W$$

$$L = 42 m$$

$$\Delta V_{max} = 4,5 \% \text{ (Según ITC - BT - 19)}$$

$$I = \frac{P}{V \cdot \cos\phi} = \frac{525}{230,8} = 2,85 A$$

Se elige configuración tipo B1.

Tipo de cable elegida: Afumex Class 750 V (AS), H07Z1-K TYPE 2 (AS)

Factores de corrección;

Temperatura exterior: El conductor aislado se encuentra dentro de una canal protectora y la temperatura ambiente se supone de 30°C.

$$K_1 = 1,15$$

El agrupamiento no puede ser despreciado debido a otros circuitos que discurren por la misma bandeja como puede ser el circuito de climatización y circuito de alumbrado.

$$K_2 = 0,8$$

$$K = K_1 \cdot K_2 = 0,92$$

$$\frac{I}{K} = \frac{2,85}{0,92} = 3,09 \text{ A}$$

Se puede determinar la sección siguiendo el mismo procedimiento que se ha aplicado anteriormente;

- Criterio de intensidad máxima admisible:

Se elige un conductor de **1,5 mm²** con una intensidad admisible de **14,5 A**.

- Criterio de caída de tensión:

La caída de tensión máxima es 4,5 %.

Al tratarse de un circuito monofásico se utiliza la siguiente expresión;

$$S = \frac{2 \cdot P \cdot L}{\gamma \cdot \Delta U \cdot U} = \frac{2 \cdot 525,42}{47,6 \cdot 10,35 \cdot 230} = 0,38 \text{ mm}^2$$

Por tanto, se verifica la caída de tensión para una sección de 1,5 mm².

- Criterios de protección:

Se elige un interruptor automático de 10 A, de este modo;

Protección contra sobrecarga;

$$I = 3,09 \text{ A} < I_p = 10 \text{ A} < I_{adm} = 14,5 \text{ A}$$

Esta condición se cumple holgadamente.

Protección contra cortocircuitos (disparo PIA);

Se calcula para el punto más alejado del circuito donde se halla la corriente mínima para que actúe PIA. El origen de la alimentación se considera la salida del secundario del trafo.

$$I_{CC} = \frac{0,8 \cdot U_f}{|\vec{Z}_{red} + \vec{Z}_{D,I}|} = \frac{0,8 \cdot 230}{\sqrt{(0,00344 + 0,0123 + 7 \cdot \frac{2}{58 \cdot 10} + 42 \cdot \frac{2}{58 \cdot 1,5})^2 + (0,00032 + 0,010)^2}} = 185,26 \text{ A}$$

Cumpléndose;

$$10 I_p = 100 \text{ A} < 187,50 \text{ A} = I_{CC}$$

Se elige un interruptor automático de 10 A, tipo C, con un poder de corte de 6kA de la casa Schneider Electric.

El conductor neutro tiene la misma sección que los conductores de fase, **1,5 mm²**.

Se elige un tubo de protección con un diámetro exterior de al menos **16 mm²**.

11.10 Circuito C21

$$P = 560 \text{ W}$$

$$L = 60 \text{ m}$$

$$\Delta V_{max} = 4,5 \% \text{ (Según ITC - BT - 19)}$$

$$I = \frac{P}{V \cdot \cos\phi} = \frac{560}{230 \cdot 0,8} = 3,04 \text{ A}$$

Se elige configuración tipo B1.

Tipo de cable elegida: Afumex Class 750 V (AS), H07Z1-K TYPE 2 (AS)

Factores de corrección;

Temperatura exterior: El conductor aislado se encuentra dentro de una canal protectora y la temperatura ambiente se supone de 30°C.

$$K_1 = 1,15$$

El agrupamiento no puede ser despreciado debido a otros circuitos que discurren por la misma bandeja como puede ser el circuito de climatización y circuito de alumbrado.

$$K_2 = 0,8$$

$$K = K_1 \cdot K_2 = 0,92$$

$$\frac{I}{K} = \frac{3,04}{0,92} = 3,30 \text{ A}$$

Se puede determinar la sección siguiendo el mismo procedimiento que se ha aplicado anteriormente;

- Criterio de intensidad máxima admisible:

Se elige un conductor de **1,5 mm²** con una intensidad admisible de **14,5 A**.

- Criterio de caída de tensión:

La caída de tensión máxima es 4,5 %.

Al tratarse de un circuito monofásico se utiliza la siguiente expresión;

$$S = \frac{2 \cdot P \cdot L}{\gamma \cdot \Delta U \cdot U} = \frac{2 \cdot 560 \cdot 60}{47,6 \cdot 10,35 \cdot 230} = 0,59 \text{ mm}^2$$

Por tanto, se verifica la caída de tensión para una sección de 1,5 mm².

- Criterios de protección:

Se elige un interruptor automático de 10 A, de este modo;

Protección contra sobrecarga;

$$I = 3,30 \text{ A} < I_p = 10 \text{ A} < I_{adm} = 14,5 \text{ A}$$

Esta condición se cumple holgadamente.

Protección contra cortocircuitos (disparo PIA);

Se calcula para el punto más alejado del circuito donde se halla la corriente mínima para que actúe PIA. El origen de la alimentación se considera la salida del secundario del trafo.

$$I_{CC} = \frac{0,8 \cdot U_f}{|\vec{Z}_{red} + \vec{Z}_{D.I}|} = \frac{0,8 \cdot 230}{\sqrt{\left(0,00344 + 0,0123 + 7 \cdot \frac{2}{58 \cdot 10} + 60 \frac{2}{58 \cdot 1,5}\right)^2 + (0,00032 + 0,010)^2}} = 129,64 \text{ A}$$

Cumpléndose;

Se elige un interruptor automático de 10 A, tipo C, con un poder de corte de 6kA de la casa Schneider Electric.

$$10I_p = 100 \text{ A} < 129,64 \text{ A} = I_{CC}$$

El conductor neutro tiene la misma sección que los conductores de fase, **1,5 mm²**.

Se elige un tubo de protección con un diámetro exterior de al menos **16 mm²**.

11.11 Circuito C1.1

Se compone de las tomas de corriente de los baños ubicadas en la planta baja como la entreplanta. Se aplica el factor de simultaneidad para el cálculo que consta de cuatro tomas de corriente de 16 A. Según ITC-BT-25, ya que la actividad en estos locales no es industrial.

$$I = n \cdot I_a \cdot F_s \cdot F_u$$

Donde;

n , es el número de tomas o receptoras.

I_a , es la intensidad prevista por toma o receptor.

F_s , es el factor de simultaneidad.

F_u , es el factor de utilización.

Al tratarse de tomas monofásicas;

$$I = \frac{P}{V \cdot \cos\phi} = \frac{3450}{230 \cdot 1} = 15 \text{ A}$$

$$I = 4 \cdot 15 \cdot 0,25 = 15 \text{ A}$$

El procedimiento de cálculo de sección y las verificaciones posteriores es igual que el resto de los cálculos salvo que el RBT exige una sección de 2,5 mm².

Se elige configuración tipo B1.

Tipo de cable elegida: Afumex Class 750 V (AS), H07Z1-K TYPE 2 (AS)

Temperatura exterior: El conductor aislado se encuentra dentro de una canal protectora y la temperatura ambiente se supone de 30°C.

$$K_1 = 1,15$$

$$K_2 = 0,9$$

$$K = K_1 \cdot K_2 = 1,035$$

$$\frac{I}{K} = \frac{3}{1,035} = 2,89 \text{ A}$$

Se puede determinar la sección siguiendo el mismo procedimiento que se ha aplicado anteriormente;

- Criterio de intensidad máxima admisible:

Se elige un conductor de **2,5 mm²** con una intensidad admisible de **20 A**.

- Criterio de caída de tensión:

La caída de tensión máxima es 6,5 %.

Al tratarse de un circuito monofásico se utiliza la siguiente expresión;

$$S = \frac{2 \cdot P \cdot L}{\gamma \cdot \Delta U \cdot U} = \frac{2 \cdot 3450 \cdot 10}{47,6 \cdot 14,95 \cdot 230} = 0,42 \text{ mm}^2$$

Por tanto, se verifica la caída de tensión para una sección de 2,5 mm² de manera amplia.

- Criterios de protección:

Se elige un interruptor automático de 16 A, tal como establece RBT, de este modo;

Protección contra sobrecarga;

$$I = 2,89 \text{ A} < I_p = 16 \text{ A} < I_{adm} = 20 \text{ A}$$

Esta condición se cumple holgadamente.

Protección contra cortocircuitos (disparo PIA);

Se calcula para el punto más alejado del circuito donde se halla la corriente mínima para que actúe PIA. El origen de la alimentación se considera la salida del secundario del trafo.

$$I_{CC} = \frac{0,8 \cdot U_f}{|Z_{red} + Z_{D,I}|} = \frac{0,8 \cdot 230}{\sqrt{(0,00344 + 0,0123 + 10 \frac{2}{58 \cdot 2,5})^2 + (0,00032 + 0,010)^2}} = 1194,67 \text{ A}$$

Cumpléndose;

$$10I_p = 160 \text{ A} < 1194,67 \text{ A} = I_{CC}$$

Se elige un interruptor automático de 16 A, tipo C, con un poder de corte de 6kA de la casa Schneider Electric.

El conductor neutro tiene la misma sección que los conductores de fase, **2,5 mm²**.

Se elige un tubo de protección con un diámetro exterior de al menos **16 mm²**.

11.12 Circuito C1.2

Se compone de un total de 5 equipos informáticos que se conectarán a racks de tomas de corriente.

$$P = 1100 \text{ W}$$

$$L = 30 \text{ m}$$

$$\Delta V_{max} = 6,5 \% \text{ (Según ITC - BT - 19)}$$

$$I = \frac{P}{V \cdot \cos\phi} = \frac{1100}{230 \cdot 0,8} = 5,97 \text{ A}$$

Se elige configuración tipo B1.

Tipo de cable elegida: Afumex Class 750 V (AS), H07Z1-K TYPE 2 (AS)

Factores de corrección;

Temperatura exterior: El conductor aislado se encuentra dentro de una canal protectora y la temperatura ambiente se supone de 30°C.

$$K_1 = 1,15$$

$$K_2 = 0,8$$

$$K = K_1 \cdot K_2 = 0,92$$

$$\frac{I}{K} = \frac{5,97}{0,92} = 6,48 \text{ A}$$

Se puede determinar la sección siguiendo el mismo procedimiento que se ha aplicado anteriormente;

- Criterio de intensidad máxima admisible:

Se elige un conductor de **2,5 mm²** con una intensidad admisible de **20 A**.

- Criterio de caída de tensión:

La caída de tensión máxima es 6,5 %.

Al tratarse de un circuito monofásico se utiliza la siguiente expresión;

$$S = \frac{2 \cdot P \cdot L}{\gamma \cdot \Delta U \cdot U} = \frac{2 \cdot 1100 \cdot 30}{47,6 \cdot 14,95 \cdot 230} = 0,40 \text{ mm}^2$$

Por tanto, se verifica la caída de tensión para una sección de 2,5 mm².

- Criterios de protección:

Se elige un interruptor automático de 16 A, tipo C, de este modo;

Protección contra sobrecarga;

$$I = 6,48 \text{ A} < I_p = 16 \text{ A} < I_{adm} = 20 \text{ A}$$

Esta condición se cumple holgadamente.

Protección contra cortocircuitos (disparo PIA);

Se calcula para el punto más alejado del circuito donde se halla la corriente mínima para que actúe PIA. El origen de la alimentación se considera la salida del secundario del trafo.

$$I_{CC} = \frac{0,8 \cdot U_f}{|\vec{Z}_{red} + \vec{Z}_{D.I}|} = \frac{0,8 \cdot 230}{\sqrt{(0,00344 + 0,0123 + 7 \cdot \frac{2}{58,10} + 60 \cdot \frac{2}{58,1,5})^2 + (0,00032 + 0,010)^2}}$$

$$= 405,45 \text{ A}$$

Cumpléndose;

$$10I_p = 160 \text{ A} < 405,45 \text{ A} = I_{CC}$$

Se elige un interruptor automático de 16 A con un poder de corte de 6kA de la casa Schneider Electric.

El conductor neutro tiene la misma sección que los conductores de fase, **2,5 mm²**.

Se elige un tubo de protección con un diámetro exterior de al menos **16 mm²**.

11.13 Circuito C1.3 hasta C1.7 (inclusive)

Se utiliza la misma configuración que C1.2, previamente calculado. Las pérdidas de tensión son inferiores al 6,5 % para longitudes de cableado menores a 185 m.

11.14 Circuito C1.8

Este circuito está destinado para sistemas de climatización para las oficinas. Aunque no es el objetivo en esta tesis fin de máster, se hará un cálculo y se representará en el plano del unifilar.

$$P = 5750 \text{ W}$$

$$L = 20 \text{ m}$$

$$\Delta V_{max} = 6,5 \% \text{ (Según ITC - BT - 19)}$$

$$I = \frac{P}{V \cdot \cos\varphi} = \frac{5750}{230 \cdot 0,8} = 31,25 \text{ A}$$

Se elige configuración tipo B1.

Tipo de cable elegida: Afumex Class 750 V (AS), H07Z1-K TYPE 2 (AS)

Factores de corrección;

Temperatura exterior: El conductor aislado se encuentra dentro de una canal protectora y la temperatura ambiente se supone de 30°C.

$$K_1 = 1,15$$

$$K_2 = 0,8$$

$$K = K_1 \cdot K_2 = 0,92$$

$$\frac{I}{K} = \frac{31,25}{0,92} = 33,96 \text{ A}$$

Se puede determinar la sección siguiendo el mismo procedimiento que se ha aplicado anteriormente;

- Criterio de intensidad máxima admisible:

Se elige un conductor de **10 mm²** con una intensidad admisible de **46 A**.

- Criterio de caída de tensión:

La caída de tensión máxima es 6,5 %.

Al tratarse de un circuito monofásico se utiliza la siguiente expresión;

$$S = \frac{2 \cdot P \cdot L}{\gamma \cdot \Delta U \cdot U} = \frac{2 \cdot 25750 \cdot 20}{47,6 \cdot 14,95 \cdot 230} = 1,40 \text{ mm}^2$$

Por tanto, se verifica la caída de tensión para una sección de 6 mm².

- Criterios de protección:

Se elige un interruptor automático de 40 A, tipo C, de este modo;

Protección contra sobrecarga;

$$I = 33,96 \text{ A} < I_p = 40 \text{ A} < I_{adm} = 46 \text{ A}$$

Esta condición se cumple holgadamente.

Protección contra cortocircuitos (disparo PIA);

Se calcula para el punto más alejado del circuito donde se halla la corriente mínima para que actúe PIA. El origen de la alimentación se considera la salida del secundario del trafo.

$$I_{CC} = \frac{0,8 \cdot U_f}{|\vec{Z}_{red} + \vec{Z}_{D.I}|} = \frac{0,8 \cdot 230}{\sqrt{(0,00344 + 0,0123 + 7 \cdot \frac{2}{58 \cdot 10} + 60 \cdot \frac{2}{58 \cdot 1,5})^2 + (0,00032 + 0,010)^2}} = 1682,09 \text{ A}$$

Cumpléndose;

$$10I_p = 400 \text{ A} < 1682,09 = I_{CC}$$

Se elige un interruptor automático de 40 A con un poder de corte de 6kA de la casa Schneider Electric.

El conductor neutro tiene la misma sección que los conductores de fase, **10 mm²**.

Se elige un tubo de protección con un diámetro exterior de al menos **32 mm²**.

11.15 Circuito C1.9 hasta C1.10 (inclusive)

Se elige la misma configuración que C1.8

11.16 Circuito C2.1

Este circuito se destina para el sistema de captadores solares y sus bombas utilizadas para ACS.

$$P = 4800 \text{ W}$$

$$L = 16 \text{ m}$$

$$\Delta V_{max} = 6,5 \% \text{ (Según ITC - BT - 19)}$$

$$I = \frac{P}{V \cdot \cos\varphi} = \frac{4800}{230 \cdot 0,8} = 26,08 \text{ A}$$

Se elige el cable Retenax CPRO Rígido RV(XV) y una configuración tipo B1.

Factores de corrección;

Temperatura exterior: El conductor aislado se encuentra dentro de una canal protectora y la temperatura ambiente se supone de 40°C.

$$K_1 = 1$$

$$K_2 = 0,8$$

$$K = K_1 \cdot K_2 = 0,8$$

$$\frac{I}{K} = \frac{26,08}{0,8} = 32,6 \text{ A}$$

Se puede determinar la sección siguiendo el mismo procedimiento que se ha aplicado anteriormente;

- Criterio de intensidad máxima admisible:

Se elige un conductor de **4 mm²** con una intensidad admisible de **40 A**.

- Criterio de caída de tensión:

La caída de tensión máxima es 6,5 %.

Al tratarse de un circuito monofásico se utiliza la siguiente expresión;

$$S = \frac{2 \cdot P \cdot L}{\gamma \cdot \Delta U \cdot U} = \frac{2 \cdot 4880 \cdot 16}{45,5 \cdot 14,95 \cdot 230} = 0,99 \text{ mm}^2$$

Por tanto, se verifica la caída de tensión para una sección de 4 mm².

- Criterios de protección:

Se elige un interruptor automático de 40 A, de este modo;

Protección contra sobrecarga;

$$I = 32,6 \text{ A} < I_p = 40 \text{ A} \leq I_{adm} = 40 \text{ A}$$

Esta condición se cumple holgadamente.

Protección contra cortocircuitos (disparo PIA);

Se calcula para el punto más alejado del circuito donde se halla la corriente mínima para que actúe PIA. El origen de la alimentación se considera la salida del secundario del trafo.

$$I_{CC} = \frac{0,8 \cdot U_f}{|\overline{Z_{red}} + \overline{Z_{D.I}}|} = \frac{0,8 \cdot 230}{\sqrt{(0,00344 + 0,0123 + 16 \frac{2}{58,4})^2 + (0,00032 + 0,010)^2}} = 1298,08 \text{ A}$$

Cumpléndose;

$$10I_p = 400 \text{ A} < 1298,08 \text{ A} = I_{CC}$$

Se elige un interruptor automático de 40 A, tipo C, con un poder de corte de 6kA de la casa Schneider Electric.

El conductor neutro tiene la misma sección que los conductores de fase, **4 mm²**.

Se elige un tubo de protección con un diámetro exterior de al menos **16 mm²**.

11.17 Circuito C2.2

Este circuito se reserva para la extracción de humos, el diseño de las necesidades del ventilador no es el objetivo de la presente tesis fin de máster, aunque se realiza un predimensionamiento del conductor;

$$P = 5000 \text{ W}$$

$$L = 60 \text{ m}$$

$$\Delta V_{max} = 6,5 \% \text{ (Según ITC - BT - 19)}$$

$$I = \frac{P}{V \cdot \cos\varphi} = \frac{5000}{230 \cdot 0,8} = 27,17 \text{ A}$$

Se elige el cable Retenax CPRO Rígido RV(XV) y una configuración tipo B1.

Factores de corrección;

Temperatura exterior: El conductor aislado se encuentra dentro de una canal protectora y la temperatura ambiente se supone de 40°C.

$$K_1 = 1$$

$$K_2 = 0,8$$

$$K = K_1 \cdot K_2 = 0,8$$

$$\frac{I}{K} = \frac{27,17}{0,8} = 33,96 \text{ A}$$

Se puede determinar la sección siguiendo el mismo procedimiento que se ha aplicado anteriormente;

- Criterio de intensidad máxima admisible:

Se elige un conductor de **4 mm²** con una intensidad admisible de **40 A**.

- Criterio de caída de tensión:

La caída de tensión máxima es 6,5 %.

Al tratarse de un circuito monofásico se utiliza la siguiente expresión;

$$S = \frac{2 \cdot P \cdot L}{\gamma \cdot \Delta U \cdot U} = \frac{2 \cdot 5000 \cdot 60}{45,5 \cdot 14,95 \cdot 230} = 3,83 \text{ mm}^2$$

Por tanto, se verifica la caída de tensión para una sección de 6 mm².

- Criterios de protección:

Se elige un interruptor automático de 40 A, tipo B, de este modo;

Protección contra sobrecarga;

$$I = 33,96 \text{ A} < I_p = 40 \text{ A} \leq I_{adm} = 40 \text{ A}$$

Esta condición se cumple.

Protección contra cortocircuitos (disparo PIA);

Se calcula para el punto más alejado del circuito donde se halla la corriente mínima para que actúe PIA. El origen de la alimentación se considera la salida del secundario del trafo.

$$I_{CC} = \frac{0,8 \cdot U_f}{|\vec{Z}_{red} + \vec{Z}_{D.I}|} = \frac{0,8 \cdot 230}{\sqrt{(0,00344 + 0,0123 + 60 \frac{2}{58,6})^2 + (0,00032 + 0,010)^2}} = 345,12 A$$

Cumplíndose;

$$5I_p = 200 A < 345,12 A = I_{CC}$$

Se elige un interruptor automático de 40 A, de tipo B, con un poder de corte de 6kA de la casa Schneider Electric.

El conductor neutro tiene la misma sección que los conductores de fase, **4 mm²**.

Se elige un tubo de protección con un diámetro exterior de al menos **16 mm²**.

11.18 Circuito C4

Este circuito se reserva para la instalación de ascensor. El suministro se hará en trifásica.

$$P = 4500 W$$

$$L = 15 m$$

$$\Delta V_{max} = 6,5 \% \text{ (Según ITC - BT - 19)}$$

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos\varphi} = \frac{4500}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,9} = 7,21 A$$

Tipo de cable elegida: Afumex Class Firs (AS+) por sus características de resistencia frente al fuego.

El tipo de configuración elegida es de un cable unipolar bajo tubo grapado en pared. (B1)

Según la ITC-BT-47, al tratarse de motores eléctricos se debe de multiplicar esta intensidad por un coeficiente de mayoración de 1,25 (125%).

$$I = 1,25 \cdot I = 9,01 A$$

Factores de corrección;

Temperatura exterior: El conductor aislado se encuentra dentro de una canal protectora y la temperatura ambiente se supone de 30°C.

$$K_1 = 1,15$$

$$K_2 = 1$$

$$K = K_1 \cdot K_2 = 1,15$$

$$\frac{I}{K} = \frac{9,01}{1,15} = 7,83 A$$

Se puede determinar la sección siguiendo el mismo procedimiento que se ha aplicado anteriormente;

- Criterio de intensidad máxima admisible:

Se elige un conductor de **1,5 mm²** con una intensidad admisible de **17,5 A**.

- Criterio de caída de tensión:

La caída de tensión máxima es 6,5 %.

Al tratarse de un circuito trifásico se utiliza la siguiente expresión;

$$S = \frac{\sqrt{3} \cdot L \cdot I \cdot \cos\varphi}{\gamma \cdot \Delta U} = \frac{\sqrt{3} \cdot 15,7,83,0,9}{45,5,26} = 0,15 \text{ mm}^2$$

Por tanto, se verifica la caída de tensión para una sección de 1,5 mm² perfectamente.

- Criterios de protección:

Se elige un interruptor automático de 10 A, de este modo;

Protección contra sobrecarga;

$$I = 7,83 \text{ A} < I_p = 10 \text{ A} \leq I_{adm} = 17,5 \text{ A}$$

Esta condición se cumple.

Protección contra cortocircuitos (disparo PIA);

Se calcula para el punto más alejado del circuito donde se halla la corriente mínima para que actúe PIA. El origen de la alimentación se considera la salida del secundario del trafo.

$$I_{CC} = \frac{0,8 \cdot U_f}{|\vec{Z}_{red} + \vec{Z}_{D,I}|} = \frac{0,8 \cdot 230}{\sqrt{(0,00344 + 0,0123 + 15 \frac{2}{58,1,5})^2 + (0,00032 + 0,010)^2}} = 510,09 \text{ A}$$

Cumpléndose;

$$10I_p = 100 \text{ A} < 510,09 \text{ A} = I_{CC}$$

Se elige un interruptor automático de 10 A con un poder de corte de 6kA de la casa Schneider Electric.

El conductor neutro tiene la misma sección que los conductores de fase, **1,5 mm²**.

Se elige un tubo de protección con un diámetro exterior de al menos **16 mm²**.

11.19 Circuito C3.1

Este circuito se reserva para la bomba de protección frente a incendios. El suministro se hará en trifásica. Tanto el módulo 1 como el módulo 2 comparten la misma bomba, demandando cada uno la mitad de la potencia total necesaria para el motor eléctrico, ante un corte en el suministro eléctrico siempre actuará el motor diésel. De forma similar con el circuito anterior, se va a mayorar la intensidad por un factor de 1,25 debido al arranque del motor eléctrico.

$$P = 22370 \text{ W}$$

$$L = 90 \text{ m}$$

$$\Delta V_{max} = 6,5 \% \text{ (Según ITC - BT - 19)}$$

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos\varphi} = \frac{22370}{\sqrt{3} \cdot 400,0,9} = 35,87 \text{ A}$$

Tipo de cable elegida: Afumex Class Firs (AS+) por sus características de resistencia frente al fuego.

El tipo de configuración elegida es, B2, ya que el cableado está protegida frente al fuego al discurrir en el hueco de la pared medianera. El tramo desde la bomba hasta el edificio se cubrirá por una zanja donde discurrirá el cableado. (configuración D1)

Por tanto, se elegirá el caso más desfavorable entre las dos configuraciones.

Según la ITC-BT-47, al tratarse de motores eléctricos se debe de multiplicar esta intensidad por un coeficiente de mayoración de 1,25 (125%).

$$I = 1,25 \cdot I = 44,83 \text{ A}$$

Factores de corrección;

Temperatura exterior: El conductor aislado se encuentra dentro de una canal protectora y la temperatura ambiente se supone de 30°C.

$$K_1 = 1,15$$

$$K_2 = 1$$

$$K = K_1 \cdot K_2 = 1,15$$

$$\frac{I}{K} = \frac{44,83}{1,15} = 38,98 \text{ A}$$

Se puede determinar la sección siguiendo el mismo procedimiento que se ha aplicado anteriormente;

- Criterio de intensidad máxima admisible:
 - Para una configuración B1: sección 6 mm² con una intensidad admisible de 41 A.
 - Para una configuración D1: sección 6 mm² con una intensidad admisible de 44 A.

Finalmente, se elige una sección de 6 mm² con una intensidad admisible de 41 A. (B1)

- Criterio de caída de tensión:

La caída de tensión máxima es 6,5 %.

Al tratarse de un circuito trifásico se utiliza la siguiente expresión;

$$S = \frac{\sqrt{3} \cdot L \cdot I \cdot \cos\varphi}{\gamma \cdot \Delta U} = \frac{\sqrt{3} \cdot 90 \cdot 38,98 \cdot 0,9}{45,5 \cdot 26} = 4,62 \text{ mm}^2$$

Por tanto, se verifica la caída de tensión para una sección de 6 mm².

- Criterios de protección:

Se elige un interruptor automático de 40 A, de tipo B, de este modo;

Protección contra sobrecarga;

$$I = 38,98 \text{ A} < I_p = 40 \text{ A} \leq I_{adm} = 41 \text{ A}$$

Esta condición se cumple holgadamente.

Protección contra cortocircuitos (disparo PIA);

Se calcula para el punto más alejado del circuito donde se halla la corriente mínima para que actúe PIA. El origen de la alimentación se considera la salida del secundario del trafo.

$$I_{CC} = \frac{0,8 \cdot U_f}{|\vec{Z}_{red} + \vec{Z}_{D.I}|} = \frac{0,8 \cdot 230}{\sqrt{(0,00344 + 0,0123 + 90 \frac{2}{58,6})^2 + (0,00032 + 0,010)^2}} = 345,16 A$$

Cumpléndose;

$$5I_p = 200 A < 345,16 A = I_{CC}$$

Se elige un interruptor automático de 40 A con un poder de corte de 6kA de la casa Schneider Electric.

El conductor neutro tiene la misma sección que los conductores de fase, **6 mm²**.

Se elige un tubo de protección con un diámetro exterior de al menos **25 mm²**.

11.20 Circuito C0.1

Este circuito se compone de tres tomas de corriente trifásicas en la zona de almacenamiento.

$$P = 10350 W$$

$$L = 112 m$$

$$\Delta V_{max} = 6,5 \% \text{ (Según ITC - BT - 19)}$$

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos\varphi} = \frac{10350}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,8} = 18,67 A$$

Se elige configuración tipo B1.

Tipo de cable elegida: Afumex Class 750 V (AS), H07Z1-K TYPE 2 (AS)

Factores de corrección;

Temperatura exterior: El conductor aislado se encuentra dentro de una canal protectora y la temperatura ambiente se supone de 30°C.

$$K_1 = 1,15$$

$$K_2 = 1$$

$$K = K_1 \cdot K_2 = 1,15$$

$$\frac{I}{K} = \frac{16,59}{1,15} = 14,42 A$$

Se puede determinar la sección siguiendo el mismo procedimiento que se ha aplicado anteriormente;

- Criterio de intensidad máxima admisible:

Se elige un conductor de **4 mm²** con una intensidad admisible de **24 A**.

- Criterio de caída de tensión:

La caída de tensión máxima es 6,5 %.

Al tratarse de un circuito trifásico se utiliza la siguiente expresión;

$$S = \frac{\sqrt{3} \cdot L \cdot I \cdot \cos\varphi}{\gamma \cdot \Delta U} = \frac{\sqrt{3} \cdot 112 \cdot 16,23 \cdot 0,8}{47,6 \cdot 26} = 2,03 \text{ mm}^2$$

Por tanto, se verifica la caída de tensión para una sección de 4 mm² perfectamente.

- Criterios de protección:

Se elige un interruptor automático de 20 A de tipo B, de este modo;

Protección contra sobrecarga;

$$I = 16,23 \text{ A} < I_p = 20 \text{ A} \leq I_{adm} = 24 \text{ A}$$

Esta condición se cumple holgadamente.

Protección contra cortocircuitos (disparo PIA);

Se calcula para el punto más alejado del circuito donde se halla la corriente mínima para que actúe PIA. El origen de la alimentación se considera la salida del secundario del trafo.

$$I_{CC} = \frac{0,8 \cdot U_f}{|Z_{red} + Z_{D.I}|} = \frac{0,8 \cdot 230}{\sqrt{(0,00344 + 0,0123 + 112 \frac{2}{58,4})^2 + (0,00032 + 0,010)^2}} = 187,49 \text{ A}$$

Cumpléndose;

$$5I_p = 100 \text{ A} < 187,49 \text{ A} = I_{CC}$$

Se elige un interruptor automático de 20 A, tipo B, con un poder de corte de 6kA de la casa Schneider Electric.

El conductor neutro tiene la misma sección que los conductores de fase, **4 mm²**.

Se elige un tubo de protección con un diámetro exterior de al menos **25 mm²**.

11.21 Circuito C0.2

Este circuito se compone de un total de 8 tomas de corriente monofásicas repartidas en la planta baja del módulo. Se aplicará coeficiente de simultaneidad;

$$I = n \cdot I_a \cdot F_s \cdot F_u$$

$$I = \frac{P}{V \cdot \cos\varphi} = \frac{3450}{230 \cdot 1} = 15 \text{ A}$$

$$I = 8 \cdot 15 \cdot 0,25 = 6 \text{ A}$$

El procedimiento de cálculo de sección y las verificaciones posteriores es igual que el resto de los cálculos salvo que el RBT exige una sección de 2,5 mm².

Se elige configuración tipo B1.

Tipo de cable elegida: Afumex Class 750 V (AS), H07Z1-K TYPE 2 (AS)

Temperatura exterior: El conductor aislado se encuentra dentro de una canal protectora y la temperatura ambiente se supone de 30°C.

$$K_1 = 1,15$$

$$K_2 = 1$$

$$K = K_1 \cdot K_2 = 1,15$$

$$\frac{I}{K} = \frac{6}{1,15} = 5,21 \text{ A}$$

Se puede determinar la sección siguiendo el mismo procedimiento que se ha aplicado anteriormente;

- Criterio de intensidad máxima admisible:

Se elige un conductor de **2,5 mm²** con una intensidad admisible de **20 A**.

- Criterio de caída de tensión:

La caída de tensión máxima es 6,5 %.

Al tratarse de un circuito monofásico se utiliza la siguiente expresión;

$$S = \frac{2 \cdot P \cdot L}{\gamma \cdot \Delta U \cdot U} = \frac{2 \cdot 3450 \cdot 51}{47,6 \cdot 14,95 \cdot 230} = 2,15 \text{ mm}^2$$

Por tanto, se verifica la caída de tensión para una sección de 2,5 mm².

- Criterios de protección:

Se elige un interruptor automático de 16 A, tal como establece RBT, de este modo;

Protección contra sobrecarga;

$$I = 5,21 \text{ A} < I_p = 16 \text{ A} < I_{adm} = 20 \text{ A}$$

Esta condición se cumple holgadamente.

Protección contra cortocircuitos (disparo PIA);

Se calcula para el punto más alejado del circuito donde se halla la corriente mínima para que actúe PIA. El origen de la alimentación se considera la salida del secundario del trafo.

$$I_{CC} = \frac{0,8 \cdot U_f}{|\vec{Z}_{red} + \vec{Z}_{D.I}|} = \frac{0,8 \cdot 230}{\sqrt{(0,00344 + 0,0123 + 51 \frac{2}{58,2,5})^2 + (0,00032 + 0,010)^2}} = 255,79 \text{ A}$$

Cumpléndose;

$$10I_p = 160 \text{ A} < 255,79 \text{ A} = I_{CC}$$

Se elige un interruptor automático de 16 A, tipo C, con un poder de corte de 6kA de la casa Schneider Electric.

El conductor neutro tiene la misma sección que los conductores de fase, **2,5 mm²**.

Se elige un tubo de protección con un diámetro exterior de al menos **16 mm²**.

12. PUESTA A TIERRA

12.1 Instalación de Pararrayos

Se puede comprobar la necesidad de la instalación de un pararrayos siguiendo el método establecido en el CTE DB-SUA 8, basada en la determinación de la frecuencia esperada de impactos N_e , que se detalla a continuación;

- Es necesario instalar pararrayos si la frecuencia esperada de impactos, N_e , es mayor que el riesgo admisible N_a .

$$N_e > N_a$$

- N_e se determina utilizando la siguiente expresión;

$$N_e = N_g \cdot A_e \cdot C_1 \cdot 10^{-6}$$

- N_g es la densidad de impactos sobre el terreno medida en nº de impactos / año. km², obtenida según la figura 1.1 del CTE-SU-8;

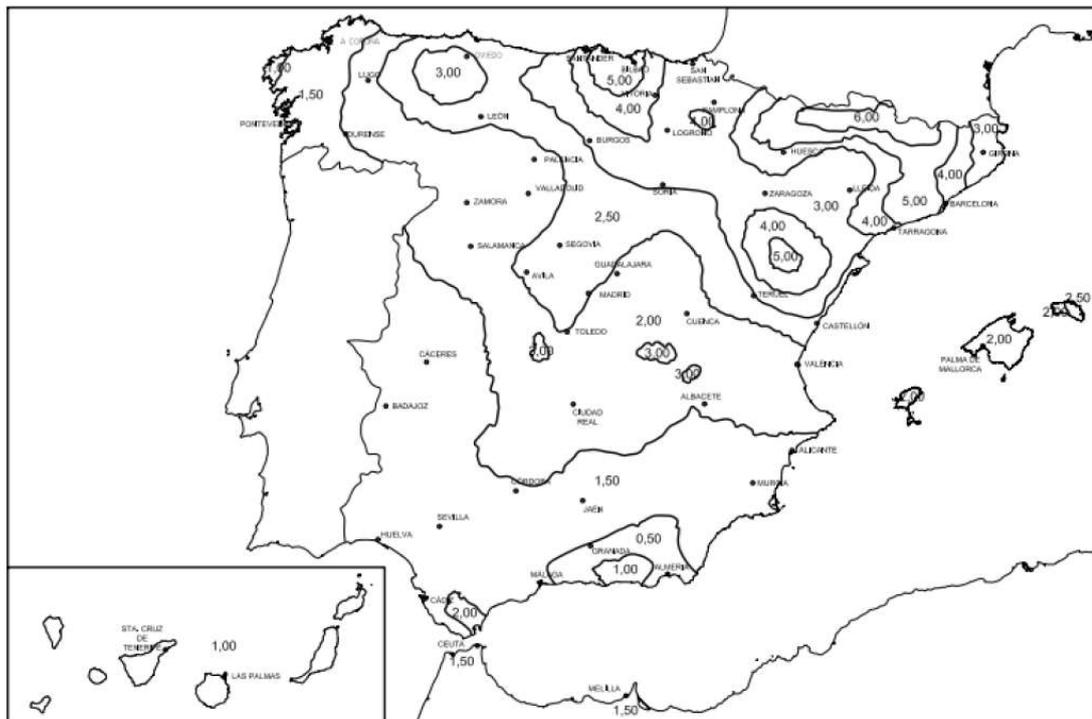


Figura 1.1 Mapa de densidad de impactos sobre el terreno N_g

$$N_g = 2,5$$

- A_e es la superficie de captura equivalente del edificio aislado en m², que es la delimitada por una línea trazada a una distancia 3H de cada uno de los puntos del perímetro del edificio, siendo H la altura del edificio en el punto del perímetro considerado.
- C_1 es el coeficiente relacionado con el entorno, según la tabla 1.1 del CTE-SU-8.

Tabla 1.1 Coeficiente C₁

| Situación del edificio | C ₁ |
|--|----------------|
| Próximo a otros edificios o árboles de la misma altura o más altos | 0,5 |
| Rodeado de edificios más bajos | 0,75 |
| Aislado | 1 |
| Aislado sobre una colina o promontorio | 2 |

$$C_1 = 0,5$$

Las dimensiones del edificio es 69,5 m x 63,5 m y la altura del edificio es 14,5 m.

$$A_e = 21929 \text{ m}^2$$

Por tanto;

$$N_e = N_g \cdot A_e \cdot C_1 \cdot 10^{-6} = 0,0274 \text{ impactos/año}$$

Mientras que el riesgo admisible, N_a puede determinarse mediante la expresión;

$$N_a = \frac{5,5}{C_2 \cdot C_3 \cdot C_4 \cdot C_5} \cdot 10^{-3}$$

Tabla 1.2 Coeficiente C₂

| | Cubierta metálica | Cubierta de hormigón | Cubierta de madera |
|------------------------|-------------------|----------------------|--------------------|
| Estructura metálica | 0,5 | 1 | 2 |
| Estructura de hormigón | 1 | 1 | 2,5 |
| Estructura de madera | 2 | 2,5 | 3 |

Tabla 1.3 Coeficiente C₃

| | |
|-----------------------------------|---|
| Edificio con contenido inflamable | 3 |
| Otros contenidos | 1 |

Tabla 1.4 Coeficiente C₄

| | |
|--|-----|
| Edificios no ocupados normalmente | 0,5 |
| Usos Pública Concurrencia, Sanitario, Comercial, Docente | 3 |
| Resto de edificios | 1 |

Tabla 1.5 Coeficiente C₅

| | |
|--|---|
| Edificios cuyo deterioro pueda interrumpir un servicio imprescindible (hospitales, bomberos, ...) o pueda ocasionar un impacto ambiental grave | 5 |
| Resto de edificios | 1 |

En este caso según las tablas anteriores, la expresión se reduce a;

$$N_a = \frac{5,5}{1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1} \cdot 10^{-3} = 5,5 \cdot 10^{-3}$$

Entonces, se puede verificar que;

$$N_e > N_a$$

Por tanto, **se requiere** la instalación de pararrayos.

El tipo de instalación requerida corresponde con el **tipo 4**, teniendo en cuenta que;

$$E = 1 - \frac{N_a}{N_e} = 0,8$$

| Eficiencia requerida | Nivel de protección |
|----------------------|---------------------|
| $E > 0,98$ | 1 |
| $0,95 < E < 0,98$ | 2 |
| $0,80 < E < 0,95$ | 3 |
| $0 < E < 0,80$ | 4 |

12.2 Instalación de tierras

Consultando la ITC-BT-26 y la guía-BT-26 donde se indica que, “en toda edificación se establecerá una toma de tierra de protección instalando en el fondo de las zanjas de cimentación de los edificios, y antes de empezar ésta, un cable rígido de clase 2, formado por varios alambres rígidos cableados entre sí de cobre desnudo de una sección mínima de 35 mm^2 , formando un anillo cerrado que interese a todo el perímetro del edificio. A este anillo deberán conectarse electrodos verticalmente hincados en el terreno cuando se prevea la necesidad de disminuir la resistencia de tierra que pueda presentar el conductor del anillo.”

De los planos se obtiene una longitud perimetral de cimentación de **270 m**.

Se proyecta un electrodo de tierra formado por un cable de cobre desnudo de 35 mm^2 que une las armaduras de la estructura.

Teniendo en cuenta que por cada zapata hay una conexión al conductor del anillo y el terreno este compuesto por arenas arcillosas y gravas.

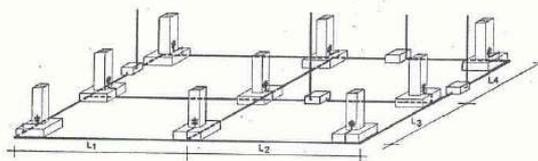
Según la tabla A de la guía-BT-26;

Tabla A: Número de electrodos en función de las características del terreno y la longitud del anillo.

| Terrenos orgánicos, arcillas y margas | | Arenas arcillosas y graveras, rocas sedimentarias y metamórficas | | Calizas agrietadas y rocas eruptivas | | Grava y arena silicea | | Nº de picas de longitud (2 metros) |
|---------------------------------------|----------------|--|----------------|--------------------------------------|----------------|-----------------------|----------------|------------------------------------|
| sin pararrayos | con pararrayos | sin pararrayos | con pararrayos | sin pararrayos | con pararrayos | sin pararrayos | con pararrayos | |
| 25 | 34 | 28 | 67 | 54 | 134 | 162 | 400 | 0 |
| ^ | 30 | 25 | 63 | 50 | 130 | 158 | 396 | 1 |
| | 26 | ^ | 59 | 46 | 126 | 154 | 392 | 2 |
| | ^ | | 55 | 42 | 122 | 150 | 388 | 3 |
| | | | 51 | 38 | 118 | 146 | 384 | 4 |
| | | | 47 | 34 | 114 | 142 | 380 | 5 |
| | | | 43 | 30 | 110 | 138 | 376 | 6 |
| | | | 39 | ^ | 106 | 134 | 372 | 7 |
| | | | 35 | | 105 | 130 | 368 | 8 |
| | | | ^ | | 98 | 126 | 364 | 9 |
| | | | | | 94 | 122 | 360 | 10 |
| | | | | | 74 | 102 | 340 | 15 |
| | | | | | ^ | 82 | 320 | 20 |
| | | | | | | ^ | 280 | 30 |
| | | | | | | | 240 | 40 |
| | | | | | | | 200 | 50 |
| | | | | | | | ^ | |

^ aumentar la longitud de los conductores enterrados del anillo.
 ΣL = longitud en planta de la conducción enterrada, en m

Figura A: Ejemplo de anillo enterrado de puesta a tierra



La longitud en planta de este anillo es: $L = 3 L_1 + 3 L_2 + 3 L_3 + 3 L_4$

Ejemplo: Determinar el número de picas necesario para un edificio con pararrayos, en terreno de arena arcillosa y con una longitud en planta de conducción enterrada de $\Sigma L = 33 \text{ m}$

Según la tabla A, para un edificio de estas características:

Debido a la longitud del anillo no se requieren picas adicionales.

12.3 Interruptores diferenciales. Sensibilidad

Según la ITC-BT-08 el esquema de distribución se corresponde a un esquema TT (tierra-tierra).

La protección habitual para TT es hacer uso de interruptores diferenciales.

La resistencia del electrodo se calcula siendo;

- Conductor desnudo de sección 35 mm².
- Tierra arcillosa, por tanto, con una resistividad (ρ) de **500Ω** (tabla 3 de la ITC-BT-18).

$$R = \frac{2 \cdot \rho}{L} = \frac{2 \cdot 500}{270} = 3,70 \Omega$$

La máxima tensión de contacto producido durante una electrocución;

- Se escogen diferenciales con sensibilidad de 30 mA.

$$V_C = R \cdot I = 3,70 \cdot 0,03 = 0,11 V$$

El valor límite máximo admitido según el RBT es **24 V**, por tanto, se cumple esta comprobación de seguridad.

12.4 Protección Contra Sobretensiones

Cuando se produce una sobretensión, el equipo de protección derivará una corriente a la tierra y de este modo se disminuirá la sobretensión a los valores habituales (230 V/400 V). En relación con la protección contra sobretensiones transitorias se consulta la ITC-BT-23.

Además, teniendo en cuenta que la nave es alimentada mediante una línea subterránea, la ITC considera que se puede suponer una situación con un riesgo bajo de sobretensión para la categoría de equipos considerados en la tabla siguiente;

Tabla 4. Protección contra sobretensiones ITC-BT-23

| TENSIÓN NOMINAL DE LA INSTALACIÓN | | TENSIÓN SOPORTADA A IMPULSOS 1,2/50 (kV) | | | |
|-----------------------------------|----------------------|--|---------------|--------------|-------------|
| SISTEMAS TRIFÁSICOS | SISTEMAS MONOFÁSICOS | CATEGORÍA IV | CATEGORÍA III | CATEGORÍA II | CATEGORÍA I |
| 230/400 | 230 | 6 | 4 | 2,5 | 1,5 |
| 400/690 1000 | — — | 8 | 6 | 4 | 2,5 |

Para los locales comerciales y oficinas que cuentan con equipos sensibles como el caso de ordenadores, la ITC indica que pertenecen a la categoría I.

Los equipos y materiales deben escogerse de manera que su tensión soportada a impulsos no sea inferior a la tensión soportada prescrita en la tabla anterior. Es decir, en el caso de categoría I los ordenadores deben soportar frente a impulsos más de 1,5 kV.

ITC-BT-23 en su apartado 3 indica que siempre y cuando el riesgo sea aceptable, no existe la obligación de instalar equipos específicos para sobretensiones transitorias.

13. PRESUPUESTO

A continuación, se detalla el presupuesto de la instalación eléctrica;

Tabla 5. Presupuesto detallado

| Conductor, cables, tubos | | | | | |
|--------------------------|-------------------|-------|-------|------|------------|
| Nombre | Descripción | Tipo | €/m,u | m | Total |
| Linea1 | Afumex Class 1000 | Cable | 74.54 | 43 | 3,205.22 € |
| C6 | Afumex Class 750 | Cable | 3.47 | 29.5 | 102.37 € |
| C7 | Afumex Class 750 | Cable | 3.47 | 15 | 52.05 € |
| C8 | Retenax CPRO | Cable | 5.56 | 138 | 767.28 € |
| C9 | Afumex Class 750 | Cable | 3.87 | 116 | 448.92 € |
| C10 | Afumex Class 750 | Cable | 3.87 | 102 | 394.74 € |
| C11 | Afumex Class 750 | Cable | 3.87 | 96 | 371.52 € |
| C12 | Afumex Class 750 | Cable | 3.87 | 90 | 348.30 € |
| C13 | Afumex Class 750 | Cable | 3.87 | 84 | 325.08 € |
| C14 | Afumex Class 750 | Cable | 3.87 | 78 | 301.86 € |
| C15 | Afumex Class 750 | Cable | 3.47 | 72 | 249.84 € |
| C16 | Afumex Class 750 | Cable | 3.47 | 66 | 229.02 € |
| C17 | Afumex Class 750 | Cable | 3.47 | 60 | 208.20 € |
| C18 | Afumex Class 750 | Cable | 3.47 | 54 | 187.38 € |
| C19 | Afumex Class 750 | Cable | 3.47 | 48 | 166.56 € |
| Linea2 | Afumex Class 1000 | Cable | 10.87 | 7 | 76.09 € |
| C20 | Afumex Class 750 | Cable | 3.47 | 42 | 145.74 € |
| C21 | Afumex Class 750 | Cable | 3.47 | 60 | 208.20 € |
| C1.1 | Afumex Class 750 | Cable | 3.87 | 10 | 38.70 € |
| C1.2 | Afumex Class 750 | Cable | 3.87 | 30 | 116.10 € |
| C1.3 | Afumex Class 750 | Cable | 3.87 | 35 | 135.45 € |

| | | | | | |
|-----------------|-------------------|--------------|-------|------|--------------------|
| C1.4 | Afumex Class 750 | Cable | 3.87 | 40 | 154.80 € |
| C1.5 | Afumex Class 750 | Cable | 3.87 | 45 | 174.15 € |
| C1.6 | Afumex Class 750 | Cable | 3.87 | 50 | 193.50 € |
| C1.7 | Afumex Class 750 | Cable | 3.87 | 55 | 212.85 € |
| C1.8 | Afumex Class 750 | Cable | 8.10 | 20 | 162.00 € |
| C1.9 | Afumex Class 750 | Cable | 8.10 | 28 | 226.80 € |
| C1.10 | Afumex Class 750 | Cable | 8.10 | 36 | 291.60 € |
| C2.1 | Retenax CPRO | Cable | 4.75 | 16 | 76.00 € |
| C2.2 | Retenax CPRO | Cable | 4.75 | 60 | 285.00 € |
| C4 | Afumex Class Firs | Cable | 6.21 | 15 | 93.15 € |
| C3.1 | Afumex Class Firs | Cable | 10.23 | 90 | 920.70 € |
| C0.1 | Afumex Class 750 | Cable | 5.95 | 112 | 666.40 € |
| C0.2 | Afumex Class 750 | Cable | 3.87 | 51 | 197.37 € |
| Subtotal | | | | | 11,732.94 € |
| | | | | | |
| Linea1 | Tubo protector | Tubo/Bandeja | 3.22 | 43 | 138.46 € |
| C6 | Tubo protector | Tubo/Bandeja | 0.96 | 29.5 | 28.32 € |
| C7 | Tubo protector | Tubo/Bandeja | 0.96 | 15 | 14.40 € |
| C8 | Tubo protector | Tubo/Bandeja | 1.28 | 138 | 176.64 € |
| C9 | Tubo protector | Tubo/Bandeja | 2.84 | 116 | 329.44 € |
| C10 | Tubo protector | Tubo/Bandeja | 3.23 | 102 | 329.46 € |
| C11 | Tubo protector | Tubo/Bandeja | 3.23 | 96 | 310.08 € |
| C12 | Tubo protector | Tubo/Bandeja | 3.23 | 90 | 290.70 € |
| C13 | Tubo protector | Tubo/Bandeja | 3.23 | 84 | 271.32 € |
| C14 | Tubo protector | Tubo/Bandeja | 3.23 | 78 | 251.94 € |
| C15 | Tubo protector | Tubo/Bandeja | 3.23 | 72 | 232.56 € |
| C16 | Tubo protector | Tubo/Bandeja | 3.23 | 66 | 213.18 € |
| C17 | Tubo protector | Tubo/Bandeja | 3.23 | 60 | 193.80 € |

| | | | | | |
|-------------------------------|------------------|--------------|-------|-----|-------------------|
| C18 | Tubo protector | Tubo/Bandeja | 3.23 | 54 | 174.42 € |
| C19 | Tubo protector | Tubo/Bandeja | 3.23 | 48 | 155.04 € |
| Linea2 | Tubo protector | Tubo/Bandeja | 1.2 | 7 | 8.40 € |
| C20 | Tubo protector | Tubo/Bandeja | 0.96 | 42 | 40.32 € |
| C21 | Tubo protector | Tubo/Bandeja | 0.96 | 60 | 57.60 € |
| C1.1 | Tubo protector | Tubo/Bandeja | 0.96 | 10 | 9.60 € |
| C1.2 | Tubo protector | Tubo/Bandeja | 0.96 | 30 | 28.80 € |
| C1.3 | Tubo protector | Tubo/Bandeja | 0.96 | 35 | 33.60 € |
| C1.4 | Tubo protector | Tubo/Bandeja | 0.96 | 40 | 38.40 € |
| C1.5 | Tubo protector | Tubo/Bandeja | 0.96 | 45 | 43.20 € |
| C1.6 | Tubo protector | Tubo/Bandeja | 0.96 | 50 | 48.00 € |
| C1.7 | Tubo protector | Tubo/Bandeja | 0.96 | 55 | 52.80 € |
| C1.8 | Tubo protector | Tubo/Bandeja | 2 | 20 | 40.00 € |
| C1.9 | Tubo protector | Tubo/Bandeja | 2 | 28 | 56.00 € |
| C1.10 | Tubo protector | Tubo/Bandeja | 2 | 36 | 72.00 € |
| C2.1 | Tubo protector | Tubo/Bandeja | 3.02 | 16 | 48.32 € |
| C2.2 | Tubo protector | Tubo/Bandeja | 3.02 | 60 | 181.20 € |
| C4 | Tubo protector | Tubo/Bandeja | 0.96 | 15 | 14.40 € |
| C3.1 | Tubo protector | Tubo/Bandeja | 1.15 | 90 | 103.50 € |
| C0.1 | Tubo protector | Tubo/Bandeja | 0.96 | 112 | 107.52 € |
| C0.2 | Tubo protector | Tubo/Bandeja | 0.96 | 51 | 48.96 € |
| Subtotal | | | | | 4,142.38 € |
| Alumbrado | | | | | |
| Zona de almacenamiento | Suspendido | LED | 200 | 130 | 26,000.00 € |
| Zona de carga | superficie techo | LED | 75 | 27 | 2,025.00 € |
| Baño minusválido | empotrado techo | LED | 76.91 | 2 | 153.82 € |

| | | | | | |
|---|-----------------------|---------|-------|---------|--------------------|
| Aseo/vestuario de planta baja | empotrado techo | LED | 76.91 | 2 | 153.82 € |
| Zona de recepción planta baja | empotrado techo | LED | 76.91 | 7 | 538.37 € |
| Oficinas | empotrado techo | LED | 85 | 31 | 2,635.00 € |
| Baño masculino entreplanta | empotrado techo | LED | 76.91 | 1 | 76.91 € |
| Baño femenino entreplanta | empotrado techo | LED | 76.91 | 1 | 76.91 € |
| Exterior del Módulo | superficie pared | LED | 80 | 10 | 800.00 € |
| Exterior del Módulo | empotrado suelo | LED | 75 | 4 | 300.00 € |
| Luces de emergencia | | | 20.9 | 26 | 543.40 € |
| Subtotal | | | | | 33,303.23 € |
| Cuadro General | | | | | |
| Cuadro Principal | 1100(alto)x800(ancho) | IP 43 | 1 | 1129.85 | 1,129.85 € |
| IGA | Tetrapolar | 4x250 A | 1 | 2799.43 | 2,799.43 € |
| Interruptor Magnetotérmico | Tetrapolar | 4x40 A | 2 | 147.43 | 294.86 € |
| Interruptor Magnetotérmico | Bipolar | 2x40 A | 2 | 32.96 | 65.92 € |
| Interruptor Magnetotérmico | Tetrapolar | 4x20 A | 1 | 57.54 | 57.54 € |
| Interruptor Magnetotérmico | Tetrapolar | 4x10 A | 1 | 45.82 | 45.82 € |
| Interruptor Magnetotérmico | Bipolar | 2x10 A | 15 | 23.04 | 345.60 € |
| Interruptor Magnetotérmico | Bipolar | 2x16 A | 1 | 27.06 | 27.06 € |
| Interruptor Magnetotérmico | Bipolar | 2x16 A | 1 | 23.39 | 23.39 € |
| Interruptor Diferencial(r. auto) | Tetrapolar | 2x40 A | 2 | 239.84 | 479.68 € |

| | | | | | |
|---|----------------------|--------|-----|--------|-------------------|
| Interruptor Diferencial(r. auto) | Bipolar | 2x40 A | 6 | 149.01 | 894.06 € |
| Interruptor Diferencial(r. auto) | Tetrapolar | 4x20 A | 2 | 228.67 | 457.34 € |
| Subtotal | | | | | 6,620.55 € |
| | | | | | |
| Cuadro Oficina | 650(alto)x550(ancho) | IP 43 | 1 | 624.37 | 624.37 € |
| Interruptor Magnetotérmico | Bipolar | 2x10 A | 2 | 23.04 | 46.08 € |
| Interruptor Magnetotérmico | Bipolar | 2x16 A | 9 | 23.39 | 210.51 € |
| Interruptor Diferencial(r. auto) | Bipolar | 2x40 A | 4 | 149.01 | 596.04 € |
| Subtotal | | | | | 1,477.00 € |
| | | | | | |
| Mecanismos | | | | | |
| Contactores | Bipolar | 16 A | 15 | 42.39 | 635.85 € |
| Contactores | Tetrapolar | 40 A | 1 | 116.38 | 116.38 € |
| Contactores | Bipolar | 40 A | 2 | 83.68 | 167.36 € |
| Interruptor Simple | | | 5 | 9.87 | 49.35 € |
| Interruptor Conmutado | | | 2 | 13.52 | 27.04 € |
| Detector de movimiento | | | 6 | 16 | 96.00 € |
| Base de tipo shuko | | | 12 | 4 | 48.00 € |
| Base trifásica | | | 3 | 6 | 18.00 € |
| Subtotal | | | | | 1,157.98 € |
| | | | | | |
| Tierras (Común edificio) | | | | | |
| Arqueta de conexión a tierra | | | 1 | 107.24 | 107.24 € |
| Conductor 35 mm2 | | | 504 | 6.11 | 3,079.44 € |

| | | | | | |
|---|---------|--|-----|-------------|---------------------|
| Aprietacables tierra | | | 100 | 8.78 | 878.00 € |
| Pararrayos | Nivel 4 | | 1 | 23112.59 | 23,112.59 € |
| Subtotal | | | | | 27,177.27 € |
| Correspondiente a un módulo | | | | | 13,588.64 € |
| | | | | | |
| Centro de transformación (Común) | | | | | |
| Trafo | 800 kVA | | 1 | 47743.83 | 47,743.83 € |
| CGPM | | | 1 | 165.92 | 759.82 € |
| Subtotal | | | | | 48,503.65 € |
| Correspondiente a un módulo | | | | | 24,251.83 € |
| | | | | | |
| TOTAL PRESUPUESTO (módulo) | | | | | 96,274.54 € |
| | | | | | |
| Conductor | | | 2 | 11,732.94 € | 23,465.87 € |
| Tubos | | | 2 | 4,142.38 € | 8,284.76 € |
| Alumbrado | | | 2 | 33,303.23 € | 66,606.46 € |
| Cuadro General | | | 2 | 6,620.55 € | 13,241.10 € |
| Cuadro Oficina | | | 2 | 1,477.00 € | 2,954.00 € |
| Mecanismos | | | 2 | 1,157.98 € | 2,315.96 € |
| Tierras (Común edificio) | | | 1 | 27,177.27 € | 27,177.27 € |
| Centro de transformación (Común) | | | 1 | 48,503.65 € | 48,503.65 € |
| | | | | | |
| TOTAL PRESUPUESTO EDIFICIO | | | | | 192,549.07 € |



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR INGENIERÍA
INDUSTRIAL VALENCIA

Curso Académico:

ANEJO IV. CIMENTACIÓN CON CYPE 3D

A continuación, se va a mostrar el anexo de cálculo fruto del informe de las comprobaciones de cimentaciones del CYPE 3D.

Solamente se va a mostrar aquellos elementos que son los más representativos.

ANEXO DE CIMENTACIÓN

| Referencia: N47 | | |
|---|--|--------|
| Dimensiones: 440 x 290 x 100 | | |
| Armados: Xi:Ø20c/22 Yi:Ø16c/22 Xs:Ø16c/22 Ys:Ø16c/22 | | |
| Comprobación | Valores | Estado |
| Tensiones sobre el terreno: | | |
| <i>Criterio de CYPE</i> | | |
| - Tensión media en situaciones persistentes: | Máximo: 0.24 MPa Calculado: 0.13734 MPa | Cumple |
| - Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento: | Máximo: 0.29999 MPa Calculado: 0.172558 MPa | Cumple |
| - Tensión máxima en situaciones persistentes con viento: | Máximo: 0.29999 MPa Calculado: 0.298715 MPa | Cumple |
| Vuelco de la zapata: | | |
| <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: | Reserva seguridad: 19.5 % | Cumple |
| - En dirección Y: | Reserva seguridad: 763.5 % | Cumple |
| Flexión en la zapata: | | |
| - En dirección X: | Momento: 1124.43 kN·m | Cumple |
| - En dirección Y: | Momento: 305.10 kN·m | Cumple |
| Cortante en la zapata: | | |
| - En dirección X: | Cortante: 716.72 kN | Cumple |
| - En dirección Y: | Cortante: 110.46 kN | Cumple |
| Compresión oblicua en la zapata: | | |
| - Situaciones persistentes: | Máximo: 7000 kN/m ² Calculado: 391.4 kN/m ² | Cumple |
| <i>Criterio de CYPE</i> | | |
| Canto mínimo: | | |
| <i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i> | | |
| | Mínimo: 25 cm Calculado: 100 cm | Cumple |

Proyecto de Una Nave Industrial Con Uso Logístico de 5030 m² en Colmenar Viejo

| Referencia: N47 | | |
|--|-------------------------------------|--------|
| Dimensiones: 440 x 290 x 100 | | |
| Armados: Xi:Ø20c/22 Yi:Ø16c/22 Xs:Ø16c/22 Ys:Ø16c/22 | | |
| Comprobación | Valores | Estado |
| Espacio para anclar arranques en cimentación: - N47: | Mínimo: 0 cm Calculado: 91 cm | Cumple |
| Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i> | Mínimo: 0.0009 | |
| - Armado inferior dirección X: | Calculado: 0.0014 | Cumple |
| - Armado superior dirección X: | Calculado: 0.0009 | Cumple |
| - Armado inferior dirección Y: | Calculado: 0.0009 | Cumple |
| - Armado superior dirección Y: | Calculado: 0.0009 | Cumple |
| Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i> | | |
| - Armado inferior dirección X: | Mínimo: 0.0015 Calculado: 0.0015 | Cumple |
| - Armado inferior dirección Y: | Mínimo: 0.0003 Calculado: 0.001 | Cumple |
| - Armado superior dirección X: | Mínimo: 0.0003 Calculado: 0.001 | Cumple |
| Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i> | Mínimo: 12 mm | |
| - Parrilla inferior: | Calculado: 16 mm | Cumple |
| - Parrilla superior: | Calculado: 16 mm | Cumple |
| Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i> | Máximo: 30 cm | |
| - Armado inferior dirección X: | Calculado: 22 cm | Cumple |
| - Armado inferior dirección Y: | Calculado: 22 cm | Cumple |
| - Armado superior dirección X: | Calculado: 22 cm | Cumple |
| - Armado superior dirección Y: | Calculado: 22 cm | Cumple |
| Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i> | Mínimo: 10 cm | |
| - Armado inferior dirección X: | Calculado: 22 cm | Cumple |
| - Armado inferior dirección Y: | Calculado: 22 cm | Cumple |
| - Armado superior dirección X: | Calculado: 22 cm | Cumple |
| - Armado superior dirección Y: | Calculado: 22 cm | Cumple |
| Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i> | | |
| - Armado inf. dirección X hacia der: | Mínimo: 40 cm Calculado: 99 cm | Cumple |

| Referencia: N47 | | |
|--|-----------------------------------|--------|
| Dimensiones: 440 x 290 x 100 | | |
| Armados: Xi:Ø20c/22 Yi:Ø16c/22 Xs:Ø16c/22 Ys:Ø16c/22 | | |
| Comprobación | Valores | Estado |
| - Armado inf. dirección X hacia izq: | Mínimo: 20 cm Calculado: 99 cm | Cumple |
| - Armado inf. dirección Y hacia arriba: | Mínimo: 16 cm Calculado: 38 cm | Cumple |
| - Armado inf. dirección Y hacia abajo: | Mínimo: 16 cm Calculado: 38 cm | Cumple |
| - Armado sup. dirección X hacia der: | Mínimo: 19 cm Calculado: 99 cm | Cumple |
| - Armado sup. dirección X hacia izq: | Mínimo: 19 cm Calculado: 99 cm | Cumple |
| - Armado sup. dirección Y hacia arriba: | Mínimo: 19 cm Calculado: 38 cm | Cumple |
| - Armado sup. dirección Y hacia abajo: | Mínimo: 19 cm Calculado: 38 cm | Cumple |
| Se cumplen todas las comprobaciones | | |
| Información adicional: | | |
| - Zapata de tipo rígido (Artículo 58.2 de la norma EHE-08) | | |
| - Relación rotura pésima (En dirección X): 0.81 | | |
| - Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.22 | | |
| - Cortante de agotamiento (En dirección X): 1402.44 kN | | |
| - Cortante de agotamiento (En dirección Y): 2127.79 kN | | |

| Referencia: N87 | | |
|---|--|--------|
| Dimensiones: 280 x 280 x 100 | | |
| Armados: Xi:Ø16c/22 Yi:Ø16c/22 | | |
| Comprobación | Valores | Estado |
| Tensiones sobre el terreno: | | |
| <i>Criterio de CYPE</i> | | |
| - Tensión media en situaciones persistentes: | Máximo: 0.24 MPa Calculado: 0.238972 MPa | Cumple |
| - Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento: | Máximo: 0.29999 MPa Calculado: 0.245642 MPa | Cumple |
| - Tensión máxima en situaciones persistentes con viento: | Máximo: 0.29999 MPa Calculado: 0.277917 MPa | Cumple |
| Vuelco de la zapata: | | |
| <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: | Reserva seguridad: 1564.2 % | Cumple |
| - En dirección Y: | Reserva seguridad: 1657.2 % | Cumple |
| Flexión en la zapata: | | |
| - En dirección X: | Momento: 633.64 kN·m | Cumple |

Proyecto de Una Nave Industrial Con Uso Logístico de 5030 m² en Colmenar Viejo

| Referencia: N87 Dimensiones: 280 x 280 x 100 Armados: Xi:Ø16c/22 Yi:Ø16c/22 | | |
|--|---|--------|
| Comprobación | Valores | Estado |
| - En dirección Y: | Momento: 586.10 kN·m | Cumple |
| Cortante en la zapata: | | |
| - En dirección X: | Cortante: 194.43 kN | Cumple |
| - En dirección Y: | Cortante: 148.82 kN | Cumple |
| Compresión oblicua en la zapata: | | |
| - Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE</i> | Máximo: 7000 kN/m ² Calculado: 1254.7 kN/m ² | Cumple |
| Canto mínimo: <i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i> | Mínimo: 25 cm Calculado: 100 cm | Cumple |
| Espacio para anclar arranques en cimentación: | | |
| - N87: | Mínimo: 0 cm Calculado: 91 cm | Cumple |
| Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i> | Mínimo: 0.0009 | |
| - Armado inferior dirección X: | Calculado: 0.0009 | Cumple |
| - Armado inferior dirección Y: | Calculado: 0.0009 | Cumple |
| Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i> | Mínimo: 0.0009 | |
| - Armado inferior dirección X: | Calculado: 0.001 | Cumple |
| - Armado inferior dirección Y: | Calculado: 0.001 | Cumple |
| Diámetro mínimo de las barras: | | |
| - Parrilla inferior: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i> | Mínimo: 12 mm Calculado: 16 mm | Cumple |
| Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i> | Máximo: 30 cm | |
| - Armado inferior dirección X: | Calculado: 22 cm | Cumple |
| - Armado inferior dirección Y: | Calculado: 22 cm | Cumple |
| Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i> | Mínimo: 10 cm | |
| - Armado inferior dirección X: | Calculado: 22 cm | Cumple |
| - Armado inferior dirección Y: | Calculado: 22 cm | Cumple |
| Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i> | | |
| - Armado inf. dirección X hacia der: | Mínimo: 29 cm Calculado: 33 cm | Cumple |
| - Armado inf. dirección X hacia izq: | Mínimo: 25 cm Calculado: 33 cm | Cumple |

| Referencia: N87 | | |
|--|-----------------------------------|--------|
| Dimensiones: 280 x 280 x 100 | | |
| Armados: Xi:Ø16c/22 Yi:Ø16c/22 | | |
| Comprobación | Valores | Estado |
| - Armado inf. dirección Y hacia arriba: | Mínimo: 27 cm Calculado: 30 cm | Cumple |
| - Armado inf. dirección Y hacia abajo: | Mínimo: 24 cm Calculado: 30 cm | Cumple |
| Se cumplen todas las comprobaciones | | |
| Información adicional: | | |
| - Zapata de tipo rígido (Artículo 58.2 de la norma EHE-08) | | |
| - Relación rotura pésima (En dirección X): 0.74 | | |
| - Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.68 | | |
| - Cortante de agotamiento (En dirección X): 1357.41 kN | | |
| - Cortante de agotamiento (En dirección Y): 1357.41 kN | | |

| Referencia: C.1 [N40-N38] (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 | | |
| Información adicional: | | |
| - Diámetro mínimo de la armadura longitudinal (Recomendación del Artículo 58.8.2 de la EHE-08): Mínimo: 12.0 mm, Calculado: 12.0 mm (Cumple) | | |
| - No llegan estados de carga a la cimentación. | | |



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR INGENIERÍA
INDUSTRIAL VALENCIA

Curso Académico:

ANEJO V. CÁLCULO DE LA LOSA ALVEOLAR (AIDEPLA)

1. CROQUIS



2. SECCIÓN Y CARGAS

2.1 Sección - Cargas Permanentes (G)

| | Catálogo | ID | Peso (kN/m ²) | Canto (cm) |
|--------------------|--|----|---------------------------|------------|
| Placa Alveolar | Alveoplaaca de canto 25 cm | G1 | 3,75 | 25 |
| Capa de compresión | Capa de compresión de 5 cm | G2 | 1,2 | 5 |
| Cubierta | | G3 | 0 | 0 |
| Solado | Baldosa hidráulica o cerámica (incluye material de agarre) 5 cm de espesor | | 0,8 | 5 |
| Rev. Inferior | | | 0 | 0 |
| Otras | | | 0 | 0 |
| TOTAL | | | 5,75 | 35 |

Proceso Constructivo: SIN SOPANDAR

2.2 Cargas Variables - Sobrecarga (Q)

| | Categoría de uso | ID | Unif (kN/m ²) | Conc (kN) | |
|--|------------------------|----|---------------------------|-----------|-----|
| Superficial | B: Zona Administrativa | Q1 | 2,00 | | |
| Puntual 1 | | P1 | | | |
| Puntual 2 | | P2 | | | |
| Porcentaje de reparto para cargas superficial de tipo industrial (si existe) | | | | | |
| | | | | % G | % Q |

3. APOYOS

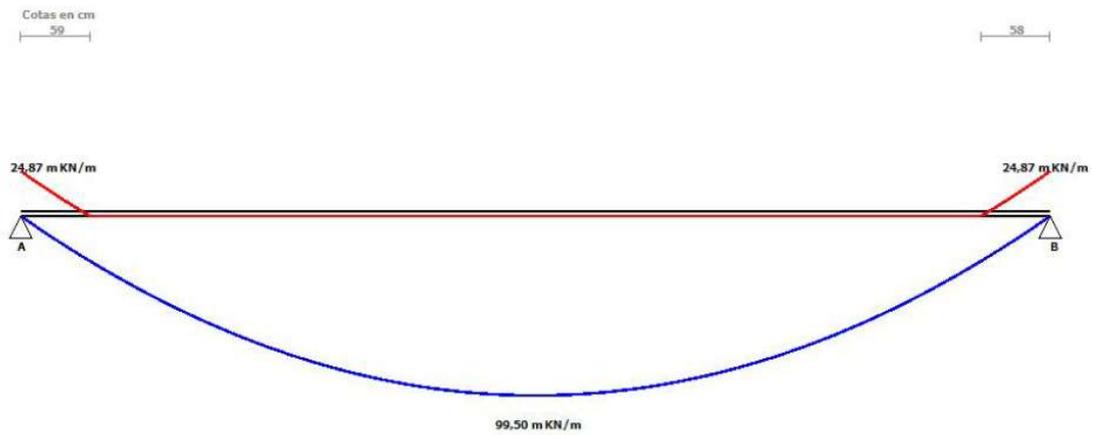
| ID | Descriptivo | Imagen | Nota - Detalles |
|----|---|--------|--|
| A | AJP10: APOYO EXTREMO SOBRE JÁCENA PREFABRICADA DE H.P DE GRAN CANTO CON CABEZA DE COMPRESIÓN A EJECUTAR 'IN SITU' | | NOTA: Este tipo de apoyo puede considerarse en continuidad. Su diseño permite compactar convenientemente el hormigón vertido en obra, por lo cual el nudo podrá soportar las compresiones inferiores entre las suelas y los tabiques de las testas de las placas |
| B | AJP10: APOYO EXTREMO SOBRE JÁCENA | | NOTA: Este tipo de apoyo puede considerarse en continuidad. Su diseño permite compactar |

| | | | |
|---|--|--|---|
| | <p>PREFABRICADA DE H.P DE GRAN CANTO CON CABEZA DE COMPRESIÓN A EJECUTAR 'IN SITU'</p> | | <p>convenientemente el hormigón vertido en obra, por lo cual el nudo podrá soportar las compresiones inferiores entre las suelas y los tabiques de las testas de las placas</p> |
| C | | | |
| D | | | |
| E | | | |
| F | | | |
| G | | | |
| H | | | |

4. ESTADO LÍMITE ÚLTIMO (ELU)

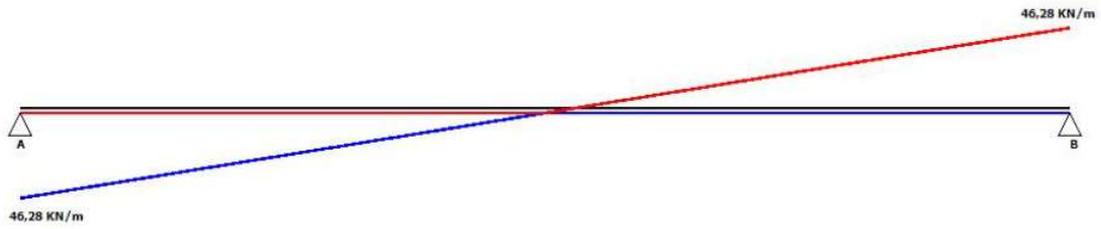
4.1 Envolvente - Solicitaciones Normales (Flexión)

-- Cálculo realizado en continuidad, con una redistribución máxima según se indica en tabla adjunta.



| | | | |
|-------------------|---------------------------------|----------------------|--------------------|
| Carga Permanente: | G1 + G2 (ISOSTÁTICO) - G3(CONT) | Tipo de Combinación: | Persistente |
| Carga Variable: | Q - P1 - P2 (CONT) | Nº Combinaciones: | 9 |
| $\gamma_G = 1,35$ | $\gamma_Q = 1,5$ | Redistribución: | SI (hasta el 15 %) |

4.2 Envolvente - Cortantes

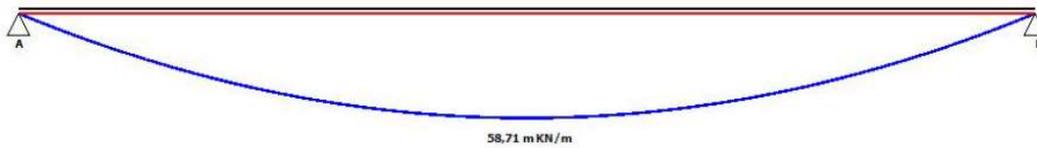


| | | | |
|--------------------------|---------------------------------|-----------------------------|--------------------|
| <i>Carga Permanente:</i> | G1 + G2 (ISOSTÁTICO) - G3(CONT) | <i>Tipo de Combinación:</i> | Persistente |
| <i>Carga Variable:</i> | Q - P1 - P2 (CONT) | <i>Nº Combinaciones:</i> | 9 |
| $\gamma_G = 1.35$ | $\gamma_Q = 1.5$ | <i>Redistribución:</i> | SI (hasta el 15 %) |

5. ESTADO LÍMITE DE SERVICIO (ELS)

5.1 Fisuración

Ambiente: Protegido / CGE = IIa ; CEE =



Combinación Cuasipermanente de acciones, comparar con M0.2* (Apertura de fisura 0.2 y armaduras activas comprimidas)

| | | | |
|--------------------------|---------------------------------|-----------------------------|-----------------|
| <i>Carga Permanente:</i> | G1 + G2 (ISOSTÁTICO) - G3(CONT) | <i>Tipo de Combinación:</i> | Cuasipermanente |
| <i>Carga Variable:</i> | Q - P1 - P2 (CONT) | <i>Nº Combinaciones:</i> | 9 |
| $\gamma_G = 1$ | $\gamma_Q = 1$ | <i>Redistribución:</i> | - |

5.2 Deformación



| | | | |
|-------------------|---------------------------------|----------------------|----------------|
| Carga Permanente: | G1 + G2 (ISOSTÁTICO) - G3(CONT) | Tipo de Combinación: | Característica |
| Carga Variable: | Q - P1 - P2 (CONT) | Nº Combinaciones: | 9 |
| $\gamma_G = 1$ | $\gamma_Q = 1$ | Redistribución: | - |



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR INGENIERÍA
INDUSTRIAL VALENCIA

Curso Académico:

PRESUPUESTO

| Presupuesto Estructura | | | | |
|--|---|------|-----------------------|-------------|
| Acondicionamiento del terreno | | | | |
| Nombre | Descripción / Tipo | €/ud | ud | € |
| Desbroce y limpieza del terreno | <p>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.</p> <p>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.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Superficie medida en proyección horizontal, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>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.</p> <p>Criterio de valoración económica: El precio no incluye la tala de árboles ni el transporte de los materiales retirados.</p> | 1.18 | 11839 m ² | 13,970.02 € |
| Excavación de zanjas | <p>Excavación de zanjas para cimentaciones hasta una profundidad de 2 m, en suelo de arcilla semidura, con medios mecánicos, y carga a camión.</p> <p>Incluye: Replanteo general y fijación de los puntos y niveles de referencia. Colocación de las camillas en las esquinas y extremos de las</p> | 27.6 | 413.98 m ³ | 11,425.85 € |

| | | | | |
|--------------------------|--|--------------|------------------------------|---------------------|
| | <p>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.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Volumen medido sobre las secciones teóricas de la excavación, según documentación gráfica de Proyecto, sin duplicar esquinas ni encuentros.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el volumen teórico ejecutado según especificaciones de Proyecto, sin duplicar esquinas ni encuentros y 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.</p> <p>Criterio de valoración económica: El precio no incluye el transporte de los materiales excavados.</p> | | | |
| <p>Nivelación</p> | <p>Solera de hormigón armado de 15 cm de espesor, realizada con hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central, y vertido desde camión, y malla electrosoldada ME 20x20 Ø 5-5 B 500 T 6x2,20 UNE-EN 10080 como armadura de reparto, colocada sobre separadores homologados, 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.</p> <p>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. Colocación de la malla electrosoldada con separadores homologados. Vertido, extendido y vibrado del hormigón. Curado del hormigón. Replanteo de las juntas</p> | <p>25.87</p> | <p>4413.25 m²</p> | <p>114,170.78 €</p> |

| | | | | |
|-----------------------------------|---|-------------|-----------------------|---------------------|
| | <p>de retracción. Corte del hormigón. Limpieza final de las juntas de retracción.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Superficie medida según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>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.</p> <p>Criterio de valoración económica: El precio no incluye la base de la solera.</p> | | | |
| Subtotal acondicionamiento | | | | 139,566.65 € |
| Cimentación | | | | |
| Nombre | Descripción / Tipo | €/ud | ud | € |
| acero | Medición de acero, B500 S | 2.00 | 8995.56 kg | 17,991.12 € |
| hormigón | Medición de hormigón de limpieza, HA-25 | 82.47 | 32.22 m ³ | 2,657.18 € |
| hormigón | Medición de hormigón estructural, HA-35 | 126.54 | 322.21 m ³ | 40,772.45 € |
| Subtotal zapatas | | | | 61,420.76 € |
| acero | Medición de acero, B500 S | 2.00 | 2254.65 kg | 4,509.30 € |
| hormigón | Medición de hormigón de limpieza, HA-25 | 82.47 | 11.91 m ³ | 982.22 € |
| hormigón | Medición de hormigón estructural, HA-35 | 126.54 | 47.64 m ³ | 6,028.37 € |
| Subtotal vigas de atado | | | | 11,519.88 € |
| Total Cimentación | | | | 72,940.64 € |
| Pilares | | | | |
| Pilar tipo 1 | <p>Pilar prefabricado de hormigón armado de sección 50x50 cm, de 15 m de altura, para acabado visto del hormigón, sin ménsulas.</p> <p>Incluye: Replanteo de los pilares. Izado y presentación de los pilares mediante grúa. Ajuste a su posición correcta y nivelación.</p> | 1096.03 | 8 u | 8,768.24 € |

| | | | | |
|---------------------|---|---------|-----|-------------|
| | <p>Formación de la unión con los elementos de apoyo. Llenado y sellado de juntas. Montaje y desmontaje de apeos complementarios.</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> | | | |
| Pilar tipo 2 | <p>Pilar prefabricado de hormigón armado de sección 50x80 cm, de 15 m de altura, para acabado visto del hormigón, con dos ménsulas a dos caras y al mismo nivel.</p> <p>Incluye: Replanteo de los pilares. Izado y presentación de los pilares mediante grúa. Ajuste a su posición correcta y nivelación. Formación de la unión con los elementos de apoyo. Llenado y sellado de juntas. Montaje y desmontaje de apeos complementarios.</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> | 1697.03 | 7 u | 11,879.21 € |
| Pilar tipo 3 | <p>Pilar prefabricado de hormigón armado de sección 60x50 cm, de 15 m de altura, para acabado visto del hormigón, con dos ménsulas a dos caras y al mismo nivel.</p> <p>Incluye: Replanteo de los pilares. Izado y presentación de los pilares mediante grúa. Ajuste a su posición correcta y nivelación. Formación de la unión con los elementos de apoyo. Llenado y sellado de juntas. Montaje y desmontaje de apeos complementarios.</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> | 1412.69 | 4 u | 5,650.76 € |
| Pilar tipo 4 | <p>Pilar prefabricado de hormigón armado de sección 50x90 cm, de 15 m de altura, para acabado visto del hormigón, con dos ménsulas a dos caras y al mismo nivel.</p> | 1749.67 | 7 u | 12,247.69 € |

| | | | | |
|-------------------------|---|---------|---------|--------------------|
| | <p>Incluye: Replanteo de los pilares. Izado y presentación de los pilares mediante grúa. Ajuste a su posición correcta y nivelación. Formación de la unión con los elementos de apoyo. Llenado y sellado de juntas. Montaje y desmontaje de apeos complementarios.</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> | | | |
| Pilar tipo 5 | <p>Pilar prefabricado de hormigón armado de sección 50x70 cm, de 15 m de altura, para acabado visto del hormigón, con dos ménsulas a dos caras y al mismo nivel.</p> <p>Incluye: Replanteo de los pilares. Izado y presentación de los pilares mediante grúa. Ajuste a su posición correcta y nivelación. Formación de la unión con los elementos de apoyo. Llenado y sellado de juntas. Montaje y desmontaje de apeos complementarios.</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> | 1546.19 | 19 u | 29,377.61 € |
| Subtotal pilares | | | | 67,923.51 € |
| Vigas | | | | |
| I 80 | <p>Viga prefabricada de hormigón armado tipo I, de 80 cm de altura y 20 cm de anchura de alma, con un momento flector máximo de 850 kN·m, según UNE-EN 13225.</p> | 119.03 | 95.4 m | 11,355.46 € |
| I 100 | <p>Viga prefabricada de hormigón armado tipo I, de 100 cm de altura y 20 cm de anchura de alma, con un momento flector máximo de 3200 kN·m, según UNE-EN 13225.</p> | 123.69 | 271.2 m | 33,544.73 € |
| I 120 | <p>Viga prefabricada de hormigón armado tipo I, de 120 cm de altura y 20 cm de anchura de alma, con un momento flector máximo de 4900 kN·m, según UNE-EN 13225.</p> | 127.01 | 48 m | 6,096.48 € |

| | | | | |
|-------------------------------|--|--------|-----------------------|---------------------|
| LP 4030120 | Viga prefabricada de hormigón armado tipo L, de 30 cm de anchura de alma, 30 cm de altura de talón, 40 cm de anchura total y 150 cm de altura total, con un momento flector máximo de 300 kN·m, según UNE-EN 13225. | 186.85 | 17.5 m | 3,269.88 € |
| LP 6030120 | Viga prefabricada de hormigón armado tipo L, de 30 cm de anchura de alma, 30 cm de altura de talón, 60 cm de anchura total y 150 cm de altura total, con un momento flector máximo de 3600 kN·m, según UNE-EN 13225. | 197.24 | 47 m | 9,270.28 € |
| Hastial T-50 | Viga prefabricada de hormigón armado tipo T invertida, de 30 cm de anchura de alma, 30 cm de altura de talón, 50 cm de anchura total y 50 cm de altura total, con un momento flector máximo de 420 kN·m, según UNE-EN 13225. | 136.67 | 135.2 m | 18,477.78 € |
| REC 2070 | Viga prefabricada de hormigón armado tipo rectangular, de canto 70 cm y ancho 20 cm, con un momento flector máximo de 150 kN·m, según UNE-EN 13225. | 115.16 | 46 m | 5,297.36 € |
| Correas | prefabricado | 39.70 | 1514.4 m | 60,121.68 € |
| Subtotal vigas | | | | 147,433.65 € |
| Losa de Placa Alveolar | | | | |
| Placa alveolar | Losa de 25 + 5 cm de canto, realizada con placas alveolares prefabricadas de hormigón pretensado, de 25 cm de canto y 120 cm de anchura, con momento flector último de 22 kN·m/m, con altura libre de planta de entre 4 y 5 m, apoyada directamente sobre vigas de canto o muros de carga; relleno de juntas entre placas alveolares, zonas de enlace con apoyos y capa de compresión, realizados con hormigón HA-35/B/20/IIa fabricado en central, y vertido con cubilote, acero B 500 S en zona de negativos, con una cuantía aproximada de 4 kg/m ² , y malla electrosoldada ME 20x20 Ø 5-5 B 500 T 6x2,20 UNE-EN 10080. Incluso piezas de acero UNE-EN 10025 S275JR tipo Omega, en posición invertida, laminado en caliente, con recubrimiento galvanizado, 1 kg/m ² , para el apoyo de las placas en los huecos del forjado, alambre de atar y separadores. Incluye: Replanteo de la geometría de la planta. Montaje de las placas alveolares mediante grúa. | 99.40 | 539.54 m ² | 53,630.28 € |

| | | | | |
|--------------------------------|---|-------|-----------------------|---------------------|
| | <p>Enlace de la losa con sus apoyos. Cortes, cajeados, taladros y huecos. Colocación de las armaduras con separadores homologados. Vertido y compactación del hormigón. Regleado y nivelación de la capa de compresión. Curado del hormigón.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Superficie medida en verdadera magnitud desde las caras exteriores de los zunchos del perímetro, según documentación gráfica de Proyecto, deduciendo los huecos de superficie mayor de 6 m².</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá, en verdadera magnitud, desde las caras exteriores de los zunchos del perímetro, la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, deduciendo los huecos de superficie mayor de 6 m².</p> <p>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 los apoyos ni los pilares.</p> | | | |
| | | | | |
| Cerramientos de fachada | | | | |
| Hormigón | <p>Cerramiento de fachada formado por paneles alveolares prefabricados de hormigón pretensado, de 20 cm de espesor, 1,2 m de anchura y 9 m de longitud máxima, con los bordes machihembrados, acabado liso, de color gris, dispuestos en posición horizontal, con inclusión o delimitación de huecos. Incluso colocación en obra de los paneles alveolares con ayuda de grúa autopropulsada, apuntalamientos, resolución del apoyo sobre la superficie superior de la cimentación, enlace de los paneles alveolares por las cabezas a las vigas de la estructura mediante conectores, y por los extremos a los pilares de la estructura y sellado de juntas con silicona neutra. Totalmente montado.</p> <p>Incluye: Replanteo de los paneles alveolares. Colocación del cordón de caucho adhesivo. Posicionado de los paneles alveolares en su lugar de colocación. Aplomo y apuntalamiento de los paneles alveolares. Soldadura de los elementos metálicos de conexión. Sellado de</p> | 46.56 | 3623.2 m ² | 168,696.19 € |

| | | | | | |
|-------------------------------|--|--|--|--|---------------------|
| | <p>juntas y retacado final con mortero de retracción controlada.</p> <p>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 m².</p> <p>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 m².</p> | | | | |
| Masilla caucho | | | | | 1.96 € |
| Tablon de madera | | | | | 0.11 € |
| Puntal metálico | | | | | 0.21 € |
| Grua(capacidad 30t) | | | | | 9.65 € |
| Mano de obra | | | | | 7.90 € |
| Costes directos compl. | | | | | 1.33 € |
| Subtotal cerramientos | | | | | 168,717.35 € |
| | | | | | |
| Cubierta Deck | <p>Cubierta plana no transitable, ventilada, autoprotegida, tipo convencional, pendiente del 1% al 15%. FORMACIÓN DE PENDIENTES: tablero cerámico hueco machihembrado de 80x25x3,5 cm con capa de regularización de mortero de cemento, industrial, M-5, de 3 cm de espesor, acabado fratasado, sobre tabiques aligerados de ladrillo cerámico hueco de 24x11x8 cm, recibido con mortero de cemento, industrial, M-5, dispuestos cada 80 cm y con 30 cm de altura media, rematados superiormente con maestras de mortero de cemento, industrial, M-5; AISLAMIENTO TÉRMICO: fieltro aislante de lana mineral; IMPERMEABILIZACIÓN: tipo monocapa, adherida, formada por una lámina impermeabilizante flexible tipo EVAC, compuesta de una doble hoja de poliolefina termoplástica con acetato de vinil etileno, revestida por una de sus caras con papel de aluminio y por la otra cara con fibras de poliéster no tejidas, de 0,8 mm de espesor y 670</p> | | | | |

| | | | | |
|------------------------------------|---|-------|------------------------|-------------|
| | <p>g/m², fijada al soporte en toda su superficie mediante adhesivo cementoso mejorado C2 E, juntas con banda de refuerzo autoadhesiva, y solapes fijados con adhesivo cementoso mejorado C2 E S1.</p> <p>Incluye: Replanteo de los puntos singulares. Replanteo de las pendientes y trazado de limatesas, limahoyas y juntas. Formación de pendientes mediante encintado de limatesas, limahoyas y juntas con maestras de ladrillo. Relleno de juntas con poliestireno expandido. Ejecución de los tabiques aligerados. Revisión de la superficie base en la que se realiza la fijación del aislamiento de acuerdo con las exigencias de la técnica a emplear. Corte, ajuste y colocación del aislamiento. Ejecución del tablero cerámico machihembrado sobre los tabiques aligerados. Vertido, extendido y regleado de la capa de mortero de regularización. Limpieza y preparación de la superficie. Aplicación del adhesivo cementoso. Colocación de la impermeabilización.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Superficie medida en proyección horizontal, según documentación gráfica de Proyecto, desde las caras interiores de los antepechos o petos perimetrales que la limitan.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá, en proyección horizontal, la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, desde las caras interiores de los antepechos o petos perimetrales que la limitan.</p> <p>Criterio de valoración económica: El precio no incluye la ejecución y el sellado de las juntas ni la ejecución de remates en los encuentros con paramentos y desagües.</p> | | | |
| Perfil nervado autoportante | chapa de acero galvanizado | 9.17 | 4413.25 m ² | 40,469.50 € |
| Panel de lana de roca | Aislamiento de 50 mm de espesor | 16.61 | 4413.25 m ² | 73,304.08 € |
| Fijacion mecánica | | | | 0.48 € |
| Lámina impermeabilizante | PVC de 1.2 mm de espesor | 8.27 | 4413.25 m ² | 36,497.58 € |
| Perfil colaminado | chapa de acero | | | 1.12 € |
| Tornillo | | | | 0.54 € |

| | | | | | |
|-------------------------------------|--|--------|------|-----------|--------|
| Banda de refuerzo | | | | | 2.11 € |
| Parametros verticales | | | | | 0.19 € |
| Oficial 1ª montador | | | | | 2.69 € |
| Ayudante montador | | | | | 2.44 € |
| Oficial 1ª aislamientos | | | | | 0.89 € |
| Ayudante aislamientos | | | | | 0.81 € |
| Oficial 1ª aplicador láminas | | | | | 2.43 € |
| Ayudante aplicador láminas | | | | | 2.27 € |
| Medios auxiliares | | | | | 1.00 € |
| Costes indirectos | | | | | 1.53 € |
| Lucernarios | <p>Formación de lucernario a un agua en cubiertas, con estructura autoportante de perfiles de aluminio lacado para una dimensión de luz máxima menor de 3 m, revestido con placas alveolares de policarbonato celular incoloras de 10 mm de espesor. Incluso tornillería, elementos de remate y piezas de anclaje para formación del elemento portante, cortes de plancha, perfiles universales de aluminio con gomas de estanqueidad de EPDM, tornillos de acero inoxidable y piezas especiales para la colocación de las placas. Totalmente terminado en condiciones de estanqueidad.</p> <p>Incluye: Montaje del elemento portante. Montaje de la estructura de perfiles de aluminio. Colocación y fijación de las placas. Resolución del perímetro interior y exterior del conjunto. Sellado elástico de juntas.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Superficie del faldón 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. (1,95m x 3m)</p> | 275.94 | 10 u | 2759.40 € | |

| | | | | |
|--------------------------|---|-------------|-----------|---------------------|
| Subtotal Cubierta | | | | 153,049.06 € |
| | | | | |
| TOTAL ESTRUCTURA | | | | 803,261.14 € |
| | | | | |
| Presupuesto PCI | Descripción / Tipo | €/ud | ud | € |
| Entreplanta | | | | |
| | <p>Extintor portátil de polvo químico ABC polivalente antibrasa, con presión incorporada, de eficacia 21A-144B-C, con 6 kg de agente extintor, con manómetro y manguera con boquilla difusora. Incluso soporte y accesorios de montaje.</p> <p>Incluye: Replanteo. Colocación y fijación del soporte. Colocación del extintor.</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 colocadas según especificaciones de Proyecto.</p> | 76.1 | 2 u | 152.20 € |
| | <p>Pulsador de alarma convencional de rearme manual, de ABS color rojo, protección IP41, con led indicador de alarma color rojo y llave de rearme. Incluso elementos de fijación.</p> <p>Incluye: Replanteo. Fijación al paramento. Montaje, conexionado y comprobación de su correcto funcionamiento.</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> | 30.94 | 2 u | 61.88 € |
| | <p>Sirena electrónica, de color rojo, con señal acústica, alimentación a 24 Vcc, potencia sonora de 100 dB a 1 m y consumo de 14 mA. Instalación en paramento interior. Incluso elementos de fijación.</p> <p>Incluye: Replanteo. Fijación al paramento. Montaje, conexionado y comprobación de su correcto funcionamiento.</p> | 37.38 | 1 u | 37.38 € |

| | | | | |
|--|--|------|-----|---------|
| | <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> | | | |
| | <p>Placa de señalización de medios de evacuación, de PVC fotoluminiscente, con categoría de fotoluminiscencia A según UNE 23035-4, de 224x224 mm. Incluso elementos de fijación.</p> <p>Incluye: Replanteo. Fijación al paramento.</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> | 31.4 | 2 u | 62.80 € |
| | <p>Placa de señalización de medios de evacuación, de PVC fotoluminiscente, con categoría de fotoluminiscencia A según UNE 23035-4, de 224x224 mm. Incluso elementos de fijación.</p> <p>Incluye: Replanteo. Fijación al paramento.</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> | 31.4 | 2 u | 62.80 € |
| | <p>Placa de señalización de medios de evacuación, de PVC fotoluminiscente, con categoría de fotoluminiscencia A según UNE 23035-4, de 224x224 mm. Incluso elementos de fijación.</p> <p>Incluye: Replanteo. Fijación al paramento.</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> | 31.4 | 2 u | 62.80 € |
| | <p>Placa de señalización de medios de evacuación, de PVC fotoluminiscente, con categoría de fotoluminiscencia A según UNE 23035-4, de 224x224 mm. Incluso elementos de fijación.</p> <p>Incluye: Replanteo. Fijación al paramento.</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> | 31.4 | 2 u | 62.80 € |

| | | | | |
|--------------------|--|-------------|-----------|-----------------|
| | <p>Incluye: Replanteo. Fijación al paramento.</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> | | | |
| TOTAL | | | | 502.66 € |
| | | | | |
| Planta Baja | | €/ud | ud | Precio |
| | <p>Detector lineal de humos, de infrarrojos, convencional, con reflector, para una cobertura máxima de 50 m de longitud y 15 m de anchura, compuesto por unidad emisora/receptora y elemento reflector, para alimentación de 10,2 a 24 Vcc, con led indicador de acción. Incluso elementos de fijación.</p> <p>Incluye: Replanteo. Fijación al paramento. Montaje, conexionado y comprobación de su correcto funcionamiento.</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> | 45.95 | 5 u | 229.75 € |
| | Detector tipo termovelocimétrico | 29.56 | 14 u | 413.84 € |
| | <p>Central de detección automática de incendios, convencional, microprocesada, de 2 zonas de detección, con caja metálica y tapa de ABS, con módulo de alimentación, rectificador de corriente y cargador de batería, panel de control con indicador de alarma y avería y conmutador de corte de zonas. Incluso baterías.</p> <p>Incluye: Replanteo. Fijación al paramento. Colocación de las baterías. Montaje, conexionado y comprobación de su correcto funcionamiento.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> | 266.93 | 1 u | 266.93 € |

| | | | | |
|--|---|--------|-----|------------|
| | Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto. | | | |
| | Extintor (Descrita anteriormente) | 76.1 | 9 u | 684.90 € |
| | <p>Extintor portátil de nieve carbónica CO₂, de eficacia 89B, con 5 kg de agente extintor, con manguera y trompa difusora. Incluso soporte y accesorios de montaje.</p> <p>Incluye: Replanteo. Colocación y fijación del soporte. Colocación del extintor.</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 colocadas según especificaciones de Proyecto.</p> | 100.39 | 1 u | 100.39 € |
| | Avisador acústico de alarma | 37.38 | 5 u | 186.90 € |
| | Pulsador de alarma | 30.94 | 7 u | 216.58 € |
| | <p>Boca de incendio equipada (BIE) de 45 mm (1 1/2") y de 575x505x152 mm, compuesta de: armario de acero de 1,2 mm de espesor, acabado con pintura epoxi color rojo RAL 3000 y puerta semiciega con ventana de metacrilato de acero de 1,2 mm de espesor, acabado con pintura epoxi color rojo RAL 3000; devanadera metálica giratoria abatible 180° permitiendo la extracción de la manguera en cualquier dirección, pintada en rojo epoxi, con alimentación axial; manguera plana de 20 m de longitud; lanza de tres efectos (cierre, pulverización y chorro compacto) construida en plástico ABS y válvula de cierre de asiento de 45 mm (1 1/2"), de latón, con manómetro 0-16 bar. Instalación en superficie. Incluso, accesorios y elementos de fijación.</p> <p>Incluye: Replanteo. Colocación del armario. Conexionado.</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> | 403.57 | 5 u | 2,017.85 € |

| | | | | |
|--|--|-------|-------|-------------|
| | Cartel fotoluminiscente de salida | 31.4 | 6 u | 188.40 € |
| | Cartel fotoluminiscente de extintor | 31.4 | 10 u | 314.00 € |
| | Cartel fotoluminiscente de pulsador | 31.4 | 7 u | 219.80 € |
| | Cartel fotoluminiscente de BIE | 31.4 | 5 u | 157.00 € |
| | Cartel fotoluminiscente de dirección | 31.4 | 4 u | 125.60 € |
| | <p>Red aérea de distribución de agua para abastecimiento de los equipos de extinción de incendios, formada por tubería de acero negro con soldadura longitudinal, de DN 150 mm de diámetro, unión roscada, sin calorifugar, que arranca desde la fuente de abastecimiento de agua hasta cada equipo de extinción de incendios. Incluso material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales, mano de imprimación antioxidante de al menos 50 micras de espesor, y dos manos de esmalte rojo de al menos 40 micras de espesor cada una.</p> <p>Incluye: Replanteo del recorrido de la tubería y de la situación de los elementos de sujeción. Presentación de tubos. Fijación del material auxiliar para montaje y sujeción a la obra. Raspado y limpieza de óxidos. Aplicación de imprimación antioxidante y esmalte. Colocación de tubos.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.</p> | 90.16 | 38 m | 3,426.08 € |
| | instalación | 34.61 | 1 h | 34.61 € |
| | Tubería (ver descripción), DN 125 | 74.43 | 125 m | 9,303.75 € |
| | instalación | 34.61 | 1 h | 34.61 € |
| | Tubería, DN 80 | 38.72 | 814 m | 31,518.08 € |
| | instalación | 30.84 | 26 h | 801.84 € |
| | Tubería, DN 65 | 29.84 | 92 m | 2,745.28 € |
| | instalación | 30.48 | 3 h | 91.44 € |

| | | | | |
|--|--|---------|-------|-------------|
| | Tubería, DN 50 | 23.29 | 104 m | 2,422.16 € |
| | instalación | 25.48 | 7 h | 178.36 € |
| | Tubería, DN 40 | 21.41 | 1.5 m | 32.12 € |
| | instalación | 20.46 | 5 h | 102.30 € |
| | <p>Depósito para reserva de agua contra incendios de 120 m³ de capacidad, prefabricado de poliéster, colocado en superficie, en posición vertical. Incluso, válvula de flotador de 1 1/2" de diámetro para conectar con la acometida, interruptores de nivel, válvula de bola de 50 mm de diámetro para vaciado y válvula de corte de mariposa de 1 1/2" de diámetro para conectar al grupo de presión.</p> <p>Incluye: Replanteo. Colocación del depósito. Montaje, conexionado y comprobación de su correcto funcionamiento.</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> | 11250 | 1 u | 11,250.00 € |
| | <p>Grupo de presión de agua contra incendios, formado por: una bomba principal centrífuga, de un escalón y de una entrada, cuerpo de impulsión de fundición GG25 en espiral con patas de apoyo y soporte cojinete con pata de apoyo, aspiración axial y boca de impulsión radial hacia arriba, rodete radial de fundición GG25, cerrado, compensación hidráulica mediante orificios de descarga en el rodete, soporte con rodamientos de bolas lubricados de por vida, estanqueidad del eje mediante cierre mecánico según DIN 24960, eje y camisa externa de acero inoxidable AISI 420, acoplamiento con espaciador, accionada por motor asíncrono de 2 polos de 30 kW, aislamiento clase F, protección IP55, eficiencia IE3, para alimentación trifásica a 400/690 V, una bomba auxiliar jockey, con camisa externa de acero inoxidable AISI 304, eje de acero inoxidable AISI 416, cuerpos de aspiración e impulsión y contrabridas de hierro fundido, difusores de policarbonato con fibra de vidrio, cierre mecánico, accionada por motor eléctrico</p> | 5728.29 | 1 u | 10,224.49 € |

| | | | | |
|--|--|--------|-------|------------|
| | <p>de 1,1 kW, depósito hidroneumático de 20 l, bancada metálica, válvulas de corte, antirretorno y de aislamiento, manómetros, presostatos, cuadro eléctrico de fuerza y control para la operación totalmente automática del grupo, soporte metálico para cuadro eléctrico, colector de impulsión, con caudalímetro para grupo contra incendios de tipo rotámetro de lectura directa, precisión del 10%, cuerpo acrílico y flotador de acero inoxidable. Incluso soportes, piezas especiales y accesorios.</p> <p>Incluye: Replanteo y trazado de tubos. Colocación y fijación del grupo de presión. Colocación y fijación de tubos y accesorios. Montaje, conexionado y comprobación de su correcto funcionamiento.</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> | | | |
| | Válvula de retención | 280.93 | 1 u | 280.93 € |
| | Válvula reductora | 405.9 | 1 u | 405.90 € |
| | Válvula de drenaje | 251.9 | 1 u | 251.90 € |
| | Válvula de seccionamiento | 317.17 | 2 u | 634.34 € |
| | <p>Rociador automático montante, respuesta normal con ampolla fusible de vidrio frágil de 5 mm de diámetro y disolución alcohólica de color rojo, rotura a 68°C, de 1/2" DN 15 mm de diámetro de rosca, coeficiente de descarga K de 80 (métrico), presión de trabajo 12 bar, acabado lacado color bronce. Incluso accesorios y piezas especiales para conexión a la red de distribución de agua.</p> <p>Incluye: Replanteo. Montaje, conexionado y comprobación de su correcto funcionamiento.</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> | 16.33 | 302 u | 4,931.66 € |

Proyecto de Una Nave Industrial Con Uso Logístico de 5030 m² en Colmenar Viejo

| | | | | |
|--|---|--------------|----------|---------------------|
| | <p>Puesto de control de rociadores, de 6" DN 150 mm de diámetro, unión ranura y ranura, formado por válvula de retención y alarma de hierro fundido, trim de acero galvanizado y cámara de retardo de fundición, para sistema de tubería mojada. Instalación en posición vertical. Incluso alarma hidráulica con motor de agua y gong, accesorios y piezas especiales para conexión a la red de distribución de agua.</p> <p>Incluye: Replanteo. Montaje, conexionado y comprobación de su correcto funcionamiento.</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> | 4227.01 | 1 u | 4,227.01 € |
| TOTAL | | | | 88,018.80 € |
| Total Modulo | | | | 88,521.46 € |
| Total Nave | | | | 177,042.91 € |
| Presupuesto Instalación Eléctrica | | | | |
| Conductor, cables, tubos | | | | |
| Nombre | Descripción/ Tipo | €/m,u | u | Total |
| Linea1 | Cable Afumex Class 1000 | 74.54 | 43 m | 3,205.22 € |
| C6 | Cable Afumex Class 750 | 3.47 | 29.5 m | 102.37 € |
| C7 | Cable Afumex Class 750 | 3.47 | 15 m | 52.05 € |
| C8 | Cable Retenax CPRO | 5.56 | 138 m | 767.28 € |
| C9 | Cable Afumex Class 750 | 3.87 | 116 m | 448.92 € |
| C10 | Cable Afumex Class 750 | 3.87 | 102 m | 394.74 € |
| C11 | Cable Afumex Class 750 | 3.87 | 96 m | 371.52 € |
| C12 | Cable Afumex Class 750 | 3.87 | 90 m | 348.30 € |

Proyecto de Una Nave Industrial Con Uso Logístico de 5030 m² en Colmenar Viejo

| | | | | |
|---------------|-------------------------|-------|-------|----------|
| C13 | Cable Afumex Class 750 | 3.87 | 84 m | 325.08 € |
| C14 | Cable Afumex Class 750 | 3.87 | 78 m | 301.86 € |
| C15 | Cable Afumex Class 750 | 3.47 | 72 m | 249.84 € |
| C16 | Cable Afumex Class 750 | 3.47 | 66 m | 229.02 € |
| C17 | Cable Afumex Class 750 | 3.47 | 60 m | 208.20 € |
| C18 | Cable Afumex Class 750 | 3.47 | 54 m | 187.38 € |
| C19 | Cable Afumex Class 750 | 3.47 | 48 m | 166.56 € |
| Linea2 | Cable Afumex Class 1000 | 10.87 | 7 m | 76.09 € |
| C20 | Cable Afumex Class 750 | 3.47 | 42 m | 145.74 € |
| C21 | Cable Afumex Class 750 | 3.47 | 60 m | 208.20 € |
| C1.1 | Cable Afumex Class 750 | 3.87 | 10 m | 38.70 € |
| C1.2 | Cable Afumex Class 750 | 3.87 | 30 m | 116.10 € |
| C1.3 | Cable Afumex Class 750 | 3.87 | 35 m | 135.45 € |
| C1.4 | Cable Afumex Class 750 | 3.87 | 40 m | 154.80 € |
| C1.5 | Cable Afumex Class 750 | 3.87 | 45 m | 174.15 € |
| C1.6 | Cable Afumex Class 750 | 3.87 | 50 m | 193.50 € |
| C1.7 | Cable Afumex Class 750 | 3.87 | 55 m | 212.85 € |
| C1.8 | Cable Afumex Class 750 | 8.10 | 20 m | 162.00 € |
| C1.9 | Cable Afumex Class 750 | 8.10 | 28 m | 226.80 € |
| C1.10 | Cable Afumex Class 750 | 8.10 | 36 m | 291.60 € |
| C2.1 | Cable Retenax CPRO | 4.75 | 16 m | 76.00 € |
| C2.2 | Cable Retenax CPRO | 4.75 | 60 m | 285.00 € |
| C4 | Cable Afumex Class Firs | 6.21 | 15 m | 93.15 € |
| C3.1 | Cable Afumex Class Firs | 10.23 | 90 m | 920.70 € |
| C0.1 | Cable Afumex Class 750 | 5.95 | 112 m | 666.40 € |
| C0.2 | Cable Afumex Class 750 | 3.87 | 51 m | 197.37 € |

Proyecto de Una Nave Industrial Con Uso Logístico de 5030 m² en Colmenar Viejo

| | | | | | |
|-----------------|------------------------------|------|--------|--|--------------------|
| Subtotal | | | | | 11,732.94 € |
| Linea1 | Tubo protector , 160 mm | 3.22 | 43 m | | 138.46 € |
| C6 | Tubo protector, 16 mm | 0.96 | 29.5 m | | 28.32 € |
| C7 | Tubo protector, 12 mm | 0.96 | 15 m | | 14.40 € |
| C8 | Tubo protector, 12 mm -50 mm | 1.28 | 138 m | | 176.64 € |
| C9 | Tubo protector, 12 mm | 2.84 | 116 m | | 329.44 € |
| C10 | Tubo protector, 20 mm | 3.23 | 102 m | | 329.46 € |
| C11 | Tubo protector, 20 mm | 3.23 | 96 m | | 310.08 € |
| C12 | Tubo protector, 20 mm | 3.23 | 90 m | | 290.70 € |
| C13 | Tubo protector, 20 mm | 3.23 | 84 m | | 271.32 € |
| C14 | Tubo protector, 20 mm | 3.23 | 78 m | | 251.94 € |
| C15 | Tubo protector, 20 mm | 3.23 | 72 m | | 232.56 € |
| C16 | Tubo protector, 20 mm | 3.23 | 66 m | | 213.18 € |
| C17 | Tubo protector, 20 mm | 3.23 | 60 m | | 193.80 € |
| C18 | Tubo protector, 20 mm | 3.23 | 54 m | | 174.42 € |
| C19 | Tubo protector, 20 mm | 3.23 | 48 m | | 155.04 € |
| Linea2 | Tubo protector, 25 mm | 1.2 | 7 m | | 8.40 € |
| C20 | Tubo protector, 16 mm | 0.96 | 42 m | | 40.32 € |
| C21 | Tubo protector, 16 mm | 0.96 | 60 m | | 57.60 € |
| C1.1 | Tubo protector, 16 mm | 0.96 | 10 m | | 9.60 € |
| C1.2 | Tubo protector, 16 mm | 0.96 | 30 m | | 28.80 € |
| C1.3 | Tubo protector, 16 mm | 0.96 | 35 m | | 33.60 € |
| C1.4 | Tubo protector, 16 mm | 0.96 | 40 m | | 38.40 € |
| C1.5 | Tubo protector, 16 mm | 0.96 | 45 m | | 43.20 € |
| C1.6 | Tubo protector, 16 mm | 0.96 | 50 m | | 48.00 € |
| C1.7 | Tubo protector, 16 mm | 0.96 | 55 m | | 52.80 € |

| | | | | |
|--------------------------------------|-----------------------|-------|-------|--------------------|
| C1.8 | Tubo protector, 32 mm | 2 | 20 m | 40.00 € |
| C1.9 | Tubo protector, 32 mm | 2 | 28 m | 56.00 € |
| C1.10 | Tubo protector, 32 mm | 2 | 36 m | 72.00 € |
| C2.1 | Tubo protector, 16 mm | 3.02 | 16 m | 48.32 € |
| C2.2 | Tubo protector, 16 mm | 3.02 | 60 m | 181.20 € |
| C4 | Tubo protector, 16 mm | 0.96 | 15 m | 14.40 € |
| C3.1 | Tubo protector, 40 mm | 1.15 | 90 m | 103.50 € |
| C0.1 | Tubo protector, 16 mm | 0.96 | 112 m | 107.52 € |
| C0.2 | Tubo protector, 16 mm | 0.96 | 51 m | 48.96 € |
| Subtotal | | | | 4,142.38 € |
| Alumbrado | | | | |
| Zona de almacenamiento | Suspendido, LED | 200 | 130 u | 26,000.00 € |
| Zona de carga | superficie techo, LED | 75 | 27 u | 2,025.00 € |
| Baño minusválido | empotrado techo, LED | 76.91 | 2 u | 153.82 € |
| Aseo/vestuario de planta baja | empotrado techo, LED | 76.91 | 2 u | 153.82 € |
| Zona de recepción planta baja | empotrado techo, LED | 76.91 | 7 u | 538.37 € |
| Oficinas | empotrado techo, LED | 85 | 31 u | 2,635.00 € |
| Baño masculino entreplanta | empotrado techo, LED | 76.91 | 1 u | 76.91 € |
| Baño femenino entreplanta | empotrado techo, LED | 76.91 | 1 u | 76.91 € |
| Exterior del Módulo | superficie pared, LED | 80 | 10 u | 800.00 € |
| Exterior del Módulo | empotrado suelo, LED | 75 | 4 u | 300.00 € |
| Luces de emergencia | | 20.9 | 26 u | 543.40 € |
| Subtotal | | | | 33,303.23 € |

Proyecto de Una Nave Industrial Con Uso Logístico de 5030 m² en Colmenar Viejo

| | | | | |
|---|------------------------------|---------|------|-------------------|
| Cuadro General | | | | |
| Cuadro Principal | 1100(alto)x800(ancho), IP 43 | 1129.85 | 1 u | 1,129.85 € |
| IGA | Tetrapolar, 4x250 A | 2799.43 | 1 u | 2,799.43 € |
| Interruptor Magnetotérmico | Tetrapolar, 4x40 A | 147.43 | 2 u | 294.86 € |
| Interruptor Magnetotérmico | Bipolar, 2x40 A | 32.96 | 2 u | 65.92 € |
| Interruptor Magnetotérmico | Tetrapolar, 4x20 A | 57.54 | 1 u | 57.54 € |
| Interruptor Magnetotérmico | Tetrapolar, 4x10 A | 45.82 | 1 u | 45.82 € |
| Interruptor Magnetotérmico | Bipolar, 2x10 A | 23.04 | 15 u | 345.60 € |
| Interruptor Magnetotérmico | Bipolar, 2x16 A | 27.06 | 1 u | 27.06 € |
| Interruptor Magnetotérmico | Bipolar, 2x16 A | 23.39 | 1 u | 23.39 € |
| Interruptor Diferencial(r. auto) | Tetrapolar, 2x40 A | 239.84 | 2 u | 479.68 € |
| Interruptor Diferencial(r. auto) | Bipolar, 2x40 A | 149.01 | 6 u | 894.06 € |
| Interruptor Diferencial(r. auto) | Tetrapolar, 4x20 A | 228.67 | 2 u | 457.34 € |
| Subtotal | | | | 6,620.55 € |
| | | | | |
| Cuadro Oficina | 650(alto)x550(ancho), IP 43 | 624.37 | 1 u | 624.37 € |
| Interruptor Magnetotérmico | Bipolar, 2x10 A | 23.04 | 2 u | 46.08 € |
| Interruptor Magnetotérmico | Bipolar, 2x16 A | 23.39 | 9 u | 210.51 € |
| Interruptor Diferencial(r. auto) | Bipolar, 2x40 A | 149.01 | 4 u | 596.04 € |
| Subtotal | | | | 1,477.00 € |
| | | | | |

| | | | | | |
|---|------------------|--|----------|-------|--------------------|
| Mecanismos | | | | | |
| Contactores | Bipolar, 16 A | | 42.39 | 15 u | 635.85 € |
| Contactores | Tetrapolar, 40 A | | 116.38 | 1 u | 116.38 € |
| Contactores | Bipolar, 40 A | | 83.68 | 2 u | 167.36 € |
| Interruptor Simple | | | 9.87 | 5 u | 49.35 € |
| Interruptor Conmutado | | | 13.52 | 2 u | 27.04 € |
| Detector de movimiento | | | 16 | 6 u | 96.00 € |
| Base de tipo shuko | | | 4 | 12 u | 48.00 € |
| Base trifásica | | | 6 | 3 u | 18.00 € |
| Subtotal | | | | | 1,157.98 € |
| | | | | | |
| Tierras (Común edificio) | | | | | |
| Arqueta de conexión a tierra | | | 107.24 | 1 u | 107.24 € |
| Conductor 35 mm² | | | 6.11 | 504 m | 3,079.44 € |
| Aprietacables tierra | | | 8.78 | 100 u | 878.00 € |
| Pararrayos | Nivel 4 | | 23112.59 | 1 u | 23,112.59 € |
| Subtotal | | | | | 27,177.27 € |
| Correspondiente a un módulo | | | | | 13,588.64 € |
| | | | | | |
| Centro de transformación (Común) | | | | | |
| Trafo | 800 kVA | | 47743.83 | 1 u | 47,743.83 € |
| CGPM | | | 165.92 | 1 u | 759.82 € |
| Subtotal | | | | | 48,503.65 € |

Proyecto de Una Nave Industrial Con Uso Logístico de 5030 m² en Colmenar Viejo

| | | | | | |
|--|--|--|-----------|-----|-----------------------|
| Correspondiente a un módulo | | | | | 24,251.83 € |
| | | | | | |
| TOTAL PRESUPUESTO (módulo) | | | | | 96,274.54 € |
| | | | | | |
| Conductor | | | 11,732.94 | 2 u | 23,465.87 € |
| Tubos | | | 4,142.38 | 2 u | 8,284.76 € |
| Alumbrado | | | 33,303.23 | 2 u | 66,606.46 € |
| Cuadro General | | | 6,620.55 | 2 u | 13,241.10 € |
| Cuadro Oficina | | | 1,477.00 | 2 u | 2,954.00 € |
| Mecanismos | | | 1,157.98 | 2 u | 2,315.96 € |
| Tierras (Común edificio) | | | 27,177.27 | 1 u | 27,177.27 € |
| Centro de transformación (Común) | | | 48,503.65 | 1 u | 48,503.65 € |
| | | | | | |
| TOTAL PRESUPUESTO EDIFICIO | | | | | 192,549.07 € |
| | | | | | |
| Proyecto de ejecución de material | | | | | 1,172,853.12 € |
| Gastos generales | | | 13% | | 152,470.90 € |
| Beneficio industrial | | | 6% | | 70,371.19 € |
| SUBTOTAL | | | | | 1,395,695.21 € |
| I.V.A | | | 21% | | 293,095.99 € |
| TOTAL | | | | | 1,688,791.20 € |

RESUMEN DEL PRESUPUESTO

| | | |
|--|-----|-----------------------|
| Estructura | | 803,261.14 € |
| P.C.I | | 177,042.91 € |
| Instalación Eléctrica | | 192,549.07 € |
| Proyecto de ejecución de material | | 1,172,853.12 € |
| Gastos generales | 13% | 152,470.90 € |
| Beneficio industrial | 6% | 70,371.19 € |
| SUBTOTAL | | 1,395,695.21 € |
| I.V.A | 21% | 293,095.99 € |
| TOTAL | | 1,688,791.20 € |

Teniendo en cuenta los resultados anteriores, el presupuesto total asciende a la expresada cantidad de **UN MILLON SEISCIENTOS OCHENTA Y OCHO MIL SETECIENTOS NOVENTA Y UN EUROS CON VEINTE CÉNTIMOS.**



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCUOLA TÉCNICA
SUPERIOR INGENIERÍA
INDUSTRIAL VALENCIA

Curso Académico:

BIBLIOGRAFIA

Apuntes de la asignatura *Ampliación de Fluidos*

Apuntes de la asignatura *Geotecnia y Cimientos*

Apuntes de la asignatura *Estructuras de Hormigón*

Apuntes de la asignatura *Instalaciones Eléctricas en la Edificación*

Software para Arquitectura, Ingeniería y Construcción, CYPE 3D de CYPE INGENIEROS

Autodesk AutoCAD

EPANET

Software para el diseño de iluminación, DIALUX EVO 9.2

Catálogos de fabricantes;

- Guía Andece para prefabricados
- Prefabricados Pujol
- Pretersa
- Tecnyconta
- Alve
- Leadri
- Grupo Aljema Relosa
- GrupoPanel
- Bombas Ideal
- Schneider Electric
- Prysmian Group
- Iberdrola



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR INGENIERÍA
INDUSTRIAL VALENCIA

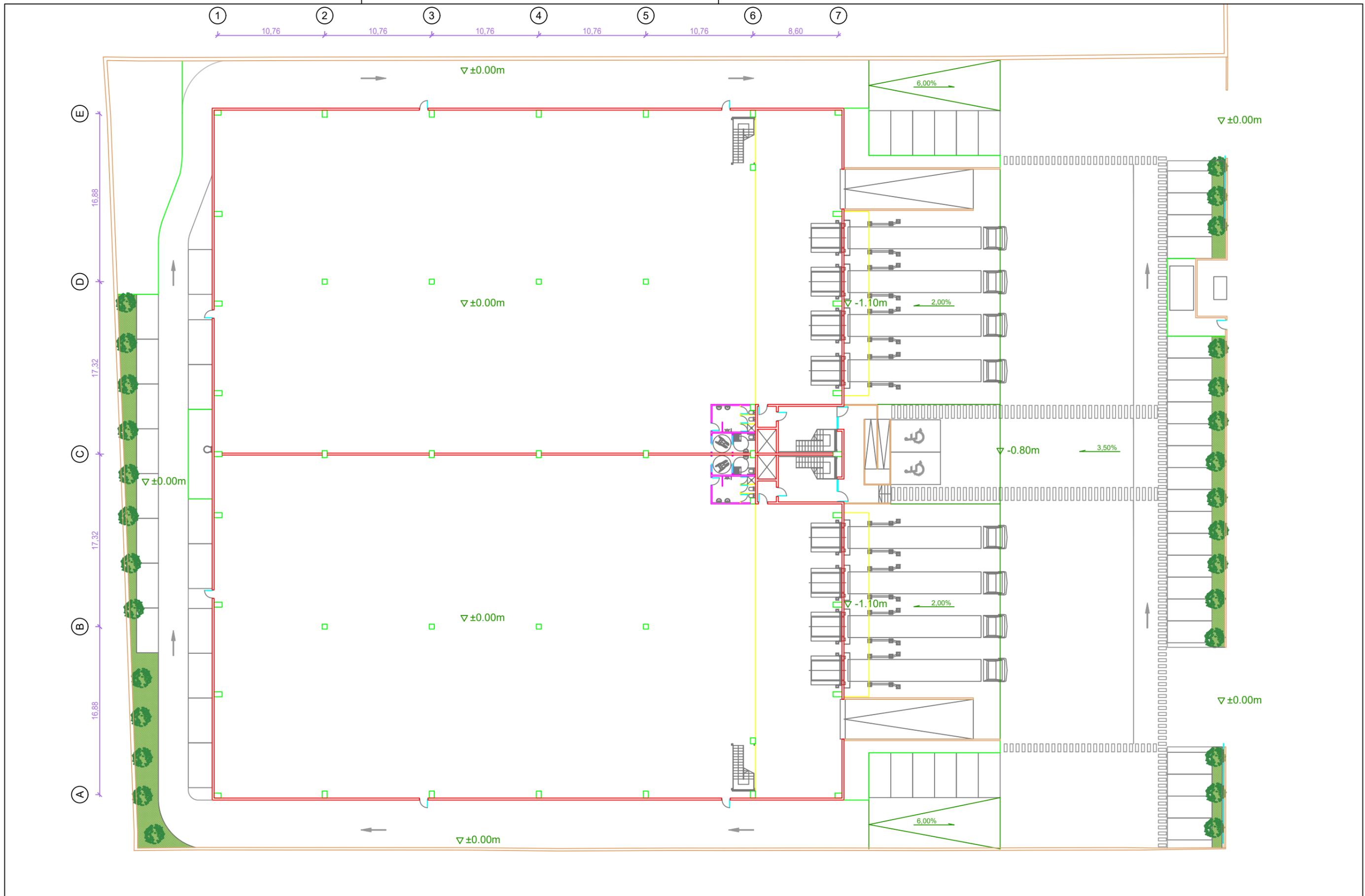
Curso Académico:

PLANOS

INDICE DE PLANOS

| Nombre del Plano | Parte | Descripción | Formato |
|------------------|-------------|--|---------|
| 1 | Descriptiva | Ubicación Parcelaria | A3 |
| 2 | Descriptiva | Distribución en planta y urbanización | A3 |
| ES.1 | Estructura | Cimentación | A2 |
| ES.2 | Estructura | Cuadro de pilares | A3 |
| ES.3 | Estructura | Entreplanta y cubierta | A2 |
| ES.4 | Estructura | Pórticos | A2 |
| P.1 | P.C.I | Red de Bies y rociadores | A3 |
| P.2 | P.C.I | Señalización y detec. planta. baja | A3 |
| P.3 | P.C.I | Señalización y detec. entreplanta | A3 |
| P.4 | P.C.I | Evacuación planta baja | A3 |
| P.5 | P.C.I | Evacuación entreplanta | A3 |
| E.1 | Eléctrica | Iluminacion de la nave | A2 |
| E.2 | Eléctrica | Distribución de luminarias planta baja | A3 |
| E.3 | Eléctrica | Distr. de luminarias oficinas y cubierta | A3 |
| E.4 | Eléctrica | Distr. de luminarias fachada exterior | A3 |
| E.5 | Eléctrica | Circuitos eléctricos planta baja | A3 |
| E.6 | Eléctrica | Circuitos eléctricos entreplanta | A3 |
| E.7 | Eléctrica | Circuitos eléctricos cubierta | A3 |
| E.8 | Eléctrica | Red de tierras | A3 |
| E.9 | Eléctrica | Unifilar | A3 |





TRABAJO FIN DE MASTER



Proyecto: **PROYECTO DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON USO LOGÍSTICO DE 5030 m² EN COLMENAR VIEJO**

Plano: **Distribución en planta y urbanización de parcela**

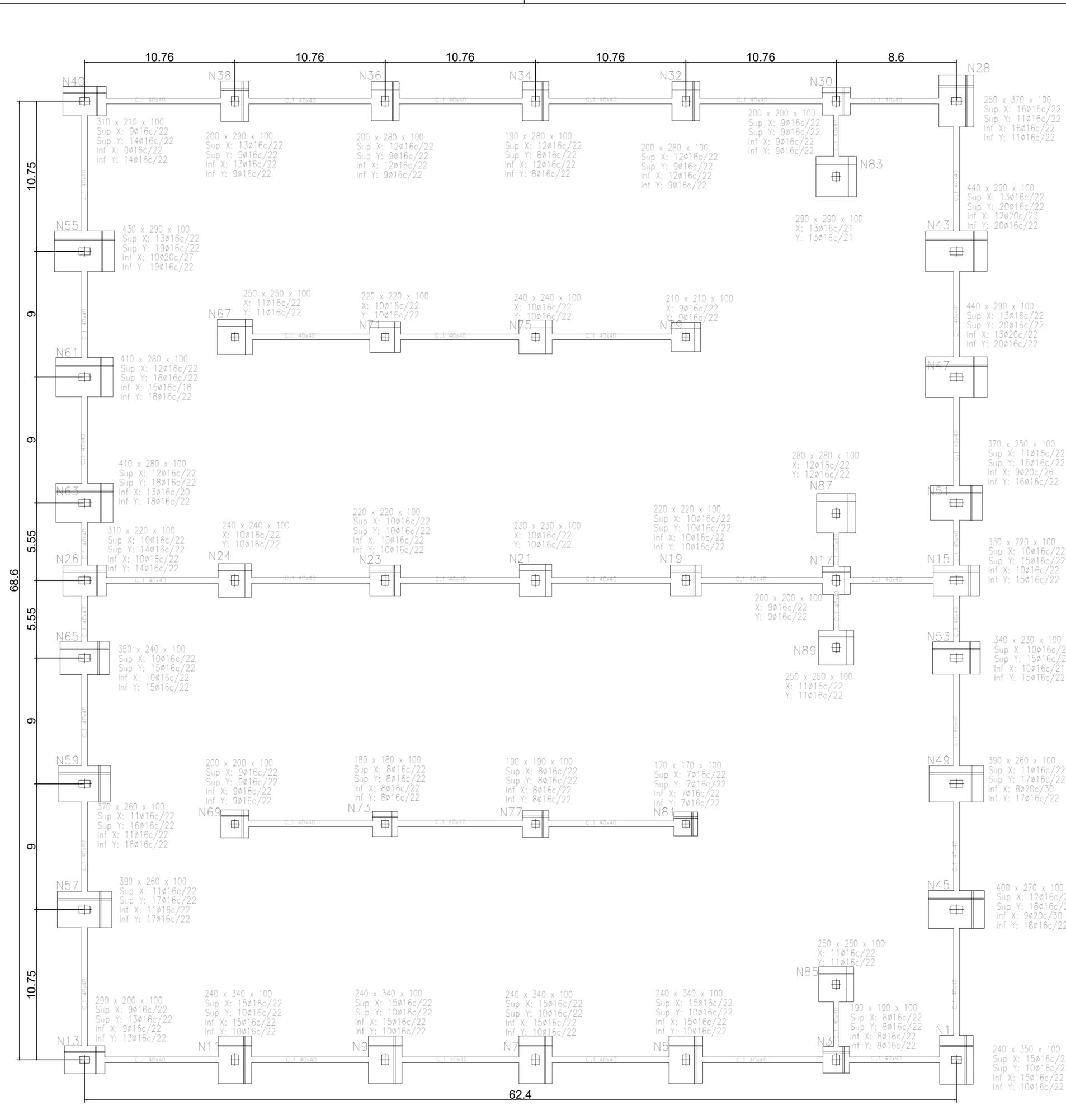
Autor: **Baran Aysli Boyacigil**

Fecha: **Julio 2021**

Escala: **1:350**

Nº Plano:

2



Escala 1:20

| Referencias | Dimensiones (cm) | Canto (cm) | Armado inf. X | Armado inf. Y | Armado sup. X | Armado sup. Y |
|-------------------|------------------|------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| N1 | 240x350 | 100 | 15ø16c/22 | 10ø16c/22 | 15ø16c/22 | 10ø16c/22 |
| N3 y N7 | 190x190 | 100 | 8ø16c/22 | 8ø16c/22 | 8ø16c/22 | 8ø16c/22 |
| N5, N7, N9 y N11 | 240x340 | 100 | 15ø16c/22 | 10ø16c/22 | 15ø16c/22 | 10ø16c/22 |
| N13 | 290x200 | 100 | 9ø16c/22 | 13ø16c/22 | 9ø16c/22 | 13ø16c/22 |
| N15 | 330x220 | 100 | 10ø16c/22 | 15ø16c/22 | 10ø16c/22 | 15ø16c/22 |
| N17 | 200x200 | 100 | 9ø16c/22 | 9ø16c/22 | | |
| N19 y N23 | 220x220 | 100 | 10ø16c/22 | 10ø16c/22 | 10ø16c/22 | 10ø16c/22 |
| N21 | 230x230 | 100 | 10ø16c/22 | 10ø16c/22 | | |
| N24 y N75 | 240x240 | 100 | 10ø16c/22 | 10ø16c/22 | | |
| N26 | 310x220 | 100 | 10ø16c/22 | 14ø16c/22 | 10ø16c/22 | 14ø16c/22 |
| N28 | 250x370 | 100 | 16ø16c/22 | 11ø16c/22 | 16ø16c/22 | 11ø16c/22 |
| N30 y N69 | 200x200 | 100 | 9ø16c/22 | 9ø16c/22 | 9ø16c/22 | 9ø16c/22 |
| N32 y N36 | 200x280 | 100 | 12ø16c/22 | 9ø16c/22 | 12ø16c/22 | 9ø16c/22 |
| N34 | 190x280 | 100 | 12ø16c/22 | 8ø16c/22 | 12ø16c/22 | 8ø16c/22 |
| N38 | 200x290 | 100 | 13ø16c/22 | 9ø16c/22 | 13ø16c/22 | 9ø16c/22 |
| N40 | 310x210 | 100 | 9ø16c/22 | 14ø16c/22 | 9ø16c/22 | 14ø16c/22 |
| N43 | 440x290 | 100 | 12ø20c/23 | 20ø16c/22 | 13ø16c/22 | 20ø16c/22 |
| N45 | 400x270 | 100 | 9ø20c/30 | 18ø16c/22 | 12ø16c/22 | 18ø16c/22 |
| N47 | 440x290 | 100 | 13ø20c/22 | 20ø16c/22 | 13ø16c/22 | 20ø16c/22 |
| N49 | 390x260 | 100 | 8ø20c/30 | 17ø16c/22 | 11ø16c/22 | 17ø16c/22 |
| N51 | 370x250 | 100 | 9ø20c/26 | 16ø16c/22 | 11ø16c/22 | 16ø16c/22 |
| N53 | 340x230 | 100 | 10ø16c/21 | 15ø16c/22 | 10ø16c/22 | 15ø16c/22 |
| N55 | 430x290 | 100 | 10ø20c/27 | 19ø16c/22 | 13ø16c/22 | 19ø16c/22 |
| N57 | 390x260 | 100 | 11ø16c/22 | 17ø16c/22 | 11ø16c/22 | 17ø16c/22 |
| N59 | 370x260 | 100 | 11ø16c/22 | 16ø16c/22 | 11ø16c/22 | 16ø16c/22 |
| N61 | 410x280 | 100 | 15ø16c/18 | 18ø16c/22 | 12ø16c/22 | 18ø16c/22 |
| N63 | 410x280 | 100 | 13ø16c/20 | 18ø16c/22 | 12ø16c/22 | 18ø16c/22 |
| N65 | 350x240 | 100 | 10ø16c/22 | 15ø16c/22 | 10ø16c/22 | 15ø16c/22 |
| N67, N85 y N89 | 250x250 | 100 | 11ø16c/22 | 11ø16c/22 | | |
| N71 | 220x220 | 100 | 10ø16c/22 | 10ø16c/22 | | |
| N73 | 180x180 | 100 | 8ø16c/22 | 8ø16c/22 | 8ø16c/22 | 8ø16c/22 |
| N79 | 210x210 | 100 | 9ø16c/22 | 9ø16c/22 | | |
| N81 | 170x170 | 100 | 7ø16c/22 | 7ø16c/22 | 7ø16c/22 | 7ø16c/22 |
| N83 | 290x290 | 100 | 13ø16c/21 | 13ø16c/21 | | |
| N87 | 280x280 | 100 | 12ø16c/22 | 12ø16c/22 | | |
| N89 | 250x250 | 100 | 11ø16c/22 | 11ø16c/22 | | |
| N91 | 240x340 | 100 | 15ø16c/22 | 10ø16c/22 | | |
| N93 | 190x190 | 100 | 8ø16c/22 | 8ø16c/22 | | |
| N95 | 240x340 | 100 | 15ø16c/22 | 10ø16c/22 | | |
| N97 | 240x340 | 100 | 15ø16c/22 | 10ø16c/22 | | |
| N99 | 240x340 | 100 | 15ø16c/22 | 10ø16c/22 | | |
| N101 | 240x340 | 100 | 15ø16c/22 | 10ø16c/22 | | |
| N103 | 290x200 | 100 | 9ø16c/22 | 13ø16c/22 | 9ø16c/22 | 13ø16c/22 |
| N105 | 240x340 | 100 | 15ø16c/22 | 10ø16c/22 | | |
| N107 | 240x340 | 100 | 15ø16c/22 | 10ø16c/22 | | |
| N109 | 240x340 | 100 | 15ø16c/22 | 10ø16c/22 | | |
| N111 | 240x340 | 100 | 15ø16c/22 | 10ø16c/22 | | |
| N113 | 290x200 | 100 | 9ø16c/22 | 13ø16c/22 | 9ø16c/22 | 13ø16c/22 |
| N115 | 330x220 | 100 | 10ø16c/22 | 15ø16c/22 | 10ø16c/22 | 15ø16c/22 |
| N117 | 200x200 | 100 | 9ø16c/22 | 9ø16c/22 | | |
| N119 y N123 | 220x220 | 100 | 10ø16c/22 | 10ø16c/22 | 10ø16c/22 | 10ø16c/22 |
| N121 | 230x230 | 100 | 10ø16c/22 | 10ø16c/22 | | |
| N124 y N128 | 240x240 | 100 | 10ø16c/22 | 10ø16c/22 | | |
| N126 | 310x220 | 100 | 10ø16c/22 | 14ø16c/22 | 10ø16c/22 | 14ø16c/22 |
| N128 | 250x370 | 100 | 16ø16c/22 | 11ø16c/22 | 16ø16c/22 | 11ø16c/22 |
| N130 y N134 | 200x200 | 100 | 9ø16c/22 | 9ø16c/22 | 9ø16c/22 | 9ø16c/22 |
| N132 y N136 | 200x280 | 100 | 12ø16c/22 | 9ø16c/22 | 12ø16c/22 | 9ø16c/22 |
| N134 | 190x280 | 100 | 12ø16c/22 | 8ø16c/22 | 12ø16c/22 | 8ø16c/22 |
| N138 | 200x290 | 100 | 13ø16c/22 | 9ø16c/22 | 13ø16c/22 | 9ø16c/22 |
| N140 | 310x210 | 100 | 9ø16c/22 | 14ø16c/22 | 9ø16c/22 | 14ø16c/22 |
| N143 | 440x290 | 100 | 12ø20c/23 | 20ø16c/22 | 13ø16c/22 | 20ø16c/22 |
| N145 | 400x270 | 100 | 9ø20c/30 | 18ø16c/22 | 12ø16c/22 | 18ø16c/22 |
| N147 | 440x290 | 100 | 13ø20c/22 | 20ø16c/22 | 13ø16c/22 | 20ø16c/22 |
| N149 | 390x260 | 100 | 8ø20c/30 | 17ø16c/22 | 11ø16c/22 | 17ø16c/22 |
| N151 | 370x250 | 100 | 9ø20c/26 | 16ø16c/22 | 11ø16c/22 | 16ø16c/22 |
| N153 | 340x230 | 100 | 10ø16c/21 | 15ø16c/22 | 10ø16c/22 | 15ø16c/22 |
| N155 | 430x290 | 100 | 10ø20c/27 | 19ø16c/22 | 13ø16c/22 | 19ø16c/22 |
| N157 | 390x260 | 100 | 11ø16c/22 | 17ø16c/22 | 11ø16c/22 | 17ø16c/22 |
| N159 | 370x260 | 100 | 11ø16c/22 | 16ø16c/22 | 11ø16c/22 | 16ø16c/22 |
| N161 | 410x280 | 100 | 15ø16c/18 | 18ø16c/22 | 12ø16c/22 | 18ø16c/22 |
| N163 | 410x280 | 100 | 13ø16c/20 | 18ø16c/22 | 12ø16c/22 | 18ø16c/22 |
| N165 | 350x240 | 100 | 10ø16c/22 | 15ø16c/22 | 10ø16c/22 | 15ø16c/22 |
| N167, N185 y N189 | 250x250 | 100 | 11ø16c/22 | 11ø16c/22 | | |
| N171 | 220x220 | 100 | 10ø16c/22 | 10ø16c/22 | | |
| N173 | 180x180 | 100 | 8ø16c/22 | 8ø16c/22 | 8ø16c/22 | 8ø16c/22 |
| N179 | 210x210 | 100 | 9ø16c/22 | 9ø16c/22 | | |
| N181 | 170x170 | 100 | 7ø16c/22 | 7ø16c/22 | 7ø16c/22 | 7ø16c/22 |
| N183 | 290x290 | 100 | 13ø16c/21 | 13ø16c/21 | | |
| N187 | 280x280 | 100 | 12ø16c/22 | 12ø16c/22 | | |

| Materiales | Cemento | | Características | | Cemento | | Características | |
|-----------------------|----------|-------------------------|---------------------------|-------------|----------|--------|---------------------------|-------------|
| | Marca | Clase | Resistencia | Resistencia | Marca | Clase | Resistencia | Resistencia |
| Zapatos | Portland | 42,5 | 42,5 | 42,5 | Portland | 42,5 | 42,5 | 42,5 |
| Armadura | Acero | ES-500 | 500 | 500 | Acero | ES-500 | 500 | 500 |
| Acoplamiento | Acero | ES-500 | 500 | 500 | Acero | ES-500 | 500 | 500 |
| Acoplamiento (Acero) | Acero | ES-500 | 500 | 500 | Acero | ES-500 | 500 | 500 |
| Recubrimiento/entorno | Terreno | | homogeneidad de los datos | | Terreno | | homogeneidad de los datos | |
| Recubrimiento (mm) | 80 | Ver Especifico/Ambiente | 30 | 35 | 40 | 45 | 40 | 45 |

TRABAJO FIN DE MÁSTER

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR INGENIERÍA INDUSTRIAL VALENCIA

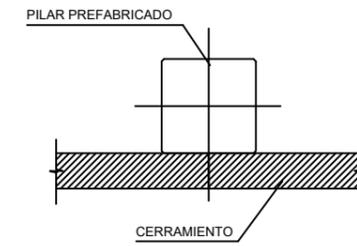
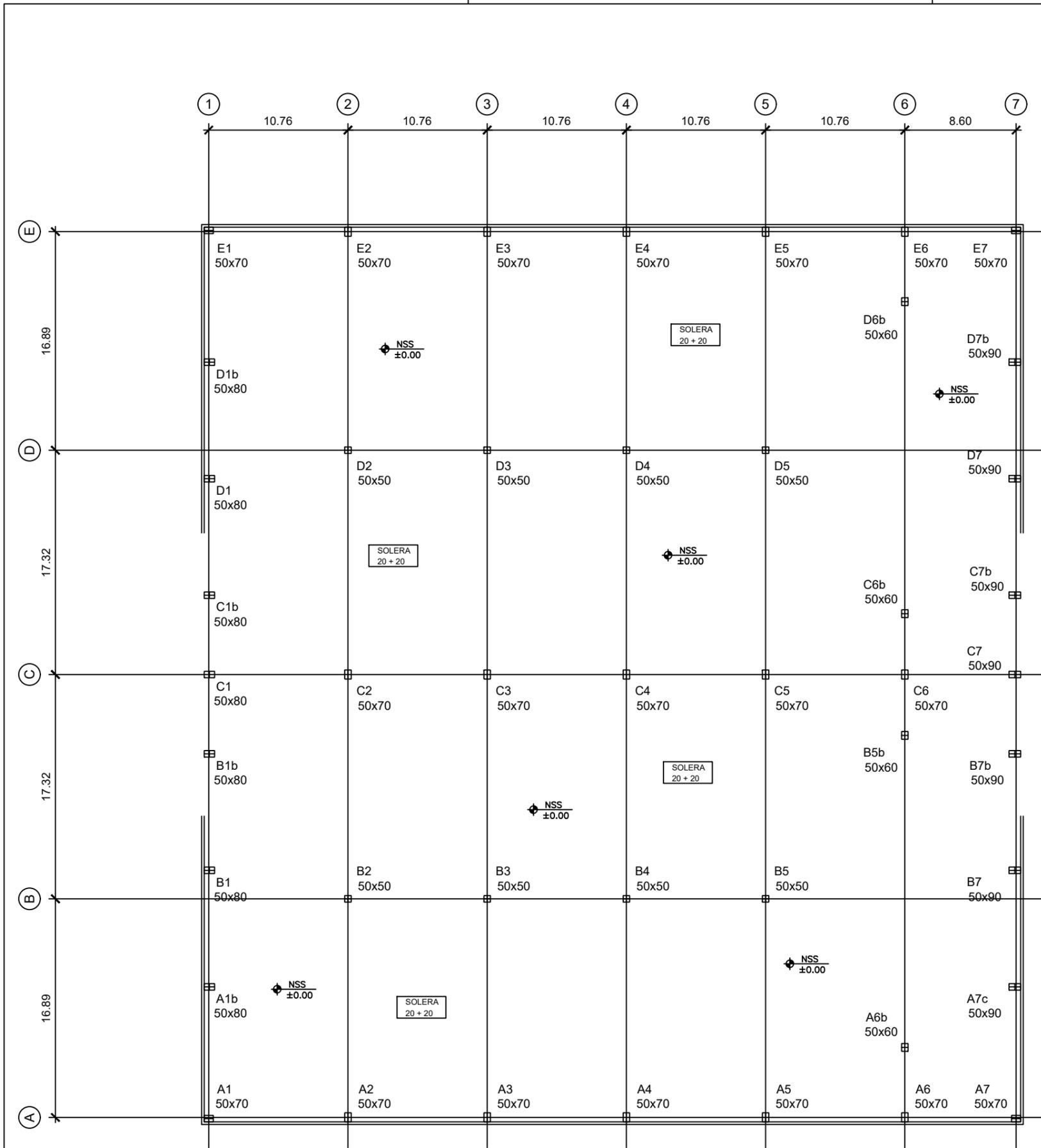
Proyecto: **PROYECTO DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON USO LOGÍSTICO DE 5030 m² EN COLMENAR VIEJO**

Fecha: **Julio 2021** Escala: **1/200**

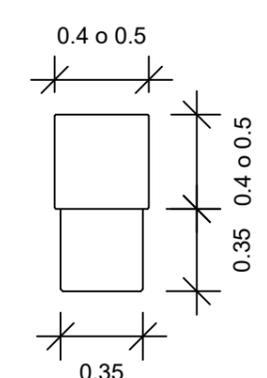
Plano: **Cimentación** Nº Plano:

Baran Ayasli Boyacigil
Autor proyecto

ES.1



Escala 1:150



Escala 1:30

CUADRO DE PILARES

| A1 A7 E1 E7 | A2 A3 A4 A5 A6 C2 C3 C4 C5 C6 E2 E3 E4 E5 E6 | A7b D7c | A6b B5b C6b D5b | A1b B1 B1b C1 C1b D1 D1b | A7c B7 B7b C7 C7b D7 D7b | B2 B3 B4 B5 D2 D3 D4 D5 |
|-------------|--|---------|-----------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------|
| | | | | | | |

Escala 1:100

| Características de los materiales - Zapatas de cimentación | | | | | | | | | | |
|--|---------------|--------------|-----------------|-------------------------|-------------------|-------------------------|---------------|-----------------|------|--|
| Materiales | Hormigón | | | | | Acero | | | | |
| | Control | | Características | | | Control | | Características | | |
| Hormigón | Nivel Control | Conf. Ponde. | Tipo | Consistencia | Tamaño máx. árido | Exposición Ambiente | Nivel Control | Conf. Ponde. | Tipo | |
| Zapatas | 7 | 100 | 1 | Placa a 100 mm (100 mm) | 20 mm | 1 | 7 | 100 | 1 | |
| Armado | 7 | 100 | 1 | Placa a 100 mm (100 mm) | 20 mm | 1 | 7 | 100 | 1 | |
| Pretensoado | 7 | 100 | 1 | Placa a 100 mm (100 mm) | 20 mm | 1 | 7 | 100 | 1 | |
| Ejecución (Acciones) | 7 | 100 | 1 | Placa a 100 mm (100 mm) | 20 mm | 1 | 7 | 100 | 1 | |
| Exposición/ambiente | Terreno | | | | | Terreno | | | | |
| Recubrimientos nominales (mm) | 80 | | | | | Ver Exposición/Ambiente | | | | |

Recubrimientos nominales

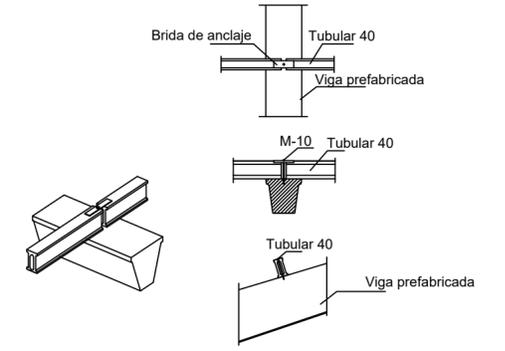
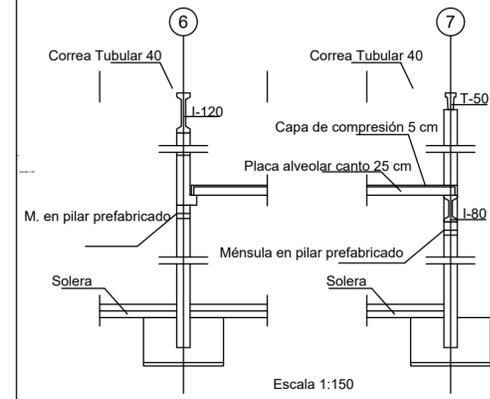
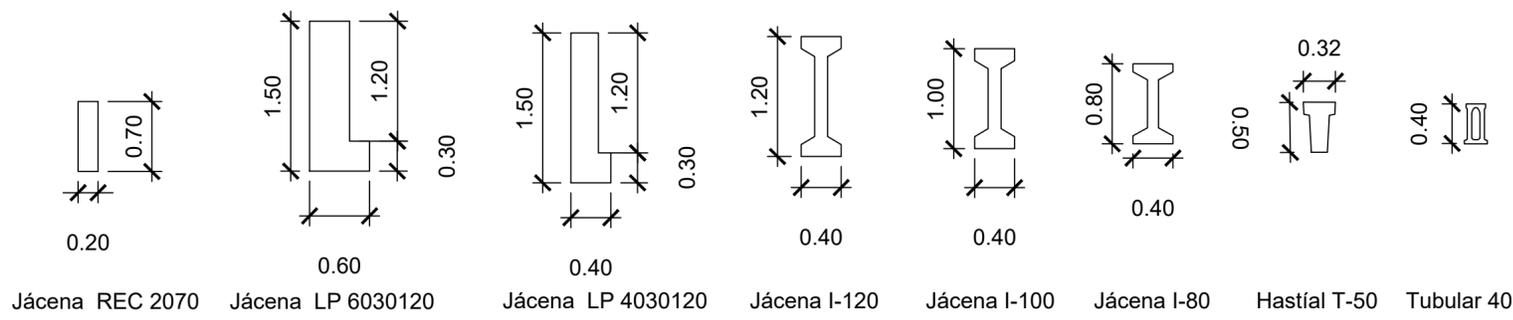
Datos geotécnicos

Tensión admisible del terreno considerada = 0,240 MPa (2,40 Kg/cm²)

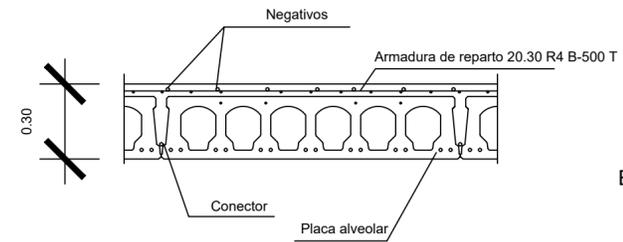
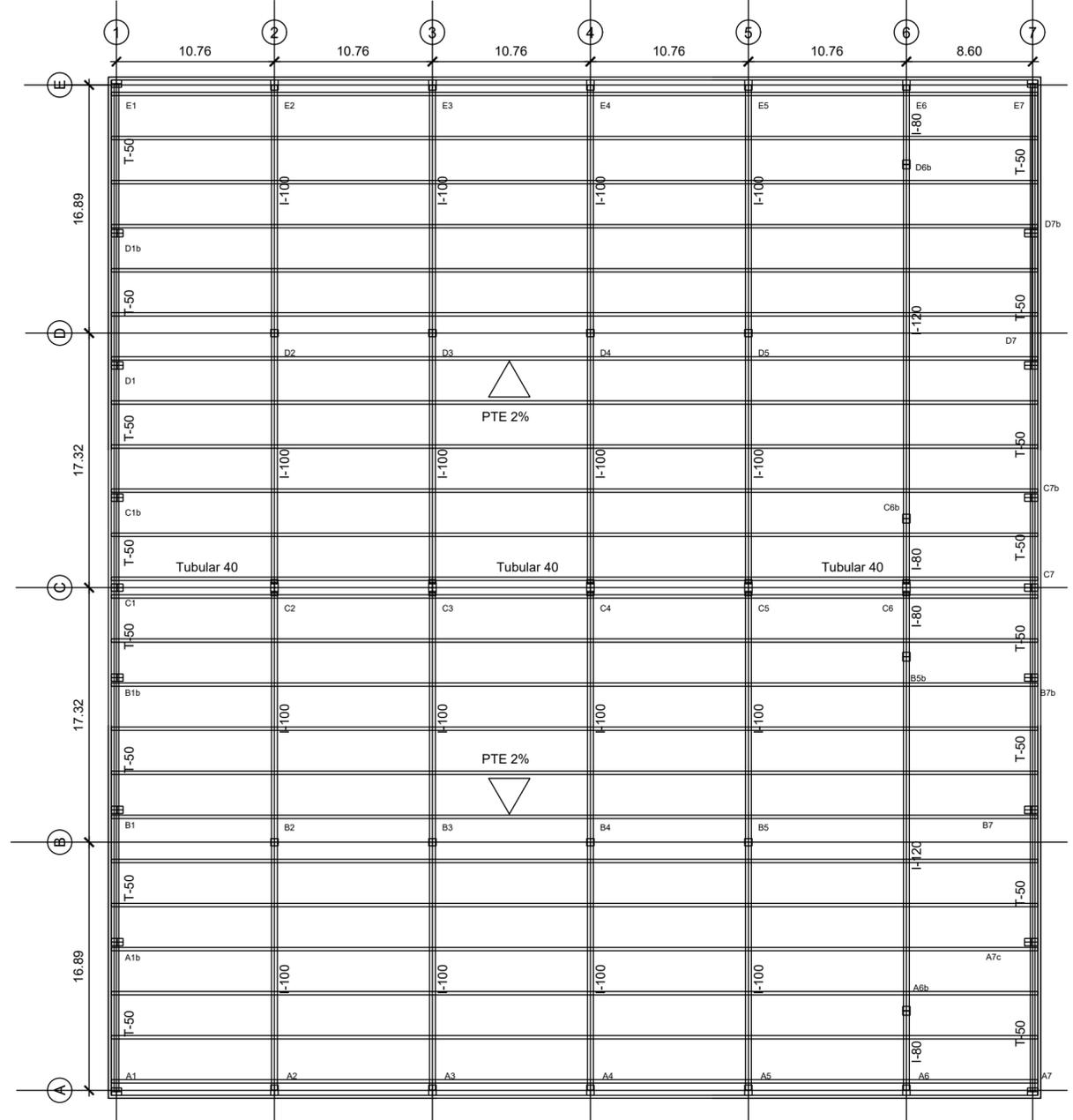
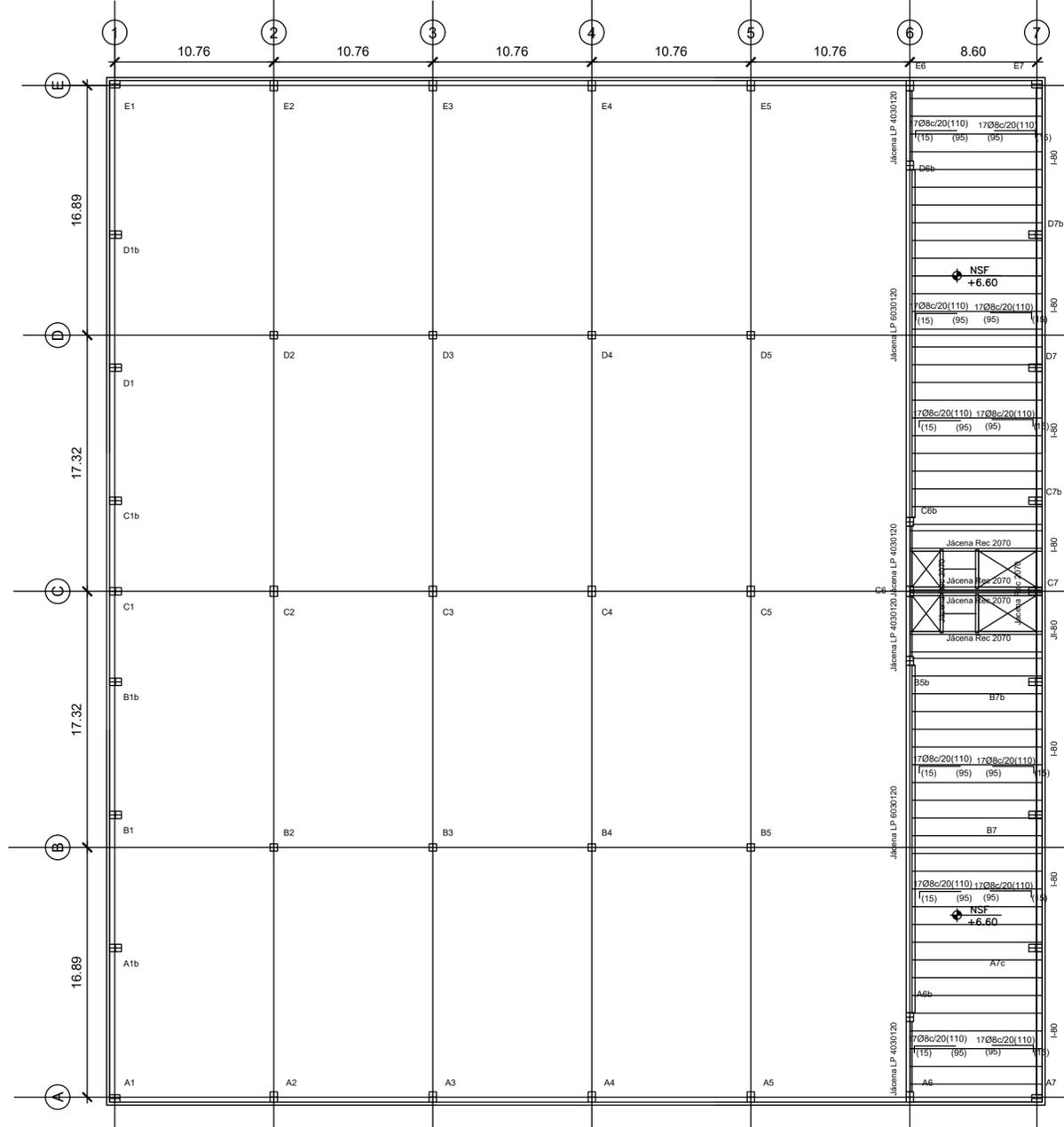
Longitudes de solape en arranque de pilares, Lb

| Armadura | Sin acciones dinámicas | | Con acciones dinámicas | |
|----------|------------------------|---------|------------------------|---------|
| | ≥ 200 t | ≥ 500 t | ≥ 200 t | ≥ 500 t |
| φ12 | 30 cm | 30 cm | 30 cm | 30 cm |
| φ14 | 45 cm | 45 cm | 45 cm | 45 cm |
| φ16 | 50 cm | 50 cm | 50 cm | 50 cm |
| φ20 | 85 cm | 85 cm | 85 cm | 85 cm |
| φ25 | 100 cm | 100 cm | 100 cm | 100 cm |

Nota: Válido para hormigón f_{ck} > 15 N/mm²
Si f_{ck} > 40 N/mm² podrá reducirse dichas longitudes, de acuerdo a Art. 86 de la EHE



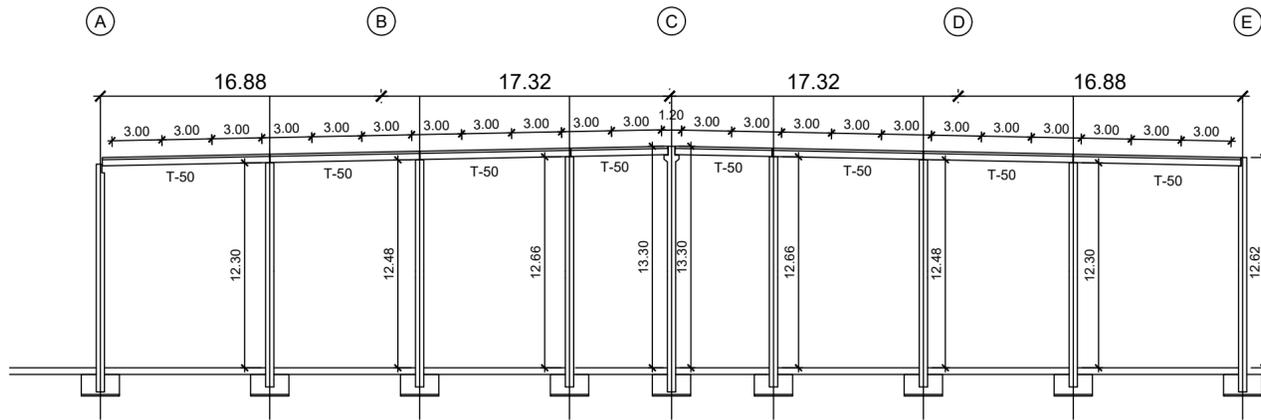
Escala 1:50



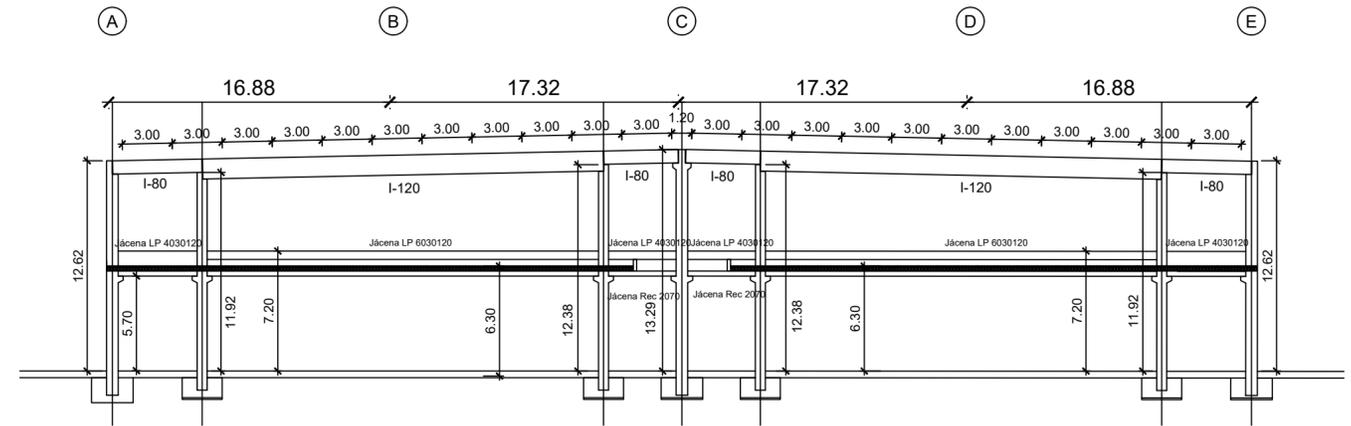
TRABAJO FIN DE MÁSTER

Proyecto: **PROYECTO DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON USO LOGÍSTICO DE 5030 m² EN COLMENAR VIEJO**
 Fecha: Julio 2021 Escala: 1/300
 Plano: Nº Plano: Estructura. Entrepunta y Cubierta
 Baran Ayasli Boyacigil
 Autor proyecto

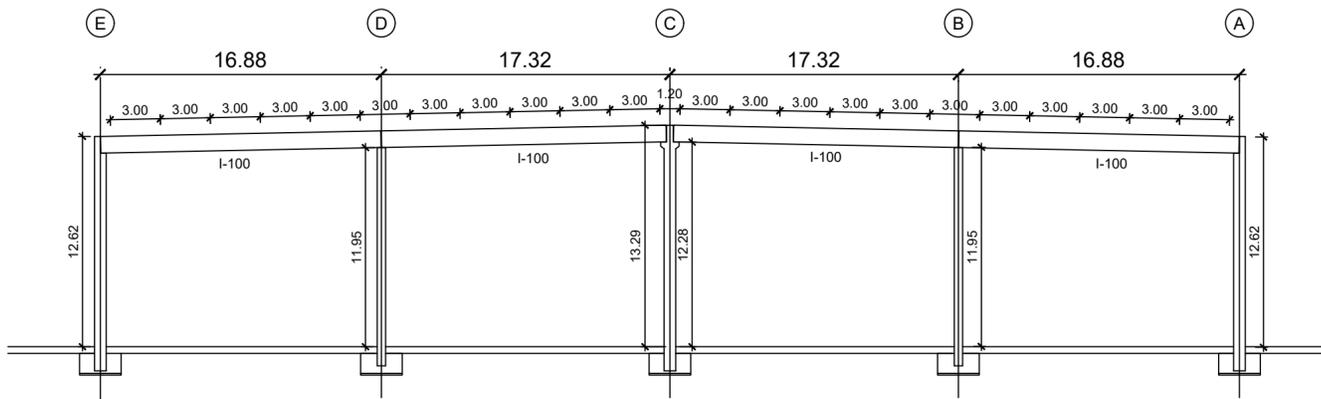
ES.3



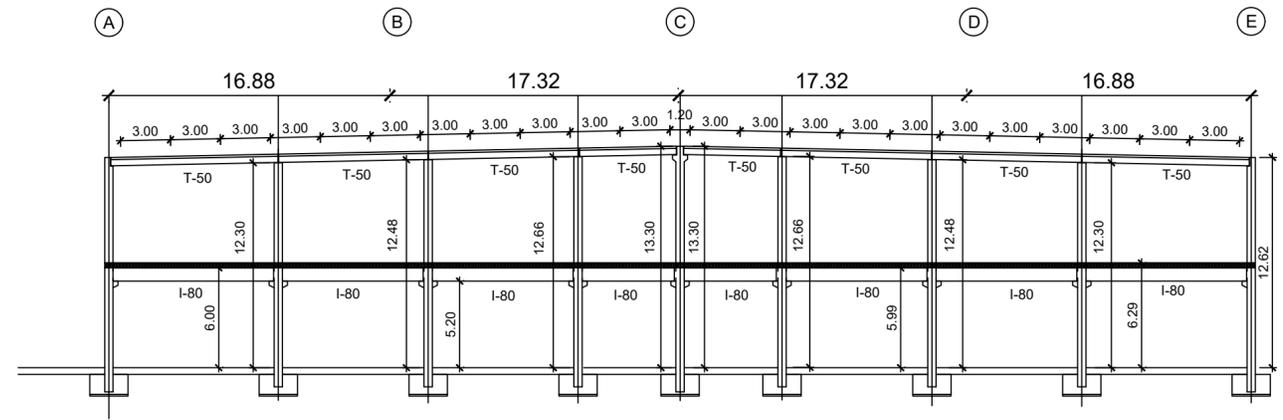
Pórtico 1



Pórtico 6

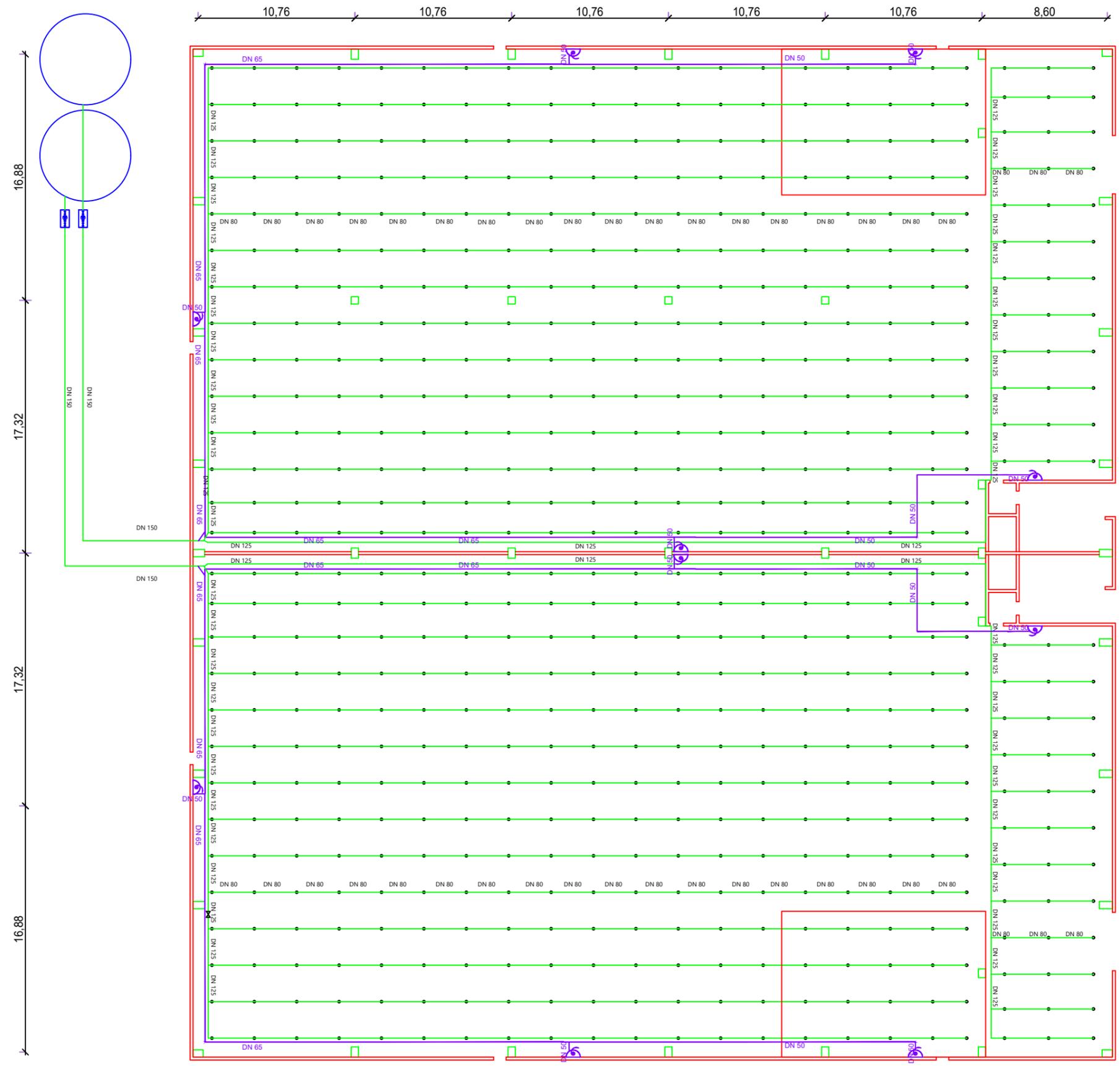


Pórticos 2,3,4 y 5



Pórtico 7

| | | | |
|---|---|-----------|--|
| TRABAJO FIN DE MASTER | | Proyecto: | PROYECTO DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON USO LOGÍSTICO DE 5030 m ² EN COLMENAR VIEJO |
|  UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA |  ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR INGENIERÍA INDUSTRIAL VALENCIA | Fecha: | Julio 2021 |
| | | Plano: | Estructura. Pórticos |
| Baran Ayasli Boyacigil Autor proyecto | | Escala: | 1/300 |
| | | Nº Plano: | ES.4 |



| Leyenda | |
|---------|-------------------|
| • | Rociador |
| — | Ramal rociador |
| — | Red BIE's |
| ⊕ | BIE |
| □ | Area de operación |
| ⊞ | Grupo de presión |
| ○ | Depósito de agua |
| ⊗ | Válvula reductora |
| — | Colector rociador |

TRABAJO FIN DE MASTER



Proyecto: **PROYECTO DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON USO LOGÍSTICO DE 5030 m² EN COLMENAR VIEJO**

Plano: **Red de BIE's y Rociadores**

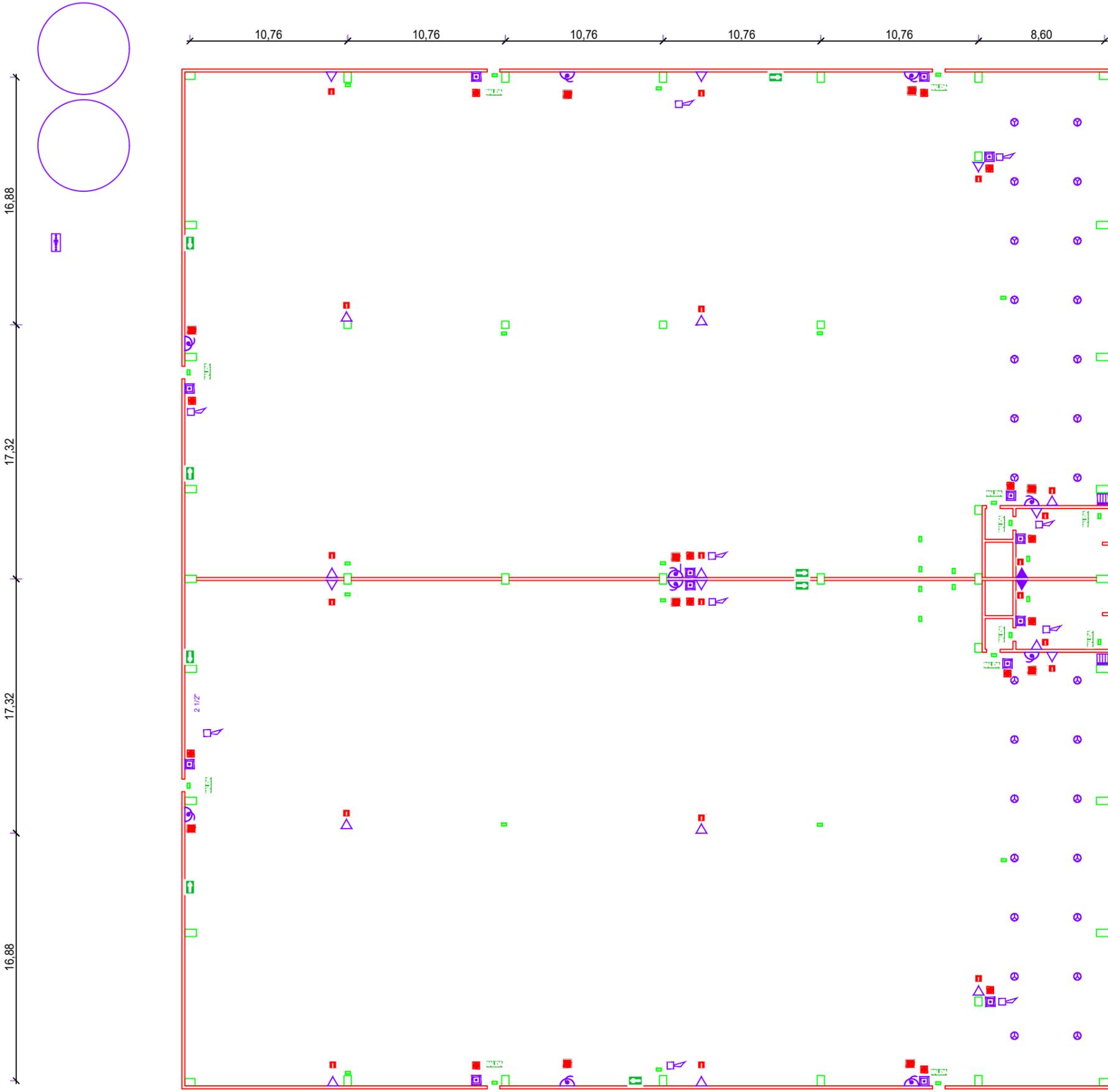
Autor: **Baran Aysli Boyacigil**

Fecha: **Julio 2021**

Escala: **1:300**

Nº Plano:

P.1



| LEYENDA PCI DETECCIÓN Y EXTINCIÓN | |
|-----------------------------------|---|
| | PULSADOR DE ALARMA |
| | AVISADOR ACÚSTICO DE ALARMA |
| | CENTRAL DE ALARMA |
| | MÓDULO DE CONTROL ROCIADORES Y BIES |
| | DETECTOR TERMOVELOCÍMETRO |
| | DETECTOR DE HUMOS IÓNICO |
| | DETECTOR LINEAL DE HAZ ÓPTICO RECEPTOR |
| | DETECTOR LINEAL DE HAZ ÓPTICO EMISOR |
| | EXTINTOR ABC DE 6kg. EFICACIA 21A-113B. |
| | EXTINTOR DE NIEVE CARBÓNICA CO2 de 5kg. EFICACIA 34B. |
| | BOCA DE INCENDIO EQUIPADA (B.I.E) |
| | GRUPO DE PRESIÓN |
| | DEPÓSITO DE RESERVA DE AGUA |
| | LUMINARIA DE EMERGENCIA 200 lm |

| LEYENDA PCI SEÑALIZACIÓN | |
|--------------------------|---|
| | CARTEL FOTOLUMINISCENTE DE EXTINTOR |
| | CARTEL FOTOLUMINISCENTE DE PULSADOR |
| | CARTEL FOTOLUMINISCENTE DE SALIDA |
| | CARTEL FOTOLUMINISCENTE INDICACIÓN DE DIRECCIÓN |
| | CARTEL FOTOLUMINISCENTE DE EVACUACION DESC. |
| | CARTEL FOTOLUMINISCENTE DE BIE |

TRABAJO FIN DE MASTER



Proyecto: **PROYECTO DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON USO LOGÍSTICO DE 5030 m² EN COLMENAR VIEJO**

Plano: **Señalización y detección planta baja**

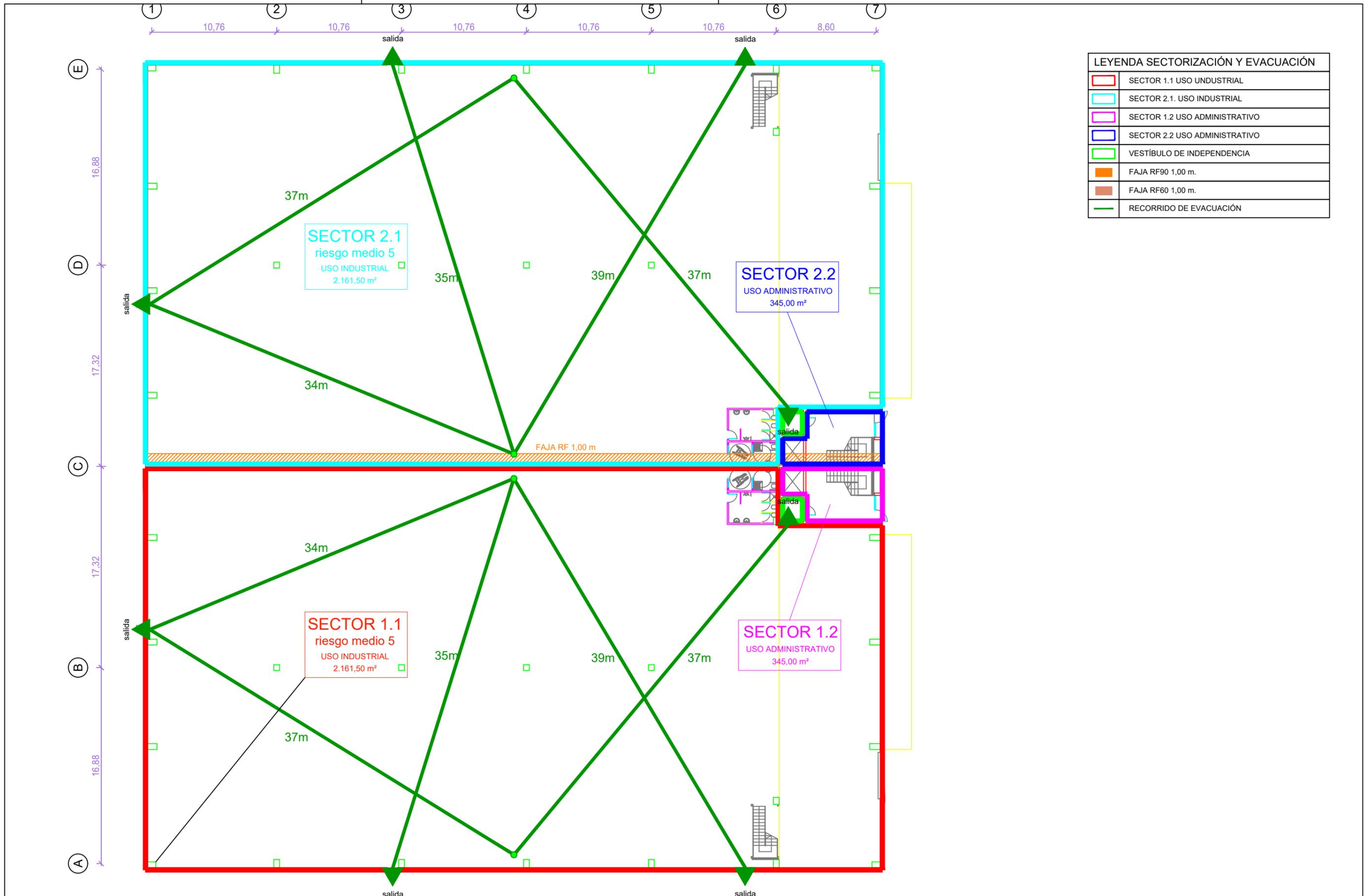
Autor: **Baran Ayaşlı Boyacıgil**

Fecha: **Julio 2021**

Escala: **1:300**

Nº Plano:

P.2



| LEYENDA SECTORIZACIÓN Y EVACUACIÓN | |
|--|-------------------------------|
| | SECTOR 1.1 USO INDUSTRIAL |
| | SECTOR 2.1. USO INDUSTRIAL |
| | SECTOR 1.2 USO ADMINISTRATIVO |
| | SECTOR 2.2 USO ADMINISTRATIVO |
| | VESTÍBULO DE INDEPENDENCIA |
| | FAJA RF90 1,00 m. |
| | FAJA RF60 1,00 m. |
| — | RECORRIDO DE EVACUACIÓN |

TRABAJO FIN DE MASTER

Proyecto: **PROYECTO DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON USO LOGÍSTICO DE 5030 m² EN COLMENAR VIEJO**

Plano: **Evacuación planta baja**

Fecha: **Julio 2021**

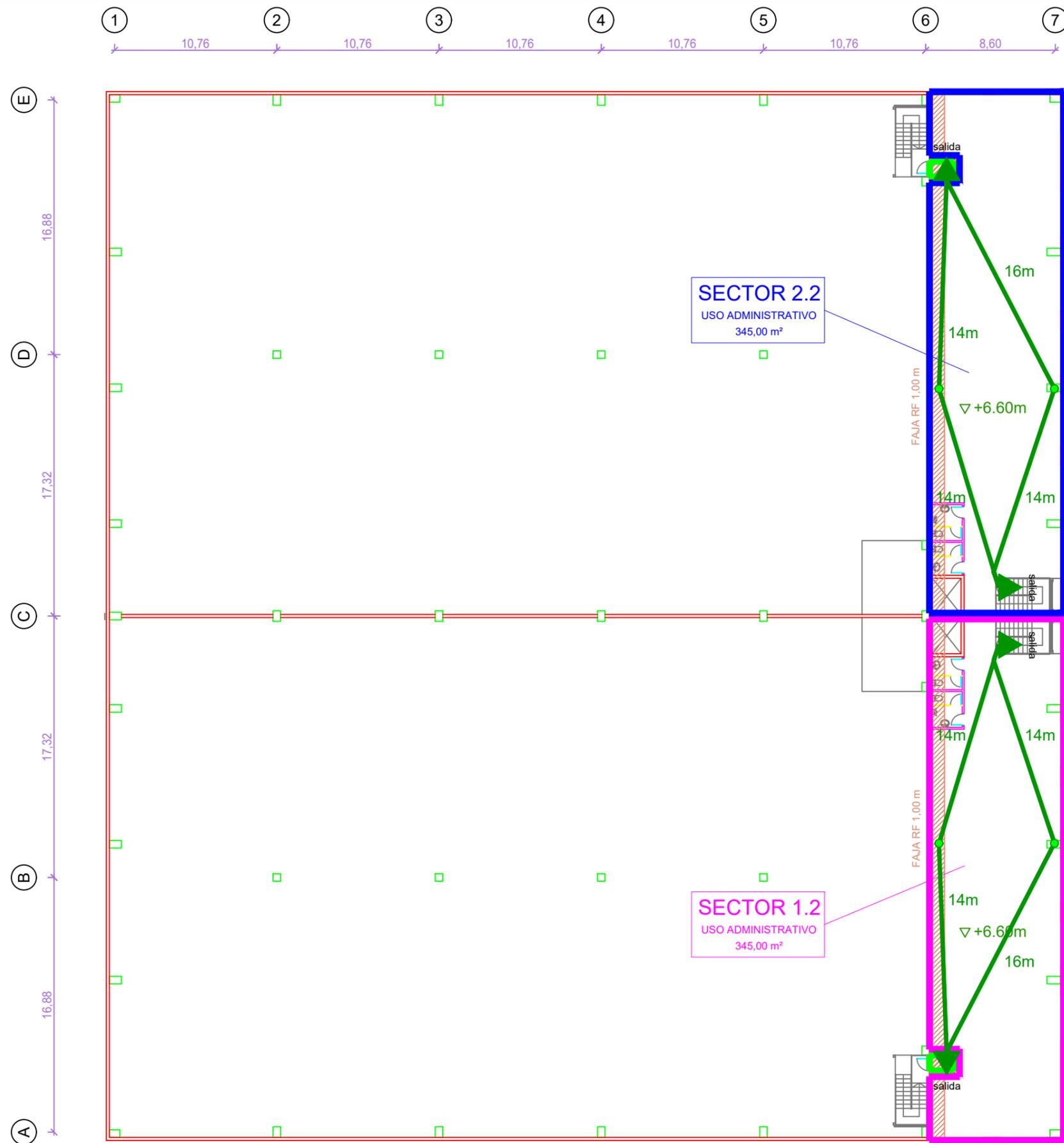
Nº Plano:

Autor: **Baran Aysli Boyacigil**

Escala: **1:300**

P.4





| LEYENDA SECTORIZACIÓN Y EVACUACIÓN | |
|--|-------------------------------|
| | SECTOR 1.1 USO INDUSTRIAL |
| | SECTOR 2.1. USO INDUSTRIAL |
| | SECTOR 1.2 USO ADMINISTRATIVO |
| | SECTOR 2.2 USO ADMINISTRATIVO |
| | VESTÍBULO DE INDEPENDENCIA |
| | FAJA RF90 1,00 m. |
| | FAJA RF60 1,00 m. |
| | RECORRIDO DE EVACUACIÓN |

SECTOR 2.2
USO ADMINISTRATIVO
345,00 m²

SECTOR 1.2
USO ADMINISTRATIVO
345,00 m²

TRABAJO FIN DE MASTER



Proyecto: **PROYECTO DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON USO LOGÍSTICO DE 5030 m² EN COLMENAR VIEJO**

Plano: **Evacuación entreplanta**

Autor: **Baran Ayasli Boyacigil**

Fecha: **Julio 2021**

Escala: **1:300**

Nº Plano: **P.5**

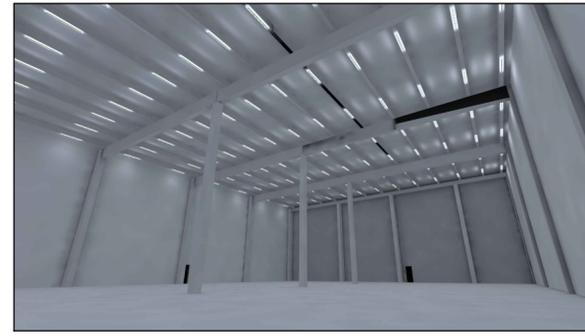
ILUMINACIÓN ARTIFICIAL



1) Vista exterior de la nave



2) Fachada principal y muelles del módulo 1



3) Interior de la zona de almacenamiento de un módulo



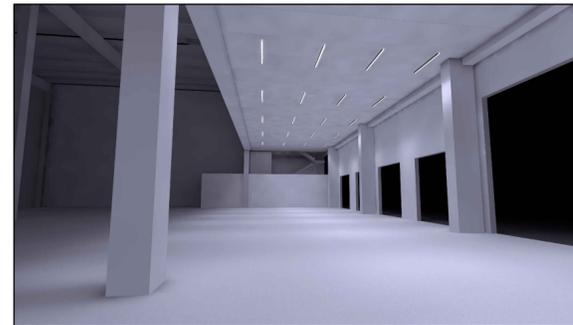
4) Al fondo oficinas y zona de carga



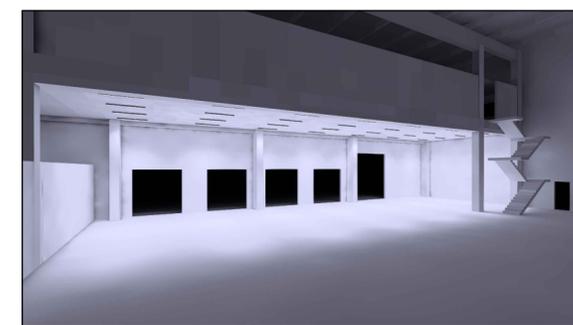
5) Vista interior de las oficinas



6) Entrada de recepción, planta baja



7) Iluminación de la zona de carga



8) Luminarias de la zona de carga

ILUMINACIÓN NATURAL



9) Luz natural en las oficinas



10) Luz natural en las zona de almacenamiento



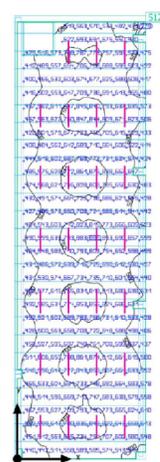
11) Luz natural visto desde la zona de carga



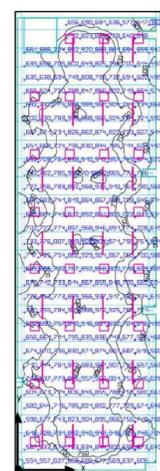
12) Entrada de luz natural en la recepción



Distribución de luz en la zona de almacenamiento

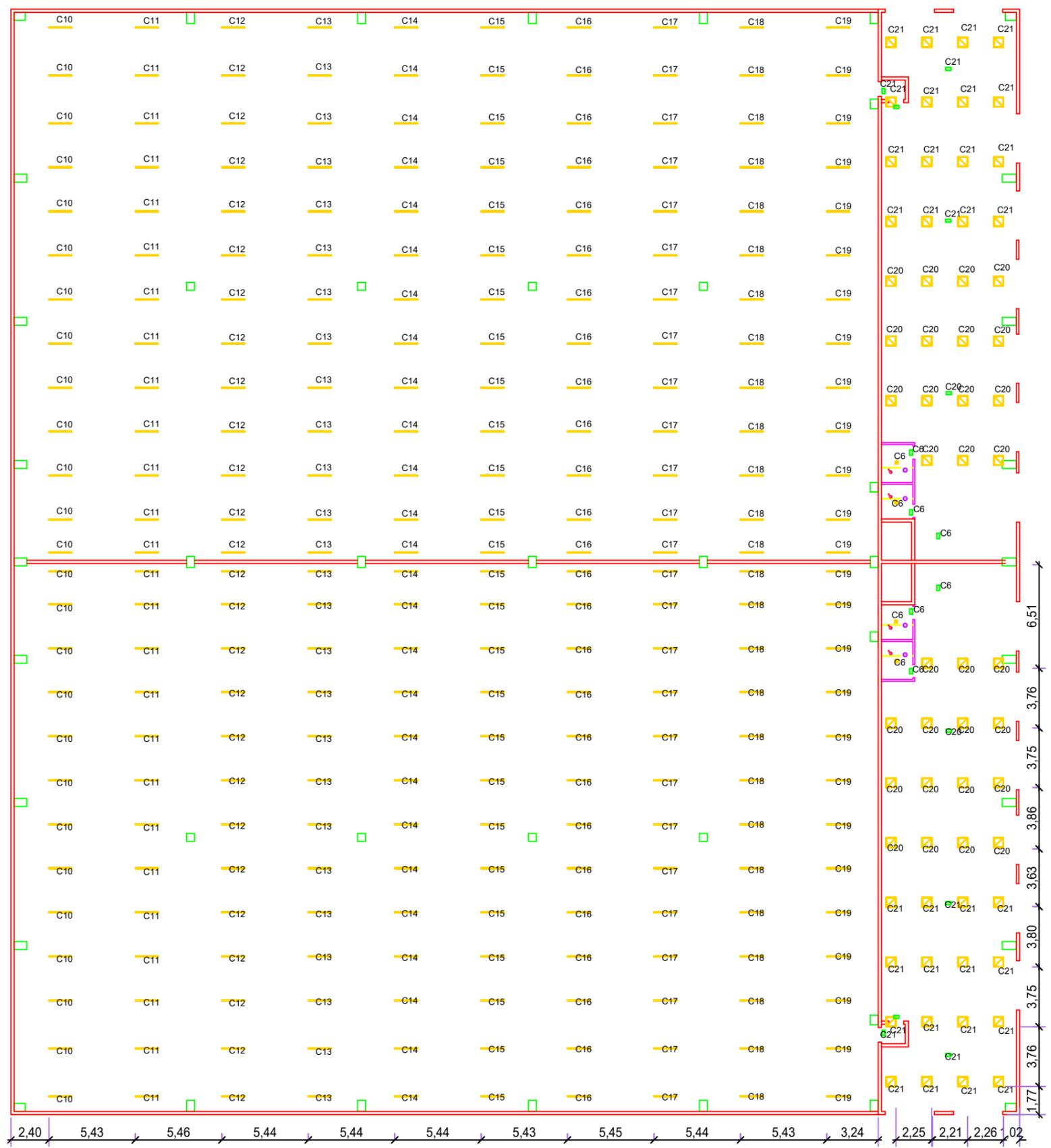


Distribución de luz en la zona de carga



Distribución de luz en las oficinas

| | | | |
|---|--|--|--|
| TRABAJO FIN DE MASTER | | Proyecto: | |
|   | | PROYECTO DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON USO LOGÍSTICO DE 5030 m² EN COLMENAR VIEJO | |
| Fecha: | | Escala: | |
| Julio 2021 | | S/E | |
| Plano: | | Nº Plano: | |
| Iluminación de la Nave | | | |
| Baran Ayasli Boyacigil | | E.1 | |
| | | Autor proyecto | |



| Leyenda | |
|---------|-----------------------------------|
| | atelje lyktan mamba 64 W |
| | Perf. in Lighting FLSB 600EL 35 W |
| | Rzb Ledona Square 18 W |
| | Luz de emergencia LED |
| | Detector de Presencia |
| | Interruptor Simple |
| | Conmutador Unipolar |
| | Caja de Control Contactores Nave |

TRABAJO FIN DE MASTER



Proyecto: **PROYECTO DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON USO LOGÍSTICO DE 5030 m² EN COLMENAR VIEJO**

Plano: **Distribución de luminarias de las oficinas y cubierta de la nave**

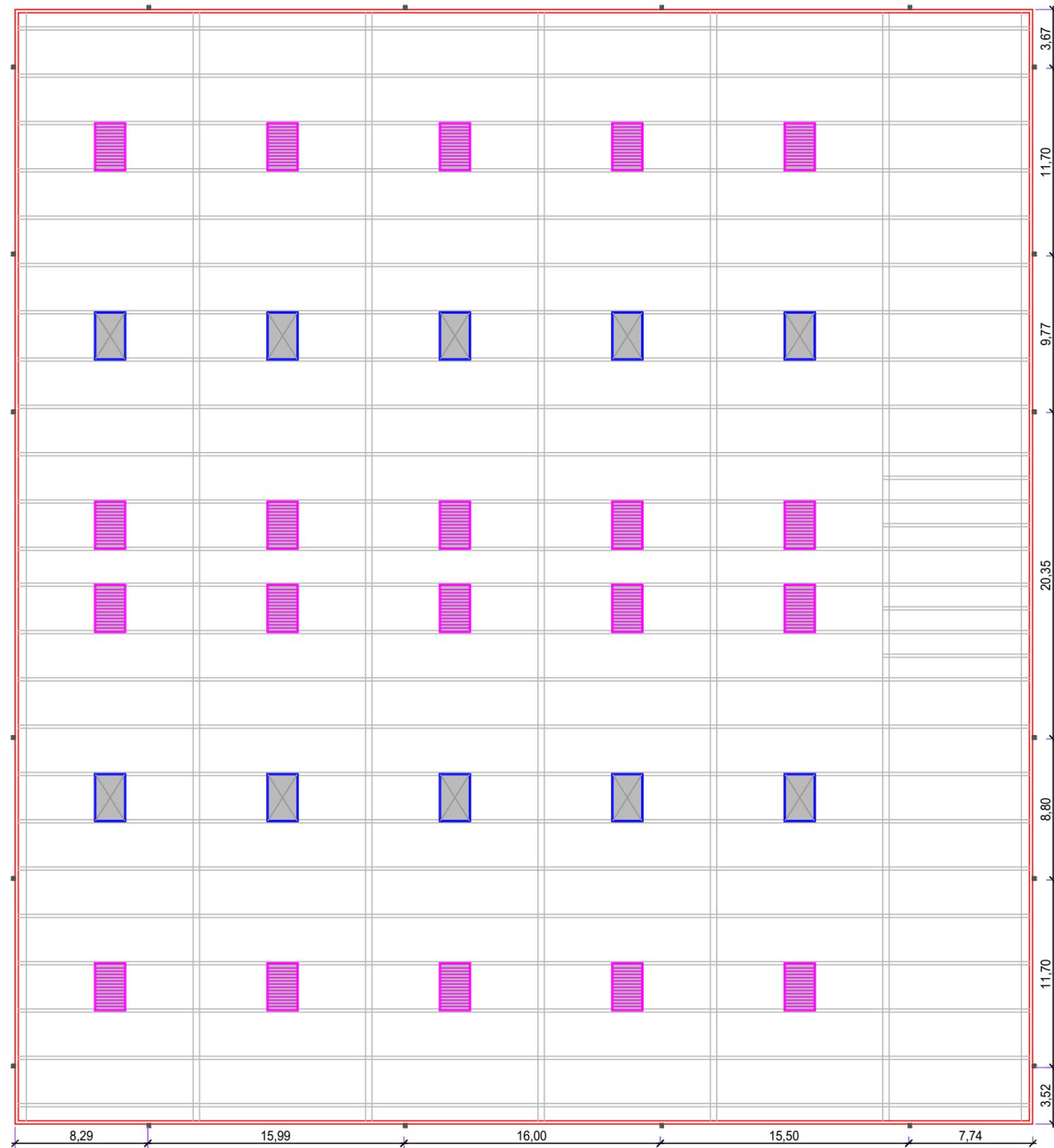
Autor: **Baran Aysli Boyacigil**

Fecha: **Julio 2021**

Escala: **1:300**

Nº Plano:

E.3



| Leyenda | |
|---------|------------------------|
| ■ | Simes Loft Parete 35 W |

TRABAJO FIN DE MASTER



Proyecto: **PROYECTO DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON USO LOGÍSTICO DE 5030 m² EN COLMENAR VIEJO**

Plano: **Distribución de luminarias en cubierta y fachada exterior**

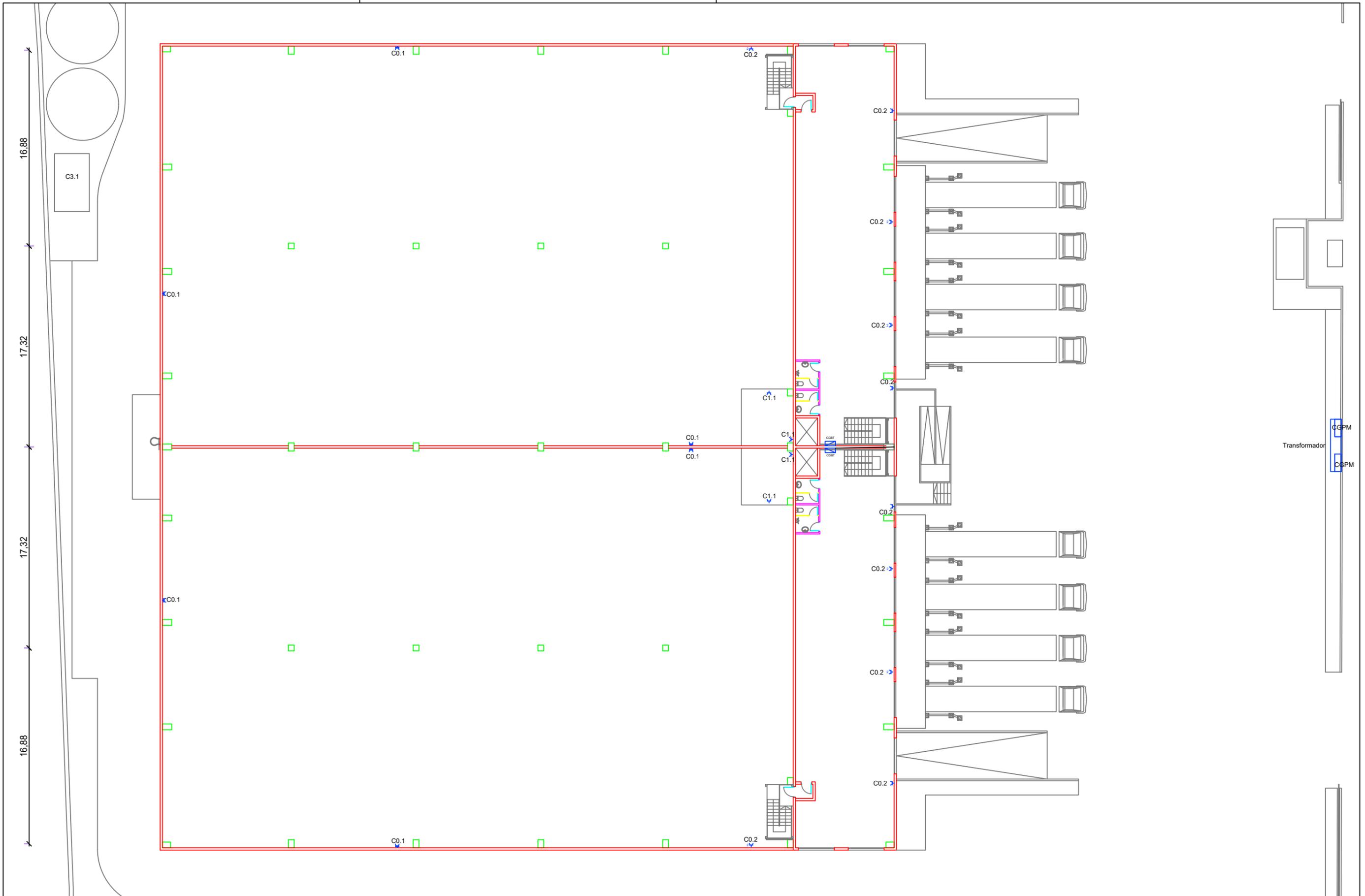
Autor: **Baran Ayasli Boyacigil**

Fecha: **Julio 2021**

Escala: **1:300**

Nº Plano:

E.4



TRABAJO FIN DE MASTER

Proyecto: **PROYECTO DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON USO LOGÍSTICO DE 5030 m² EN COLMENAR VIEJO**

Plano: **Circuitos eléctricos de la planta baja**

Fecha: **Julio 2021**

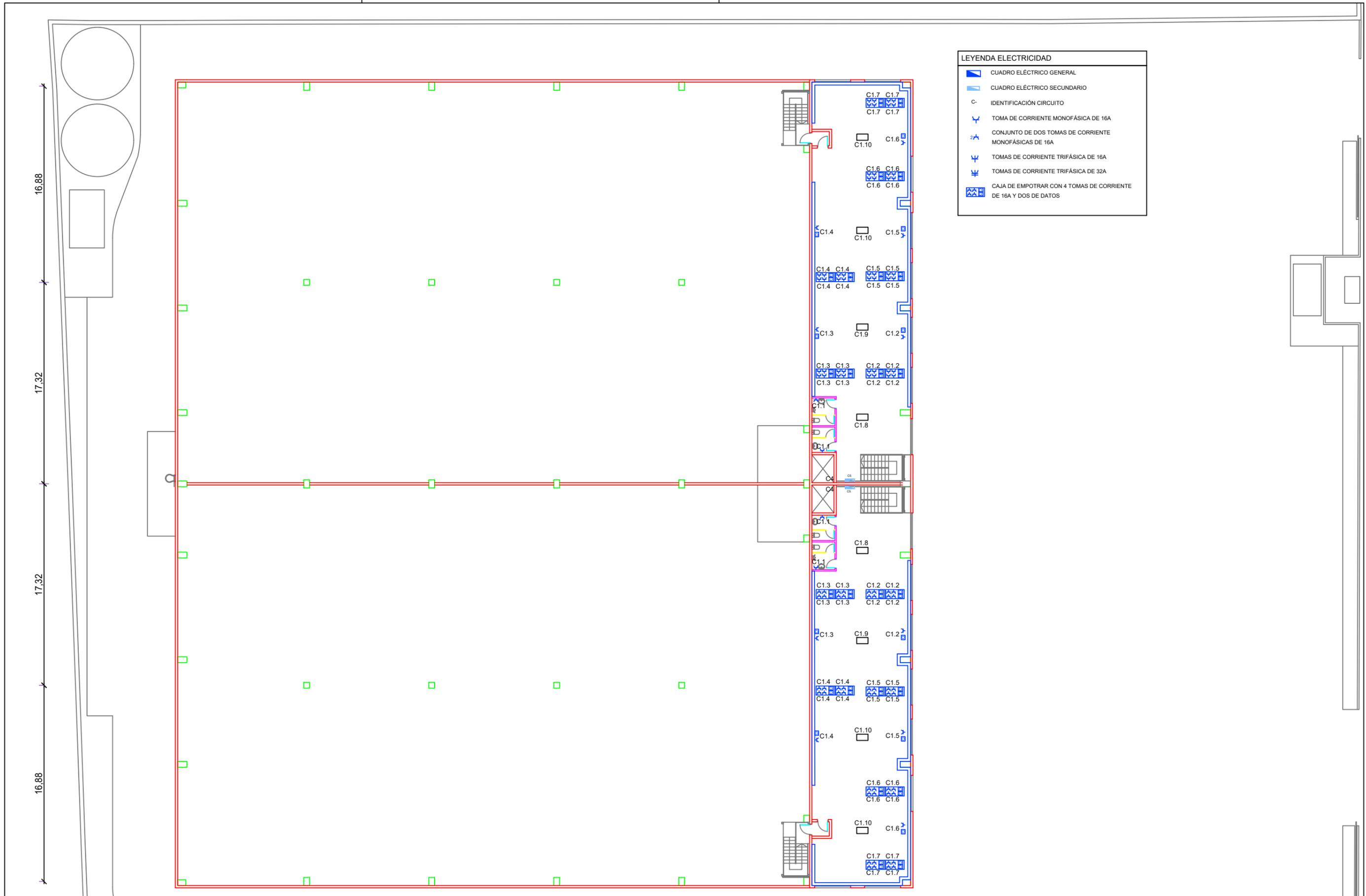
Nº Plano:

Autor: **Baran Ayasli Boyacigil**

Escala: **1:300**

E.5





| LEYENDA ELECTRICIDAD | |
|----------------------|---|
| | CUADRO ELÉCTRICO GENERAL |
| | CUADRO ELÉCTRICO SECUNDARIO |
| | IDENTIFICACIÓN CIRCUITO |
| | TOMA DE CORRIENTE MONOFÁSICA DE 16A |
| | CONJUNTO DE DOS TOMAS DE CORRIENTE MONOFÁSICAS DE 16A |
| | TOMAS DE CORRIENTE TRIFÁSICA DE 16A |
| | TOMAS DE CORRIENTE TRIFÁSICA DE 32A |
| | CAJA DE EMPOTRAR CON 4 TOMAS DE CORRIENTE DE 16A Y DOS DE DATOS |

TRABAJO FIN DE MASTER



Proyecto: **PROYECTO DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON USO LOGÍSTICO DE 5030 m² EN COLMENAR VIEJO**

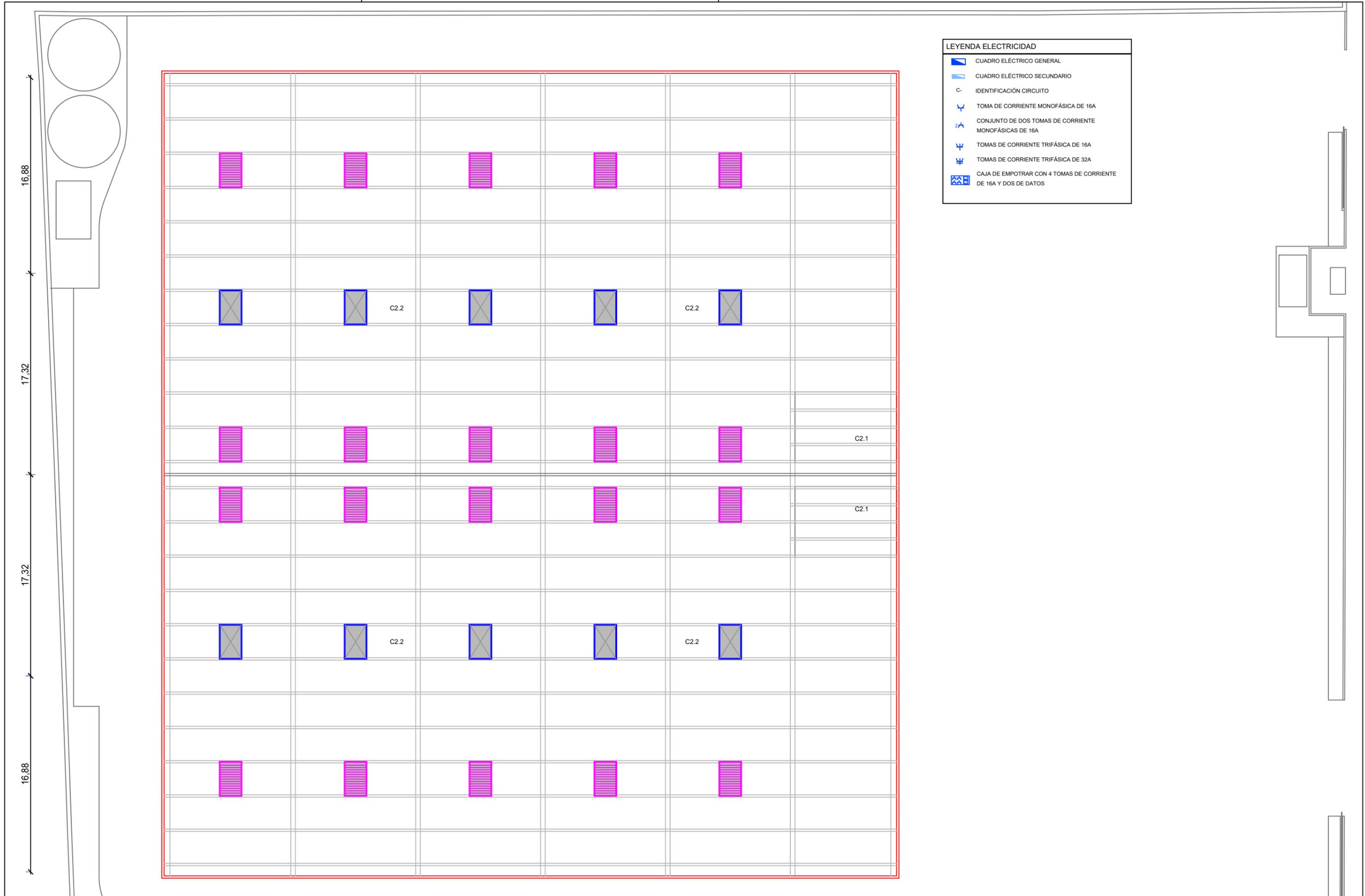
Plano: **Circuitos eléctricos de la entreplanta**

Autor: **Baran Ayasli Boyacigil**

Fecha: **Julio 2021**

Escala: **1:300**

Nº Plano: **E.6**



| LEYENDA ELECTRICIDAD | |
|----------------------|---|
| | CUADRO ELÉCTRICO GENERAL |
| | CUADRO ELÉCTRICO SECUNDARIO |
| C- | IDENTIFICACIÓN CIRCUITO |
| | TOMA DE CORRIENTE MONOFÁSICA DE 16A |
| | CONJUNTO DE DOS TOMAS DE CORRIENTE MONOFÁSICAS DE 16A |
| | TOMAS DE CORRIENTE TRIFÁSICA DE 16A |
| | TOMAS DE CORRIENTE TRIFÁSICA DE 32A |
| | CAJA DE EMPOTRAR CON 4 TOMAS DE CORRIENTE DE 16A Y DOS DE DATOS |

TRABAJO FIN DE MASTER



Proyecto: **PROYECTO DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON USO LOGÍSTICO DE 5030 m² EN COLMENAR VIEJO**

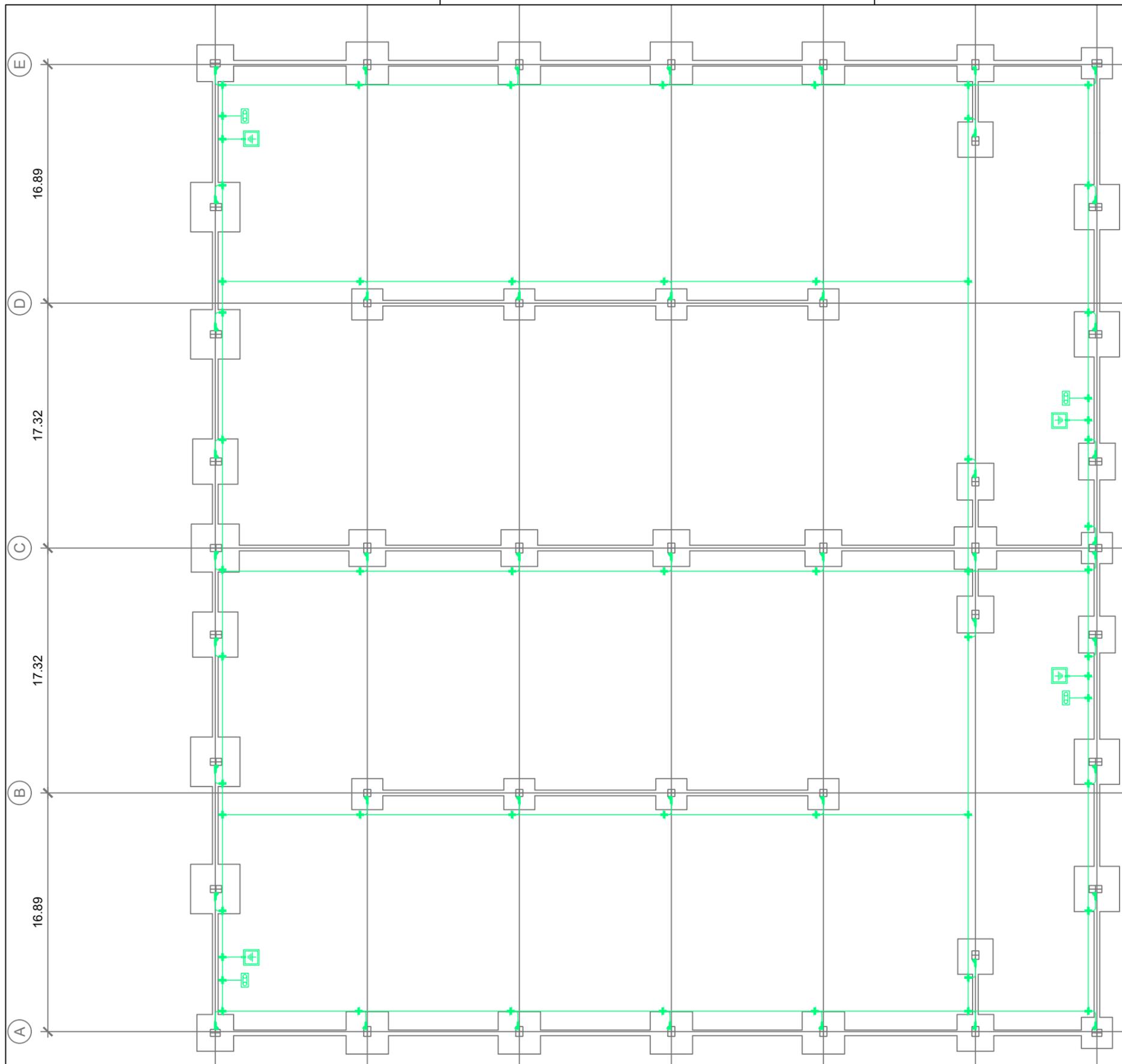
Plano: **Circuitos eléctricos de la cubierta**

Autor: **Baran Ayasli Boyacigil**

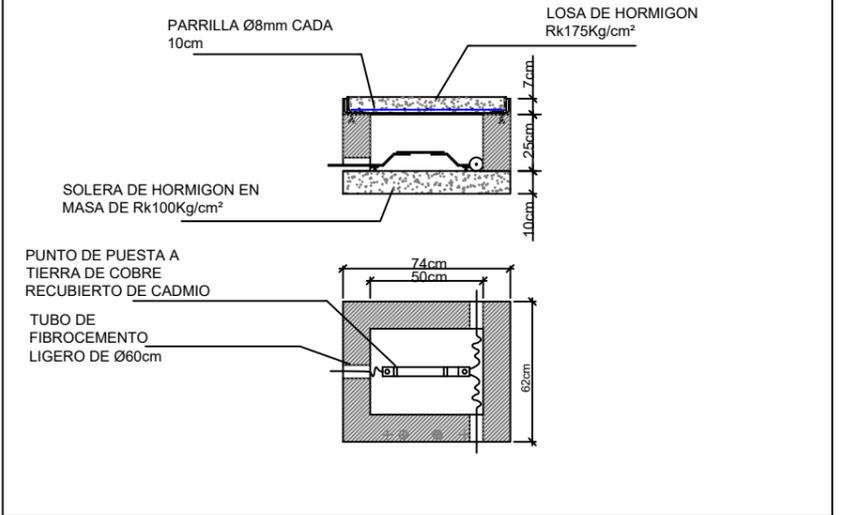
Fecha: **Julio 2021**

Escala: **1:300**

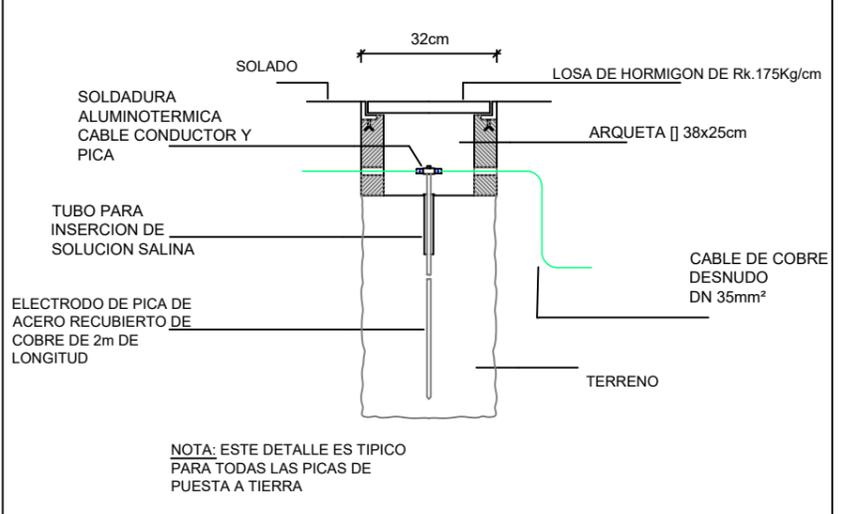
Nº Plano: **E.7**



DETALLE DE ARQUETA DE CONEXIÓN A TIERRA



PICA DE PUESTA A TIERRA EN ARQUETA



DETALLES DE SOLDADURAS CADWELL Y UNIONES

