



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial

Proyecto estructural de nave industrial de 2700 m²
destinada a selección de envases ligeros con capacidad de
5 t/h situada en la planta de
tratamiento de RSU de Caudete de las Fuentes (Valencia).
Diseño de instalaciones PCI, iluminación y climatización.

Trabajo Fin de Máster

Máster Universitario en Ingeniería Industrial (Acceso desde Grado
I. Mecánica)

AUTOR/A: Oleaga Gutiérrez, Pablo

Tutor/a: Cano Hurtado, Juan Jaime

Cotutor/a: Jaén Gómez, Pedro Ildelfonso

CURSO ACADÉMICO: 2021/2022

Máster Universitario en Ingeniería Industrial (Acceso desde Grado I. Mecánica)

AUTOR/A: Oleaga Gutiérrez, Pablo

Tutor/a: Cano Hurtado, Juan Jaime

Cotutor/a: Jaén Gómez, Pedro Ildfonso

CURSO ACADÉMICO: 2021/2022



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR INGENIERÍA
INDUSTRIAL VALENCIA

TRABAJO FIN DE MASTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

**PROYECTO ESTRUCTURAL DE NAVE
INDUSTRIAL DE 2700 M2 DESTINADA A
SELECCIÓN DE ENVASES LIGEROS CON
CAPACIDAD DE 5 T/H SITUADA EN LA
PLANTA DE TRATAMIENTO DE RSU DE
CAUDETE DE LAS FUENTES (VALENCIA).
DISEÑO DE INSTALACIONES PCI,
ILUMINACIÓN Y CLIMATIZACIÓN.**

AUTOR: PABLO OLEAGA GUTIÉRREZ

TUTOR: JUAN JAIME CANO HURTADO

Selección PEDRO ILDEFONSO JAÉN GÓMEZ

Curso Académico: 2021-22

AGRADECIMIENTOS

Aprovecho la ocasión para agradecer el apoyo de mi familia, compañeros y de los profesores del máster que se han involucrado en amenizar estos últimos años de pandemia.

RESUMEN

Este proyecto consiste, principalmente, en el diseño de una nave industrial destinada a la selección de envases ligeros. Atendiendo a las características particulares del proceso se plantea una distribución de planta, localización y solución estructural mediante CYPE 3D. Adicionalmente, se complementa con instalaciones de protección contra incendios, iluminación y climatización.

Palabras Clave: Estructura, CYPE3D, envases, PCI, iluminación, climatización.

RESUM

Aquest projecte consisteix, principalment, en el disseny d'una nau industrial destinada a la selecció d'envasos lleugers. Ateses les característiques particulars del procés es planteja una distribució de planta, localització i solució estructural mitjançant *CYPE 3D. Addicionalment, es complementa amb instal·lacions de protecció contra incendis, il·luminació i climatització.

Paraules clau: Estructura, CYPE3D, envasos, *PCI, il·luminació, climatització.

ABSTRACT

This project consists mainly of the design of an industrial building for the sorting of light packaging. Considering the particular characteristics of the process, a plant layout, location and structural solution is proposed using CYPE 3D. Additionally, it is complemented with fire protection, lighting and air conditioning installations.

Keywords: Structure, CYPE3D, packaging, fire installation, lightning, air conditioning,.

ÍNDICE

MEMORIA.....	16
CAPÍTULO 1. Objeto del trabajo	17
CAPÍTULO 2. Introducción al proyecto	18
2.1. Antecedentes	18
2.2. Motivación.....	19
2.3. Justificación	19
CAPÍTULO 3. Proceso productivo y requerimientos funcionales	20
3.1. Proceso productivo.....	20
3.2. Distribución en planta	21
3.3. Requerimientos funcionales de la edificación.....	24
CAPÍTULO 4. Localización, emplazamiento y condiciones urbanísticas	26
4.1. Localización y condiciones urbanísticas	26
4.2. Ordenación de la parcela.....	28
CAPÍTULO 5. Normativa aplicada	29
CAPÍTULO 6. Descripción de la solución constructiva	30
6.1. Cimentación.....	30
6.2. Solera.....	30
6.3. Estructura	31
6.4. Cerramientos.....	32
6.5. Instalaciones, ventilación y pluviales	33
ANEXO I. Normativa urbanística.....	39
ANEXO II. Cálculos	41
1. Modelo estructural.....	42
2. Materiales.....	43
3. Acciones sobre el edificio	43
4. Estructura	49
4.1. Pórtico interior	49
4.2. Pórtico de fachada.....	59

4.3. Sistema de arriostramiento	72
4.3.1. Viga contraviento	72
4.3.2. Arriostramiento lateral	76
4.3.3. Arriostramiento en fachada	82
4.4 Correas	84
4.5. Placas de anclaje.....	87
5. Cimentaciones	95
ANEXO III INSTALACIÓN PCI	100
1. Introducción	101
2. Sectorización, cálculo de NRI y carga de fuego	101
3. Condicionantes estructurales y constructivos.....	103
4. Evacuación, ventilación de humos y elementos de instalación	104
5. Cálculo de aireadores de extracción natural.....	106
ANEXO IV ILUMINACIÓN	111
1. Introducción	112
2. Requisitos de iluminación.....	112
3. Iluminación artificial	113
4. Iluminación natural	119
ANEXO V CLIMATIZACIÓN	122
1. Introducción	123
2. Descripción de los locales.....	123
3. Ventilación.....	123
4. Cargas térmicas	125
5. Elección del sistema de climatización	129
MEDICIONES Y PRESUPUESTO.....	135
1. Cuadro de precios descompuestos	136
2. Mediciones y presupuesto	145
3. Indicadores y resumen general del presupuesto	157
PLANOS.....	159

LISTADO DE PLANOS

1. Localización y emplazamiento
2. Distribución en planta
3. Ordenación de la parcela
4. Replanteo
5. Planta de cimentación
 - 5.1. Cimentación
 - 5.2. Detalles de zapatas, vigas de atado y placas de anclaje
6. Estructura
 - 6.1. Pórtico interior
 - 6.2. Pórtico de fachada
 - 6.3. Estructura de fachadas laterales
 - 6.4. Estructura de cubierta
 - 6.5. Sistemas de arriostramiento
7. Fachadas frontales y laterales
8. Cubierta. Ventilación e iluminación natural
9. Detalles de cerramientos, canalón y bajantes de pluviales
10. Protección contra incendios
11. Iluminación
12. Climatización

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1 Plantas de selección de envases ligeros existentes en la CV</i>	19
<i>Tabla 2 Estimación del área mínima necesaria por el proceso</i>	23
<i>Tabla 3 Ocupación de la parcela</i>	27
<i>Tabla 4 Secciones en firme para categoría de tráfico pesado T42 y explanada E3 (norma 6.1 IC)</i>	31
<i>Tabla 5 Diámetros de canalones semicirculares (CTE)</i>	35
<i>Tabla 6 Diámetros de bajantes de aguas pluviales (CTE)</i>	35
<i>Tabla 7 Diámetros para colectores de tipo mixto (CTE)</i>	36
<i>Tabla 8 Diámetros mínimos necesarios en colectores</i>	36
<i>Tabla 9 E.L.U. de rotura para hormigón en cimentaciones (CYPE)</i>	47
<i>Tabla 10 E.L.U. de rotura para acero conformado y laminado (CYPE)</i>	47
<i>Tabla 11 Tensiones sobre el terreno (CYPE)</i>	48
<i>Tabla 12 Desplazamientos (CYPE)</i>	48
<i>Tabla 13 Comprobación de resistencia del pórtico interior 2 (CYPE)</i>	50
<i>Tabla 14 Flechas del pórtico interior 2 (CYPE)</i>	51
<i>Tabla 15 Comprobaciones de E.L.U. del pórtico interior 2 (CYPE)</i>	51
<i>Tabla 16 Comprobación de resistencia del pórtico interior 6 (CYPE)</i>	52
<i>Tabla 17 Flechas del pórtico interior 6 (CYPE)</i>	52
<i>Tabla 18 Comprobaciones de E.L.U. del pórtico interior 6 (CYPE)</i>	52
<i>Tabla 19 Componentes de unión entre jácenas en pórticos interiores, tipo 4 (CYPE)</i>	54
<i>Tabla 20 Comprobaciones de resistencia de unión entre jácenas en pórticos interiores, tipo 4 (CYPE)</i>	54
<i>Tabla 21 Medición de chapas y soldaduras en unión entre jácenas en pórticos interiores, tipo 4 (CYPE)</i>	55
<i>Tabla 22 Componentes de unión entre jácena y pilar en pórticos interiores, tipo 3 (CYPE)</i>	56
<i>Tabla 23 Comprobaciones de pilar IPE 550 en unión tipo 3 (CYPE)</i>	57
<i>Tabla 24 Comprobaciones de jácena IPE 550 en unión tipo 3 (CYPE)</i>	58
<i>Tabla 25 Comprobaciones de vigas IPE 220 en unión tipo 3 (CYPE)</i>	58
<i>Tabla 26 Medición de chapas y soldaduras en unión entre jácena y pilar en pórticos interiores, tipo 3 (CYPE)</i>	59
<i>Tabla 27 Comprobación de resistencia del pórtico de fachada (CYPE)</i>	62

<i>Tabla 28 Flechas de pórtico de fachada (CYPE)</i>	62
<i>Tabla 29 Comprobaciones de E.L.U. del pórtico de fachada (CYPE)</i>	62
<i>Tabla 30 Componentes de unión entre jácena y pilar en pórticos de fachada, tipo 7 (CYPE)</i>	64
<i>Tabla 31 Comprobaciones de pilar IPE 450 en unión tipo 7 (CYPE)</i>	65
<i>Tabla 32 Comprobaciones de viga IPE 300 en unión tipo 7 (CYPE)</i>	65
<i>Tabla 33 Medición de chapas y soldaduras en unión entre jácena y pilar en pórticos de fachada, tipo 7 (CYPE)</i>	66
<i>Tabla 34 Componentes de unión entre jácena y pilar en pórticos de fachada, tipo 8 (CYPE)</i>	67
<i>Tabla 35 Comprobaciones de viga IPE 300 en unión tipo 8 (CYPE)</i>	67
<i>Tabla 36 Comprobaciones de pilar IPE 400 en unión tipo 8 (CYPE)</i>	68
<i>Tabla 37 Medición de chapas y soldaduras en unión entre jácena y pilar en pórticos de fachada, tipo 8 (CYPE)</i>	68
<i>Tabla 38 Componentes de unión entre jácena y pilar en pórticos de fachada, tipo 9 (CYPE)</i>	70
<i>Tabla 39 Comprobaciones de pilar IPE 450 en unión tipo 9 (CYPE)</i>	71
<i>Tabla 40 Comprobaciones de viga IPE 300 en unión tipo 9 (CYPE)</i>	71
<i>Tabla 41 Medición de chapas y soldaduras en unión entre jácena y pilar en pórticos de fachada, tipo 9 (CYPE)</i>	71
<i>Tabla 42 Comprobación de resistencia de viga contraviento (CYPE)</i>	73
<i>Tabla 43 Flechas de viga contraviento (CYPE)</i>	74
<i>Tabla 44 Comprobaciones de E.L.U. de viga contraviento (CYPE)</i>	75
<i>Tabla 45 Comprobación de resistencia de arriostamiento lateral (CYPE)</i>	77
<i>Tabla 46 Flechas de arriostamiento lateral (CYPE)</i>	78
<i>Tabla 47 Comprobaciones de E.L.U. de arriostamiento lateral (CYPE)</i>	79
<i>Tabla 48 Componentes de unión entre viga perimetral y pilar, tipo 7 (CYPE)</i>	80
<i>Tabla 49 Comprobaciones de pilar IPE 550 en unión tipo 7 (CYPE)</i>	81
<i>Tabla 50 Comprobaciones de viga horizontal IPE 220 en unión tipo 7 (CYPE)</i>	81
<i>Tabla 51 Medición de chapas y soldaduras en unión entre viga perimetral y pilar, tipo 7 (CYPE)</i>	81
<i>Tabla 52 Comprobación de resistencia de arriostamiento en fachada (CYPE)</i>	83
<i>Tabla 53 Flechas de arriostamiento en fachada (CYPE)</i>	83
<i>Tabla 54 Comprobaciones de E.L.U. de arriostamiento en fachada (CYPE)</i>	83
<i>Tabla 55 Resistencia y flecha de correas de cubierta (CYPE)</i>	86
<i>Tabla 56 Resistencia y flecha de correas laterales (CYPE)</i>	86

<i>Tabla 57 Componentes de placa de anclaje, tipo 1 (CYPE)</i>	89
<i>Tabla 58 Comprobación de IPE 300 en placa de anclaje, tipo 1 (CYPE)</i>	89
<i>Tabla 59 Comprobación de placa de anclaje, tipo 1 (CYPE)</i>	90
<i>Tabla 60 Medición de placa de anclaje, tipo 1 (CYPE)</i>	91
<i>Tabla 61 Componentes de placa de anclaje, tipo 2 (CYPE)</i>	92
<i>Tabla 62 Comprobación de IPE 550 en placa de anclaje, tipo 2 (CYPE)</i>	92
<i>Tabla 63 Comprobación de placa de anclaje, tipo 2 (CYPE)</i>	93
<i>Tabla 64 Medición de placa de anclaje, tipo 2 (CYPE)</i>	94
<i>Tabla 65 Comprobaciones de zapata lateral más desfavorable (CYPE)</i>	96
<i>Tabla 66 Comprobación de zapata de fachada más desfavorable (CYPE)</i>	98
<i>Tabla 67 Geometría de vigas de atado (CYPE)</i>	98
<i>Tabla 68 Comprobación de viga de atado tipo 1 (CYPE)</i>	99
<i>Tabla 69 Comprobación de viga de atado tipo 2 (CYPE)</i>	99
<i>Tabla 70 Sectorización inicial</i>	101
<i>Tabla 71 Valores del coeficiente de peligrosidad por combustibilidad (RSCIEI)</i>	102
<i>Tabla 72 NRI para densidad de carga de fuego ponderada y corregida (RSCIEI)</i>	102
<i>Tabla 73 Extracto de la tabla 1.2 del RD 2267/2004 (RSCIEI)</i>	103
<i>Tabla 74 Estabilidad al fuego de caso excepcional de cubiertas ligera para estructuras portantes (RSCIEI)</i>	103
<i>Tabla 75 Recorridos de evacuación según RSCIEI</i>	105
<i>Tabla 76 BIEs necesarias para cada NRI (RSCIEI)</i>	105
<i>Tabla 77 Dotación de extintores portátiles en sectores de incendio con carga de fuego aportada por combustibles tipo A (RSCIEI)</i>	106
<i>Tabla 78 Características de incendio en edificios de almacenamiento en altura (UNE 23585:2017)</i> .	107
<i>Tabla 79 Requisitos de iluminación media (UNE-EN 12464)</i>	112
<i>Tabla 80 Iluminación en playa de descarga (DIALUX)</i>	113
<i>Tabla 81 Iluminación en zona de proceso (DIALUX)</i>	114
<i>Tabla 82 Iluminación en baños (DIALUX)</i>	115
<i>Tabla 83 Iluminación en pasillo de zona de oficinas (DIALUX)</i>	115
<i>Tabla 84 Iluminación en oficinas (DIALUX)</i>	116
<i>Tabla 85 Iluminación en comedor (DIALUX)</i>	117
<i>Tabla 86 Iluminación en cabina de triaje secundario (DIALUX)</i>	117

<i>Tabla 87 Iluminación en cabina de voluminosos</i>	118
<i>Tabla 88 Coeficientes geométricos de luminarias</i>	118
<i>Tabla 89 Potencia consumida en iluminación artificial</i>	119
<i>Tabla 90 Iluminación natural (DIALUX)</i>	121
<i>Tabla 91 Características de locales climatizados</i>	123
<i>Tabla 92 Caudales de aire exterior según método indirecto (RITE)</i>	124
<i>Tabla 93 Caudales de aire necesarios</i>	124
<i>Tabla 94 Clases de filtración (RITE)</i>	124
<i>Tabla 95 Condiciones interiores de diseño (RITE)</i>	125
<i>Tabla 96 Valores de carga por ocupación según tipo de actividad</i>	125
<i>Tabla 97 Valores de carga por ocupación</i>	126
<i>Tabla 98 Valores de carga por iluminación</i>	126
<i>Tabla 99 Cargas de equipos</i>	126
<i>Tabla 100 Valores límite de transmitancia térmica, U_{lim} (W/m²K)</i>	127
<i>Tabla 101 Valores de transmitancia térmica para pared</i>	127
<i>Tabla 102 Temperaturas exteriores de diseño</i>	128
<i>Tabla 103 Hoja de carga, verano</i>	128
<i>Tabla 104 Hoja de carga, invierno</i>	128
<i>Tabla 105 Potencias necesarias</i>	129
<i>Tabla 106 Caudales de impulsión requeridos</i>	131
<i>Tabla 107 Espesor de aislamiento de conductos (RITE)</i>	131
<i>Tabla 108 Circuito de ventilación</i>	132
<i>Tabla 109 Cargas térmicas por conductos</i>	133
<i>Tabla 110 Elementos de la UTA seleccionados</i>	133
<i>Tabla 111 Selección de ventiladores</i>	134

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

<i>Ilustración 1 Tratamiento de residuos en 2019 según Eurostat</i>	18
<i>Ilustración 2 Evolución del uso del contenedor amarillo en España (Ecoembes)</i>	19
<i>Ilustración 3 Diagrama de proceso para planta de selección con capacidad de 5 t/h</i>	20
<i>Ilustración 4 Distribución de planta</i>	23
<i>Ilustración 5 Distribución de planta con detalle</i>	23
<i>Ilustración 6 Población en la Comunidad Valenciana</i>	26
<i>Ilustración 7 Localización de plantas de envases existentes/ Zonas aptas en la provincia de Valencia. (Conselleria de Medio Ambiente)</i>	26
<i>Ilustración 8 Localización del polígono</i>	27
<i>Ilustración 9 Parcela elegida</i>	27
<i>Ilustración 10 Ordenación de la parcela</i>	28
<i>Ilustración 11 Cimentación</i>	30
<i>Ilustración 12 Solera pesada (NTE)</i>	31
<i>Ilustración 13 Estructura</i>	32
<i>Ilustración 14 Panel tipo sandwich para cubiertas</i>	32
<i>Ilustración 15 Panel tipo sándwich para fachadas laterales</i>	33
<i>Ilustración 16 Modelo de aireador G-500 para ventilación natural (INCOPERFIL)</i>	33
<i>Ilustración 17 Distribución de ventiladores</i>	34
<i>Ilustración 18 Ventada de lamas F-130 de entrada de aire de ventilación (INCOPERFIL)</i>	34
<i>Ilustración 19 Isoyeta correspondiente a Caudete de las fuentes (CTE/IVE)</i>	34
<i>Ilustración 20 Distribución de canalones y bajantes (EP)</i>	35
<i>Ilustración 21 Esquema de red de saneamiento simplificado</i>	36
<i>Ilustración 22 Dimensiones del pórtico (CYPE)</i>	42
<i>Ilustración 23 Modelo estructural (CYPE)</i>	42
<i>Ilustración 24 Cargas permanentes sobre la cubierta en pórtico interior (kN/m)</i>	43
<i>Ilustración 25 Sobrecarga de uso en pórtico interior (kN/m)</i>	43
<i>Ilustración 26 Valor básico de la velocidad del viento</i>	44
<i>Ilustración 27 Sobrecarga debida a viento lateral desde la izquierda, presión exterior tipo 1 presión interior (kN/m)</i>	45

<i>Ilustración 28 Sobrecarga debida a viento lateral desde la izquierda, presión exterior tipo 1 succión interior (kN/m).....</i>	<i>45</i>
<i>Ilustración 29 Sobrecarga debida a viento frontal, presión exterior tipo 1 sin acción en el interior (kN/m)</i>	<i>45</i>
<i>Ilustración 30 Sobrecarga de nieve en estado inicial (kN/m)</i>	<i>46</i>
<i>Ilustración 31 Sobrecarga de nieve en redistribución 1 (kN/m)</i>	<i>46</i>
<i>Ilustración 32 Pórtico interior (CYPE)</i>	<i>49</i>
<i>Ilustración 33 Coeficientes de pandeo y de momentos en jácena y pilar de pórtico interior, respectivamente (CYPE).....</i>	<i>49</i>
<i>Ilustración 34 Coeficientes de momento equivalente para plano XY, XZ respectivamente en el pilar y jácena del pórtico interior.</i>	<i>50</i>
<i>Ilustración 35 Detalle de unión entre jácenas en pórticos interiores, tipo 4 (CYPE).....</i>	<i>53</i>
<i>Ilustración 36 Simbología de soldaduras (CYPE)</i>	<i>53</i>
<i>Ilustración 37 Detalle de unión entre jácena y pilar en pórticos interiores, tipo 3 (CYPE)</i>	<i>55</i>
<i>Ilustración 38 Pórtico de fachada (CYPE)</i>	<i>59</i>
<i>Ilustración 39 Coeficientes de pandeo y de momentos en jácena, pilar intermedio inferior, pilar lateral inferior, pilar intermedio superior y pilar lateral superior de fachada, respectivamente (CYPE).....</i>	<i>60</i>
<i>Ilustración 40 Momentos flectores en una barra empotrada apoyada bajo carga uniforme.....</i>	<i>61</i>
<i>Ilustración 41 Valor de c_{mi} debido únicamente a flexión por peso propio en plano xz.....</i>	<i>61</i>
<i>Ilustración 42 Detalle de unión entre jácena y pilar en pórticos de fachada, tipo 7 (CYPE).....</i>	<i>63</i>
<i>Ilustración 43 Detalle de unión entre jácena y pilar en pórticos de fachada, tipo 8 (CYPE).....</i>	<i>66</i>
<i>Ilustración 44 Detalle de unión entre jácena y pilar en pórticos de fachada, tipo 9 (CYPE).....</i>	<i>69</i>
<i>Ilustración 45 Viga contraviento en plano de faldón (CYPE)</i>	<i>72</i>
<i>Ilustración 46 Coeficientes de pandeo y momentos en montantes de cubierta (CYPE)</i>	<i>72</i>
<i>Ilustración 47 Arriostramiento lateral (CYPE).....</i>	<i>76</i>
<i>Ilustración 48 Coeficientes de pandeo de vigas perimetrales, montantes, pilar inferior y superior de pórticos arriostrados respectivamente (CYPE)</i>	<i>76</i>
<i>Ilustración 49 Detalle de unión entre pilar y viga perimetral, tipo 7 (CYPE)</i>	<i>80</i>
<i>Ilustración 50 Arriostramiento en fachada (CYPE)</i>	<i>82</i>
<i>Ilustración 51 Modelización de correas para dos vanos de continuidad.....</i>	<i>84</i>
<i>Ilustración 52 Dimensionamiento de correas de cubierta</i>	<i>84</i>
<i>Ilustración 53 Dimensionamiento de correas laterales</i>	<i>85</i>
<i>Ilustración 54 Distribución de correas de cubierta y laterales</i>	<i>85</i>

<i>Ilustración 55 Detalle de placa de anclaje, tipo 1 (CYPE)</i>	88
<i>Ilustración 56 Detalle de placa de anclaje, tipo 2 (CYPE)</i>	91
<i>Ilustración 57 Cimentaciones (CYPE)</i>	95
<i>Ilustración 58 Estabilidad al fuego de elementos portantes</i>	104
<i>Ilustración 59 Resistencia al fuego de elementos de cerramiento</i>	104
<i>Ilustración 60 Recorridos de evacuación y elementos de instalación</i>	106
<i>Ilustración 61 Zonas no permitidas en fachadas laterales para colocación de aberturas de admisión (UNE 23585:2017)</i>	109
<i>Ilustración 62 Exutorios para evacuación de humos (Eura Excellent)</i>	110
<i>Ilustración 63 Distribución de exutorios en fachada frontal</i>	110
<i>Ilustración 64 Modelado estimado del proceso (DIALUX)</i>	113
<i>Ilustración 65 Situación de lucernarios en cubierta</i>	119
<i>Ilustración 66 Esquema de sistema propuesto</i>	129
<i>Ilustración 67 Distribución de circuitos de ventilación</i>	130
<i>Ilustración 68 Conducto rectangular de ventilación aislado con lana de vidrio (ISOVER)</i>	131
<i>Ilustración 69 Válvula TVT (TROX España)</i>	132

MEMORIA

CAPÍTULO 1. OBJETO DEL TRABAJO

El principal objetivo del proyecto es el diseño estructural de una nave que permita albergar la actividad de selección de envases ligeros. Para ello será necesario establecer una distribución de planta y localización acordes. También se complementa el documento con la realización de 3 instalaciones: protección contra incendios, iluminación y climatización.

CAPÍTULO 2. INTRODUCCIÓN AL PROYECTO

2.1. ANTECEDENTES

El reciclaje de residuos domésticos, junto al control de su generación, es esencial para la consecución de los ODS de la agenda 2030; principalmente para el número 12 (Producción y consumo responsables). En la Unión Europea, según datos del Eurostat, se estima que desde 1995 se han incrementado en un 182% los kg de material reciclado por persona [1].

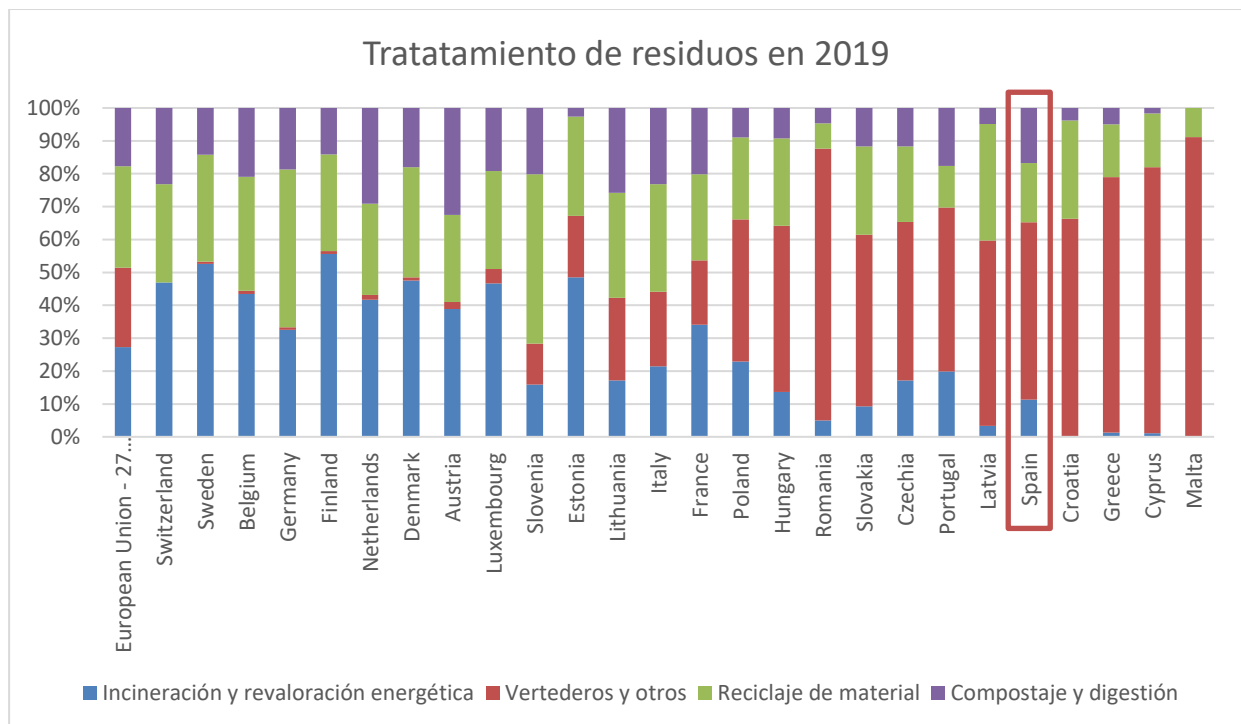


Ilustración 1 Tratamiento de residuos en 2019 según Eurostat

España, con un porcentaje de reciclaje de aproximadamente el 35%, ha incumplido los objetivos de la Ley de residuos de 2011, que establecía un mínimo del 50% para el tratamiento de los desechos domésticos.

Por ello, la presión de la Comisión Europea ha provocado la redacción de un nuevo anteproyecto de ley de residuos, con unas nuevas metas del 55% para 2025, 60% para 2030 y del 65% para 2035 [2]. Unos objetivos ambiciosos que dependerán en gran medida de la implantación de mejores sistemas de gestión de residuos.

2.2. MOTIVACIÓN

Aprovechando el apogeo de la recogida de envases domésticos en España durante los últimos años (plásticos, latas, bricks...) [3], planteamos la elaboración de una nueva planta de selección de envases ligeros, la cual supone el paso previo para su posterior reciclaje.

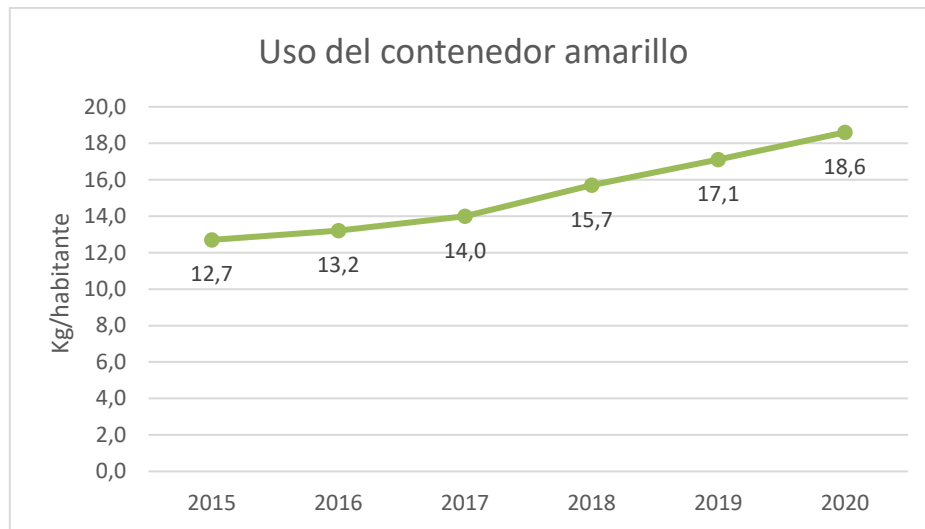


Ilustración 2 Evolución del uso del contenedor amarillo en España (Ecoembes)

2.3. JUSTIFICACIÓN

Las características propuestas para la realización del proyecto son las siguientes.

- Situación en la Comunidad Valenciana. Actualmente existen 5 plantas de selección de envases ligeros en funcionamiento [4]. Además, se prevé una tendencia de crecimiento de recogida en la Comunidad Valenciana que continuará en 2021 y 2022 [5].

Planta	Picassent	Alzira	Castellón	Benidorm	Els Cremats
Gestor	VAERSA	VAERSA	VAERSA	VAERSA	Consorcio de residuos del Baix Vinalopó

Tabla 1 Plantas de selección de envases ligeros existentes en la CV

- Elección de una planta automática. La automatización de la selección de envases es una tendencia cada vez más atractiva debido al incremento de la eficiencia. En España, más de 60 plantas han optado por esta tipología frente a un total de 95 [6].
- Capacidad de tratamiento de 5 t/h, similar a la que posee la actual planta de Arico del Complejo Ambiental de Tenerife (CAT), de la cual se han obtenido los datos referidos a maquinaria necesaria y requisitos técnicos y cuyas instalaciones han sido ampliadas recientemente.

CAPÍTULO 3. PROCESO PRODUCTIVO Y REQUERIMIENTOS FUNCIONALES

3.1. PROCESO PRODUCTIVO

El proceso industrial de una planta de selección de envases ligeros está dividido en 4 etapas diferenciadas: recepción y almacenamiento, pretratamiento, selección de materiales y controles de calidad/adecuación de materiales seleccionados/gestión del rechazo. [7].

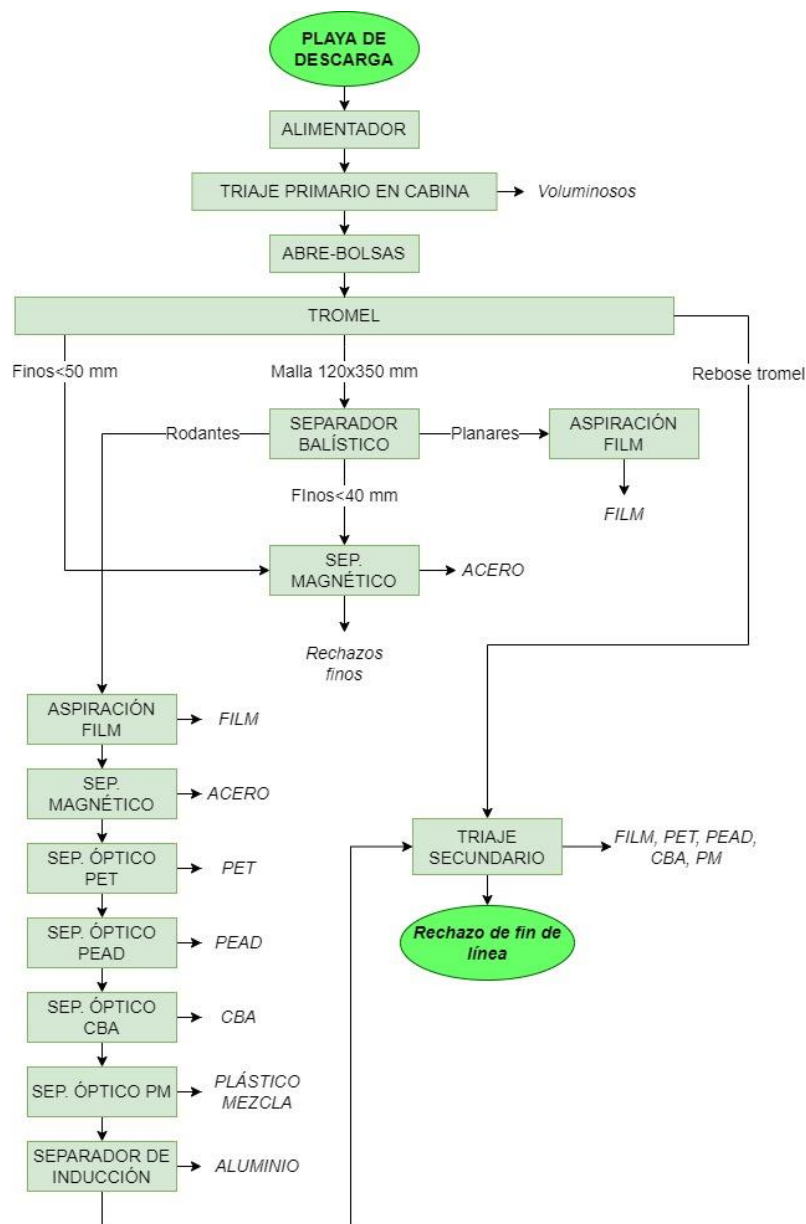


Ilustración 3 Diagrama de proceso para planta de selección con capacidad de 5 t/h

No se incluyen en el diagrama los controles de calidad, silos de almacenaje y prensas para compactación, que estarían asociados a los materiales correspondientes. El almacén de materiales y la zona de gestión del rechazo también se omiten, pero se tienen en cuenta en la distribución de planta.

3.2. DISTRIBUCIÓN EN PLANTA

La distribución en planta del proceso se realiza teniendo como referencia las características dimensionales del proyecto de ampliación de la planta de selección de envases del Complejo Ambiental de Tenerife (CAT) [8] recogido en el listado de licitaciones del Cabildo de la isla. Los puntos que hemos de tener en cuenta son los siguientes.

- Se requiere una playa de descarga que debe encontrarse en un extremo accesible de la nave, lo cual permita descargar con comodidad a los camiones.
- En la zona interna de la playa de descarga debe colocarse un foso con un alimentador horizontal que transporte los residuos hacia un alimentador principal para facilitar la tarea de la pala cargadora. A continuación, en el triaje primario los operarios retiran objetos voluminosos o problemáticos para el tratamiento que se depositan en un contenedor de 30 m³ debajo de la línea, posteriormente manejado por parte de un camión autocargante. Al final de dicha cabina se sitúa, además, el abridor de bolsas.
- La clasificación mecánica se realiza en un tromel de 4 m de diámetro en el que se terminan de desgarrar las bolsas y se separan las fracciones según su granulometría. El flujo principal queda dividido en tres, los cuales se recogen mediante cintas transportadoras; dos por debajo y una posterior. El flujo de finos se deriva al separador magnético y el rebose directamente al triaje secundario. El rechazo de los finos se dirige fuera de la nave mediante una cinta para su depósito en contenedores.
- El segundo flujo, el derivado del segundo tramo cribante, es dirigido a un separador balístico, que mediante vibración separa los elementos planares de los rodantes. Tanto la fracción planar como la rodante se someten a la aspiración del film. La fracción planar se dirige directamente al triaje secundario.
- La fracción rodante procede a su clasificación. Primero se extrae el acero del flujo mediante un separador magnético y a continuación se extraen las fracciones de plástico mediante 4 separadores ópticos de la marca Picvisa. El acero obtenido se transporta mediante una cinta hasta una prensa de metales mientras que los plásticos separados acceden a los controles de calidad correspondientes, que se sitúan en la misma cabina del triaje secundario.
- Después de atravesar el último separador óptico se procede a la separación del aluminio de la fracción restante mediante un separador por inducción. Tras ello, el flujo se dirige al triaje secundario.
- En el triaje secundario, se procede manualmente a separar aquellos elementos que no hayan podido ser seleccionados automáticamente por los separadores. Para ello se emplea una cabina de operarios en altura con silos de almacenamiento debajo, tal y como se realiza en la planta de referencia. En frente de los silos se encuentra una cinta transportadora a nivel del suelo dirigida hacia una prensa multimaterial que permite compactar las fracciones recuperadas.

- El rechazo se deriva mediante otra cinta transportadora hacia un compactador de rechazo estático situado en la zona de contenedores, en la que se almacenan hasta su posterior transporte a los centros de tratamiento.
- Por último, también se coloca una zona de oficinas y descanso con aseos y vestuarios adjunta a una de las caras exteriores de la nave necesaria para garantizar las necesidades de los operarios.

A continuación, se estima el área mínima necesaria por el proceso mediante una tabla que recoge la superficie necesaria por las distintas etapas. Para ello se emplea como referencia la distribución en planta del CAT y el método de Guerchet para cintas y maquinaria, que considera la adición de la superficie estática, de evolución y de gravitación según las siguientes fórmulas.

$$S_T = S_s + S_g + S_e$$

$$S_s = L \times A$$

$$S_g = S_s \times N$$

$$S_e = (S_s + S_g) \times K$$

Donde N es el número de lados desde los que es accesible el elemento y K es el coeficiente asociado a trabajos en cadena con transportador mecánico (0,10-0,25), el cual tomaremos como 0,15. No se aplicará dicho coeficiente ni a las cabinas de triaje ni a la playa de descarga, puesto que su superficie ya viene especificada en los documentos.

Nº	Elemento	Referencia	N	Dim (mxm)	S _s (m ²)	S _T (m ²)
1	Playa de descarga	ECOEMBES	-	-	660	660
2	Alimentador H	CAT	1	8x1,5	12	27,6
3	Alimentador Princ.	CAT	2	15x2	30	103,5
4	Triaje primario + Abrebolsas	CAT	-	7x6	32	32
5	Tromel	CAT	2	10x3	30	103,5
6	Triaje secundario y CC	CAT	-	15x10	150	150
7	Sep. Magnético 1	CAT	1	3x1	3	6,9
8	Sep. Balístico	Bianna Recycling SB60	1	8x3	24	55,2
9	Aspirador de film	CAT	-	3x3	9	10,4
10	Sep, Magnético 2	CAT	1	3x1	3	6,9
11	Sep. Ópticos	PICVISA	0,5	7,5x2,3	17,25 (x4)	119

12	Sep. Inducción	CAT	1	3x3	9	20,7
13	Prensa de metal	CAT	1	5x2	10	23
14	Cinta a prensa	CAT	1	26x2	52	119,6
15	Prensa multimaterial	CAT	1	8x1	16	36,8
16	Zona de descanso	CAT	-	13x8	104	104
						1579

Tabla 2 Estimación del área mínima necesaria por el proceso

Teniendo en cuenta que también es necesaria una zona de circulación para operarios y personal se plantea la siguiente distribución de planta.

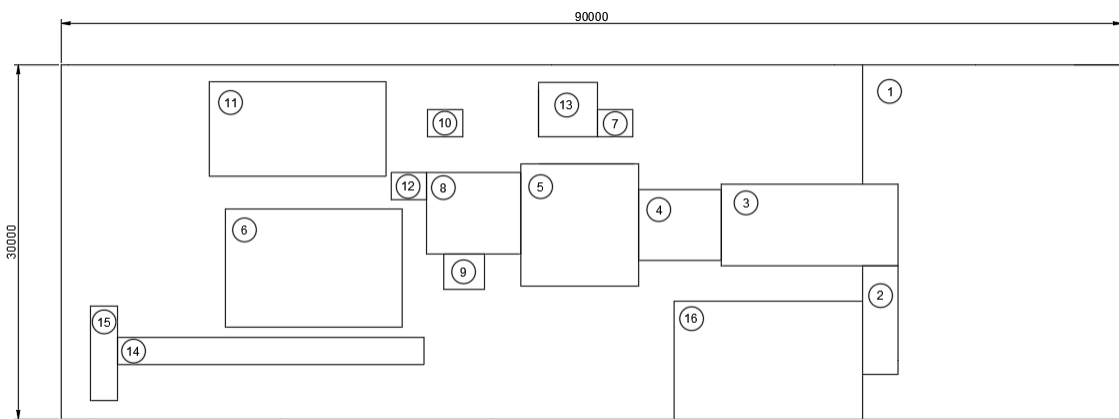


Ilustración 4 Distribución de planta

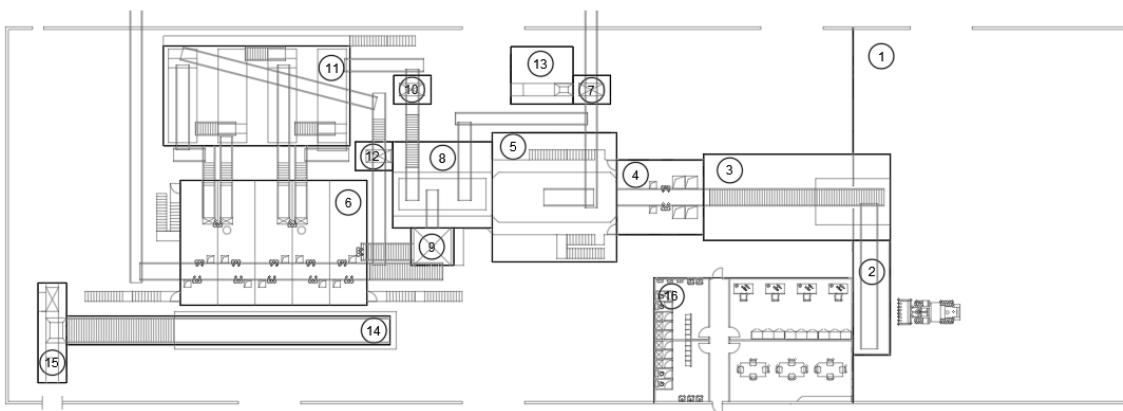


Ilustración 5 Distribución de planta con detalle

3.3. REQUERIMIENTOS FUNCIONALES DE LA EDIFICACIÓN

En el proceso productivo deben tenerse en cuenta varias consideraciones [7]:

Dimensionales

- Se requiere una superficie recomendada de 660 m² para la playa de descarga (2 días de posibilidad de almacenamiento) y suficiente amplitud como permitir la maniobra de la pala. La guía de Ecoembes recomienda un ancho óptimo de entre 25-30 m y una inclinación del 2% hacia un lateral en el que no se encuentre la entrada o el alimentador para la recogida de posibles líquidos.
- Se plantea una zona cubierta externa de almacenamiento de balas de material reciclado con una superficie recomendada mínima de 225 m² según el documento guía. Se elige una estructura de 10x25 m² de 3 cerramientos laterales y 6 m de altura.
- La altura reguladora mínima es de 8 m, aunque el máximo que alcanza la altura de los elementos intervinientes en el proceso es de 9 m en la zona céntrica de la nave (rampa de alimentación). Además, la altura máxima de la cumbrera deberá ser inferior a 12,20 m. Para evitar una inclinación excesiva de cubierta tomamos 10 m.
- La zona de descanso incluida contiene dos baños/vestuario con duchas, un comedor y una sala de oficinas. Ni la superficie de los vestuarios ni la del comedor será inferior a 2 m² por operario según indicaciones. Se proyectan dos baños de 15 m² para cubrir 15 operarios.
- La edificación debe presentar entradas adecuadas para los camiones puedan descargar cómodamente y que permitan radios de giro mínimo en la parcela.

Proceso

- La capacidad del separador balístico se selecciona tomando como densidad de entrada típica de 50 kg/m³, lo que para una planta de 5 t/h en un régimen máximo supone una capacidad de 100 m³/h. Elegimos, por lo tanto, un separador del fabricante Bianna Recycling modelo SB60.
- Como separadores ópticos se han tomado los EP2000 de la marca Picvisa, que poseen un ancho de cinta de 2,3 m (capacidad de tratamiento asociada entre 4,5-5 t/h).
- Sólo es necesaria una prensa de metales, ya que el aluminio puede almacenarse en una cinta pulmón o en contenedores para su presado al final del proceso.
- Los contenedores de rechazo y el autocompactor estático se sitúan fuera de la nave. El documento guía establece su necesidad para capacidades superiores a 2 t/h y que las áreas de recolección se sitúen aisladas del proceso de selección.
- Para permitir el flujo continuo se requieren 2 contenedores de rechazo al final de la línea. Una grúa portac contenedores se encargará de transportarlos hacia un área de la parcela designada para ello. En total supondremos 10 contenedores de rechazo, aunque su número depende de la frecuencia hacia la planta de tratamiento de residuos contigua. Ocurre lo mismo en el caso del rechazo de finos, para el que tomamos 5 contenedores.
- Los vehículos con los envases ligeros recolectados deberán someterse a controles de accesos y pesadas (básculas) que permitan determinar la masa descargada para adecuarse a la capacidad de tratamiento de la planta. En nuestro caso, la entrada del polígono elegido ya cuenta con una por lo que no es necesaria.

- Para los cálculos climáticos se consideran 3 operarios en la cabina de triaje primario y 12 en la cabina de triaje secundario y control de calidad. Se toman como referencia los datos del proyecto consultado.
- Las características del proceso permiten el cruce de cintas transportadores en distintas alturas. En aquellos casos en los que las pendientes sean superiores a los 18° se podrá recurrir a bandas nervadas.
- Se sitúan 5 trojes debajo de la cabina de triaje secundario. 4 asociados a cada separación óptica (PET, PEAD, CBA y PM) y otro al FILM. Sus dimensiones son de 3 m de ancho, 10 de largo y 3 m de altura (90 m³).
- Los locales de servicios complementarios (oficinas, pequeños talleres, baños) deben tener una altura mínima de suelo a techo de 3 m y el suelo de las cabinas se sitúa 4 m por encima del nivel de planta.
- Las cintas de salida de rechazo se situarán a 4 m, lo cual permitirá descargar en altura sobre los contenedores exteriores. Los orificios proyectados de salida, incluido uno para la salida de las balas de envases, aparecerán dibujados en los planos y no deberán intersectar con los pilares de fachada lateral.
- Para el diseño de la red unitaria de evacuación de aguas se supondrá la existencia de un colector general a escasa distancia de la fachada más cercana al vial.

CAPÍTULO 4. LOCALIZACIÓN, EMPLAZAMIENTO Y CONDICIONES URBANÍSTICAS

4.1. LOCALIZACIÓN Y CONDICIONES URBANÍSTICAS

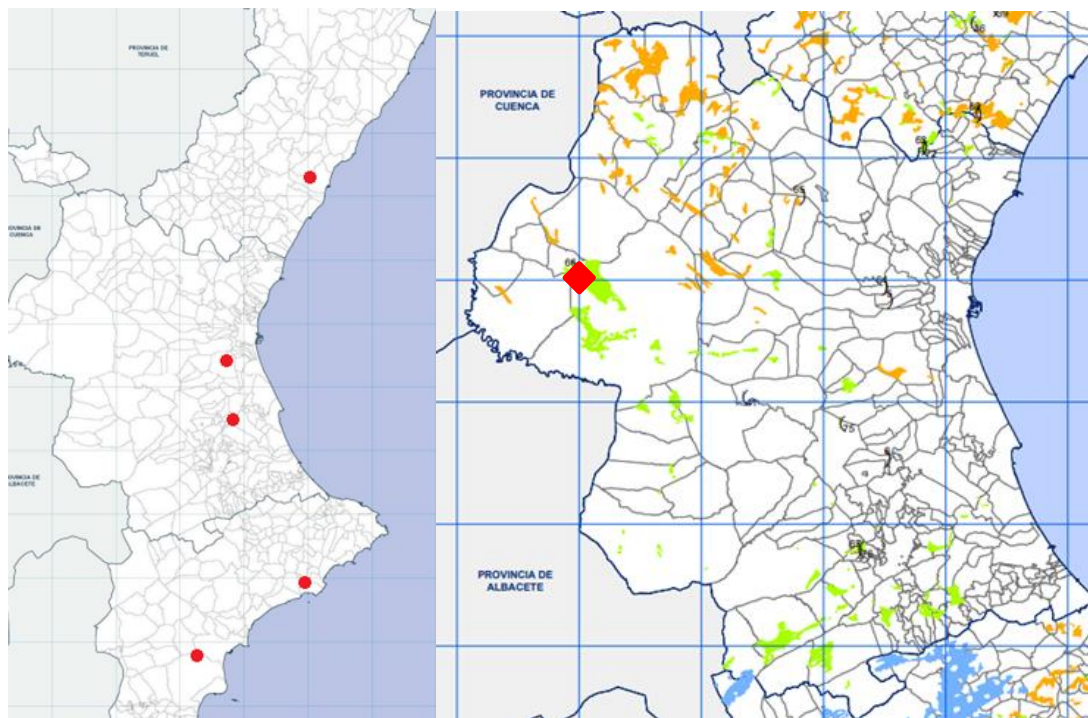
Según los datos del INE para 2020, el número de habitantes de las diferentes provincias de la Comunidad Valenciana es el siguiente.

Alicante	Valencia	Castellón
1.879.888	2.591.875	585.590

Ilustración 6 Población en la Comunidad Valenciana

A pesar de tener más población que las otras 2 provincias juntas, Valencia sólo posee 2 de las 5 plantas de selección de la Comunidad Valenciana, por lo que optamos por dicha localización.

Se prioriza la colocación de la nave del proyecto en un polígono industrial teniendo en cuenta la lejanía respecto a las plantas existentes y la existencia de plantas de tratamiento de residuos en el mismo. Empleamos el mapa de zonas aptas para la colocación de instalaciones según el PIRCV (en verde, zonas aptas, y en naranja, zonas aptas según estudio).



*Ilustración 7 Localización de plantas de envases existentes/ Zonas aptas en la provincia de Valencia.
(Conselleria de Medio Ambiente)*

La ubicación elegida (rombo rojo del mapa derecho, 39,531404, -1,2628942, 850 m de altura) se encuentra en el municipio de Caudete de las Fuentes, perteneciente al área de gestión V3, en el que actualmente existe una instalación de valorización de residuos y un vertedero de rechazos que suman una superficie de más de 48000 m². Se trata de una zona de interés comunitario aislada de la zona urbana debido a su actividad.

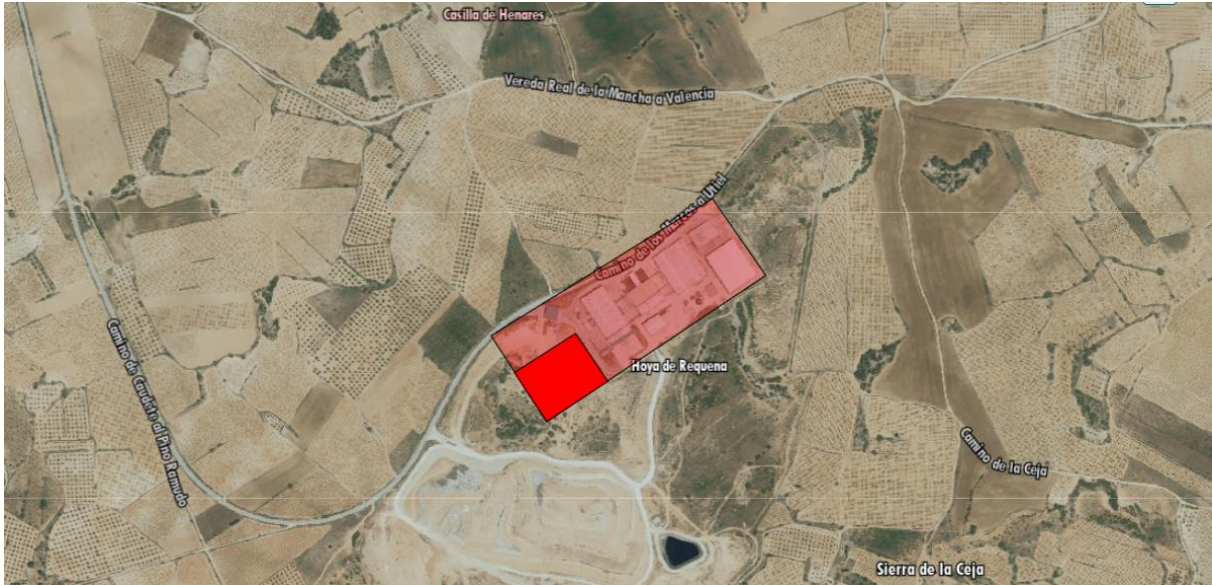


Ilustración 8 Localización del polígono

Tal y como indica el SIOSE 2015 en el visor cartográfico del Instituto Cartográfico de Valencia, la planta de clasificación de residuos, perteneciente a la categoría de zona industrial aislada, posee terrenos sin edificar y aptos para plantear la siguiente parcela de 120 m x 100 m.



Ilustración 9 Parcela elegida

Superficie	12000 m ²
Superficie ocupada	2950 m ²
Índice de ocupación	24,58 %

Tabla 3 Ocupación de la parcela

4.2. ORDENACIÓN DE LA PARCELA

El polígono elegido consta de permisos municipales excepcionales, ya que la clasificación del suelo en el que se encuentra corresponde según el SIOSE 2015 a una zona rural protegida municipal (ZRP-NA-MU). No obstante, tenemos en cuenta los retranqueos mínimos recomendados por la normativa urbanística del municipio en otras áreas industriales. Empleamos como referencia las características del sector 2-E Noreste.

- Retranqueo a alineación: 5 m
- Retranqueo a linderos: 3 m
- Ocupación máxima: 80%
- Aparcamiento en parcela privada: 1 plaza/300 m² de edificación industrial

El número de plazas de aparcamiento se calcula según la reserva mínima dispuesta en el Anexo IV-III de la LOTUP, que establece una plaza por cada 100 m² construidos.

$$\text{Plazas aparcamiento} = \frac{2950 \text{ m}^2}{100 \text{ m}^2/\text{plaza}} = 29,5 \text{ plazas}$$

Por lo tanto, situamos 30 plazas dentro de la parcela en una zona cercana a la entrada a la zona administrativa de la nave. La parcela deberá permitir, además, el acceso y maniobrabilidad a los camiones de recogida, que suponemos como rígidos de 3 ejes (2,5 m x 12 m) en el caso más desfavorable. Tomamos un valor de radio de giro para las ruedas exteriores de 12,5 m y retranqueos de 15 m para garantizar la maniobrabilidad de los vehículos.

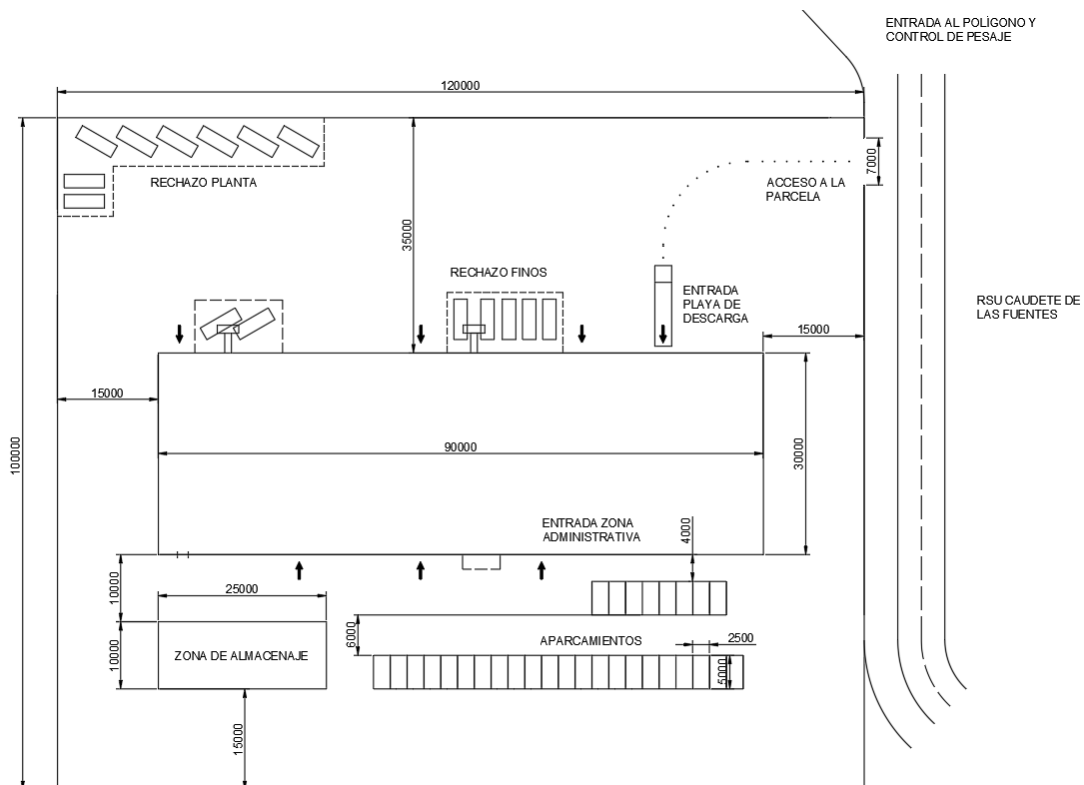


Ilustración 10 Ordenación de la parcela

CAPÍTULO 5. NORMATIVA APLICADA

Referente al cálculo estructural, empleamos el Código Técnico de Edificación (CTE), aprobado el 17 de marzo de 2006 por el Real Decreto 314. Los Documentos Básicos a los que se recurre son los siguientes:

- Documento Básico de Seguridad Estructural (DB SE).
- Documento Básico de Seguridad Estructural de Acciones en la edificación (DB SE-AE).
- Documento Básico de Estructuras de Acero (DB SE-A).
- Documento Básico de Seguridad Estructural de Cimentaciones (DB SE-C).

En el caso del hormigón y cimentación se emplea el Código Estructural.

En lo que respecta a los anexos se emplea la siguiente normativa.

Protección Contra Incendios:

- Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales (RSCIEI)
- UNE 23585:2017 Seguridad contra incendios. Sistemas de control de humo y calor. Requisitos y métodos de cálculo y diseño para proyectar un sistema de control de temperatura y de evacuación de humos (SCTEH) en caso de incendio estacionario.

Iluminación:

- UNE-EN 12464-1:2022 Luz e iluminación. Iluminación de los lugares de trabajo. Parte 1: Lugares de trabajo en interiores.
- RD 486/1997 disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.

Climatización:

- RD 1027/2007 de Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE).
- Guía técnica de instalaciones de climatización con equipos autónomos.

CAPÍTULO 6. DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN CONSTRUCTIVA

6.1. CIMENTACIÓN

La zona elegida del polígono no está acondicionada., por lo que previo a la colocación de la cimentación, debe realizarse la limpieza y desbroce del terreno, así como su nivelación y la excavación de las zanjas en las que se colocarán las zapatas y vigas perimetrales.

Se han elegido dos tipos de zapatas, uno para los pilares de pórtico de fachada y otro para los pórticos interiores. Ambos constan de 10 cm de hormigón de limpieza, 8 cm de recubrimiento lateral y 5 cm de recubrimiento superior e inferior.

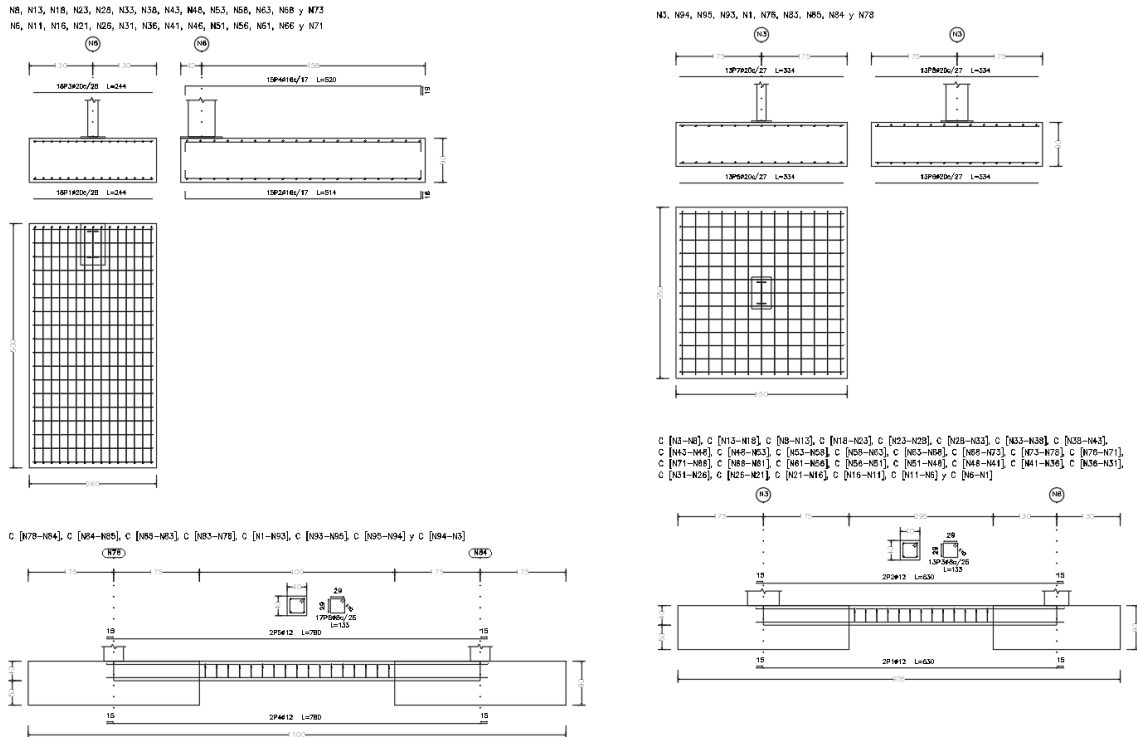


Ilustración 11 Cimentación

6.2. SOLERA

La solera elegida es una solera pesada (sobrecarga estática mayor a 5 Tn/m²) según tipología NTE (Norma Tecnológica de la Edificación) con 20 cm de losa de hormigón HM-25 y 15 cm de subbase.

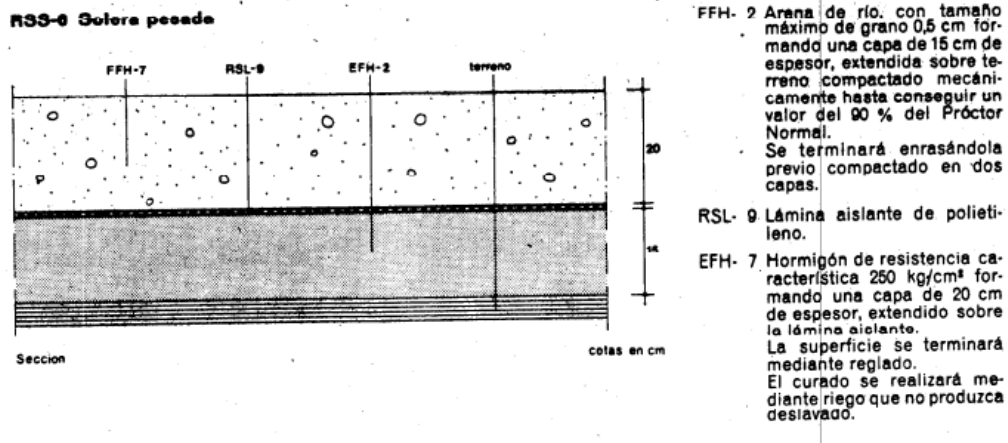


Ilustración 12 Solera pesada (NTE)

Las juntas de contracción se sitúan en las verticales y horizontales de los pilares (6 m de separación vertical y 7,5 m de separación horizontal); lo cual cumple con las separaciones mínimas exigidas (de 6 a 9 m para una solera de 25 cm). Las soleras se separarán de paramentos y pilares mediante una junta de dilatación de poliestireno expandido de 2 cm de espesor.

Para el pavimento exterior de la parcela se emplea como referencia la norma 6.1 IC de secciones firme con una categoría de tráfico pesado de T42 (<25/día). Suponiendo una explanada de tipo E3 (con alto módulo de compresibilidad) se requieren una capa de rodadura de mezcla bituminosa de 5 cm y 20 cm de zahorra de base.

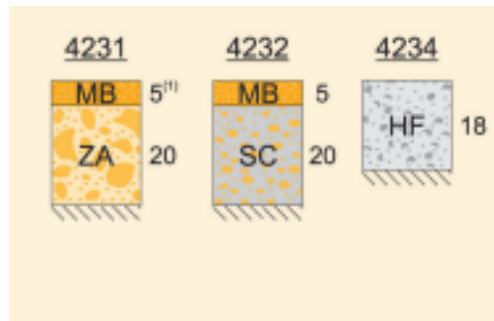


Tabla 4 Secciones en firme para categoría de tráfico pesado T42 y explanada E3 (norma 6.1 IC)

6.3. ESTRUCTURA

Se plantea una estructura de 90x30 m² y 10 m de altura de cumbrera formada por 16 pórticos con vanos de 6 m. Se emplean, principalmente, perfiles IPE y HEB para los pilares intermedios de las fachadas frontales.

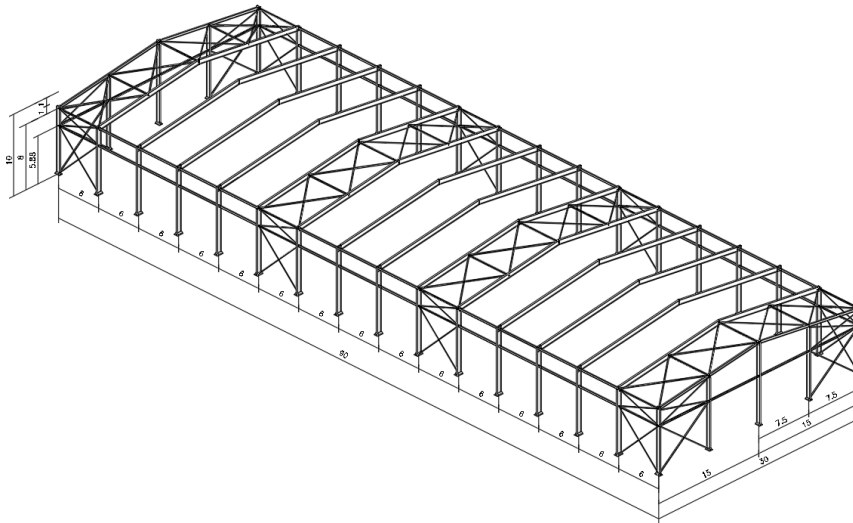


Ilustración 13 Estructura

Se arriostran el primer y último vano, así como el sexto y el décimo con cruces de San Andrés para rigidizar la estructura. Dichos arriostramientos están formados por tirantes de perfil L y montantes de perfiles tubulares cuadrados #. Se emplean nuevamente perfiles IPE par las vigas perimetrales que trabajan a tracción.

Se eligen uniones soldadas en toda la estructura, dando lugar a 3 tipologías de unión entre perfiles y 4 tipos de placas de anclaje con patillas a 90 grados.

6.4. CERRAMIENTOS

Los cerramientos de cubierta elegidos son paneles tipo sándwich grecados de acero de 1000 mm de anchura de la empresa Grupo Panel Sandwich formados por dos perfiles de chapas grecadas de 0,5 mm de espesor y espumas de poliuretano inyectado internas. Se toma un espesor de panel habitual de 30 mm, lo cual corresponde a una transmisión térmica de 0,68 W/m²K y un peso superficial de 10,6 Kp/m². [9]

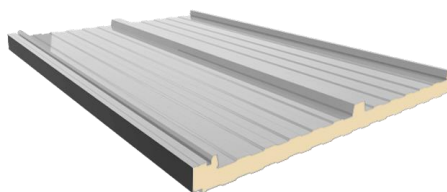


Ilustración 14 Panel tipo sandwich para cubiertas

Para los cerramientos laterales también se eligen paneles tipo sándwich, este caso de 1100 mm de ancho y con un espesor de 40 mm (transmisión térmica de 0,52 W/m²K y peso superficial de 11 Kp/m²).



Ilustración 15 Panel tipo sándwich para fachadas laterales

Ambos paneles se fijan en las correas de la estructura y constan de una resistencia al fuego de C-s3-d0 acorde con lo especificado por el RSCIEI.

6.5. INSTALACIONES, VENTILACIÓN Y PLUVIALES

Para la ventilación general de la nave se opta por ventiladores lineales estáticos en la cumbrera de la estructura. Para garantizar la calidad del aire se toma un valor mínimo recomendado de 4 renovaciones totales de aire por h, lo cual equivale en nuestro caso a un caudal de 97200 m³/h.

Tomando la ficha técnica del fabricante (Incoferfil) [10], una diferencia de temperatura de 5° y una altura piezométrica de 8 m (diferencia entre la entrada y salida del aire) tenemos que para el modelo G-500 se requieren:

$$30 \times 90 \times 8 + \frac{30 \times 90 \times 2}{2} = 97200 \text{ m}^3/\text{h} = 1620 \text{ m}^3/\text{min}$$
$$\frac{1620 \text{ m}^3/\text{min}}{28,30 \text{ m}^3/\text{min m}} \approx 57 \text{ m}$$

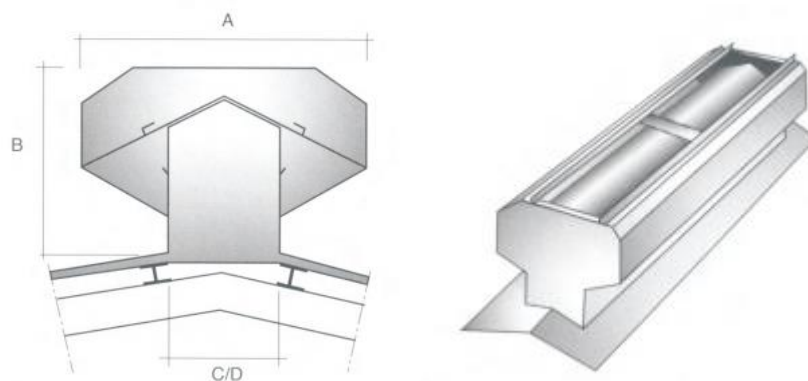


Ilustración 16 Modelo de aireador G-500 para ventilación natural (INCOPERFIL)

Se plantea una distribución de 64 metros lineales de ventiladores teniendo en cuenta que los módulos aportados por el fabricante se suministran despiezados en longitudes mínimas de 4 m y en múltiplos de 2.

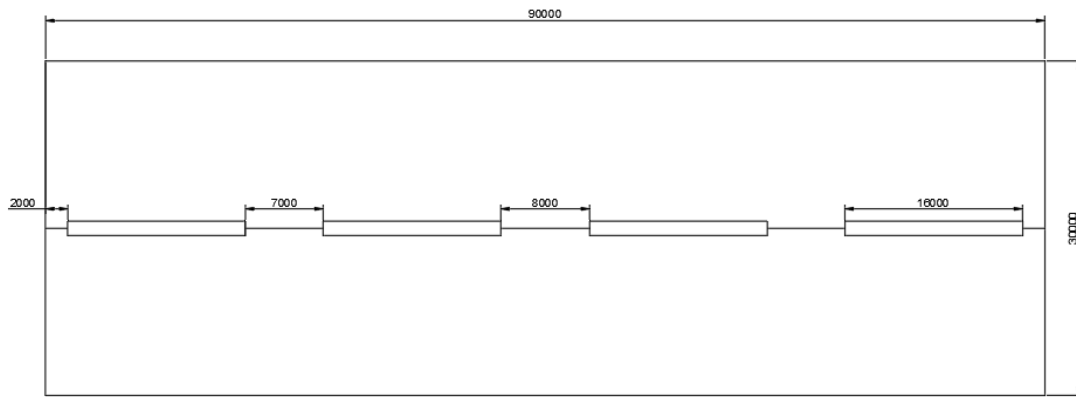


Ilustración 17 Distribución de ventiladores

Respecto a la entrada de aire, se emplean ventanas de lamas fijas de acero galvanizado Modelo F-130 del mismo fabricante con una dimensión de 2 x 2 m. La superficie de entrada debe ser 1,5 veces la de salida de los ventiladores de cumbrera (87 m² aproximadamente), por lo que propone la instalación de 11 módulos en ambas fachadas laterales a una altura de 1,5 m.



Ilustración 18 Ventada de lamas F-130 de entrada de aire de ventilación (INCOPERFIL)

Para el cálculo de los canalones y bajantes de pluviales se emplea el CTE HS 5. La intensidad pluviométrica de Caudete de las Fuentes corresponde a una isoyeta 40 en zona A (125 mm/h)



Ilustración 19 Isoyeta correspondiente a Caudete de las fuentes (CTE/IVE)

La superficie de cubierta en proyección horizontal es de 2700 m², lo que corresponde a un caudal de 93,75 l/s. Las dimensiones que establece el CTE para régimen pluviométrico de 100 mm/h se recogen en las siguientes tablas.

Tabla 4.7 Diámetro del canalón para un régimen pluviométrico de 100 mm/h

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

Tabla 5 Diámetros de canalones semicirculares (CTE)

Tabla 4.8 Diámetro de las bajantes de aguas pluviales para un régimen pluviométrico de 100 mm/h

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

Tabla 6 Diámetros de bajantes de aguas pluviales (CTE)

La superficie de faldón en proyección horizontal (1350 m²) equivale a 1687,2 m² con nuestra intensidad pluviométrica. Se plantea una distribución simétrica con 8 canalones y 4 bajantes por faldón. Cada canalón ha de cubrir una superficie de 210.9 m² por lo que elegimos una inclinación de 1% y diámetro de 200 mm para garantizar la evacuación. Por otra parte, cada bajante cubre 421,8 m² por lo que se requiere un diámetro mínimo de 110 mm. La diferencia de altura correspondiente a la longitud total de cada canalón es de 11,25 cm.

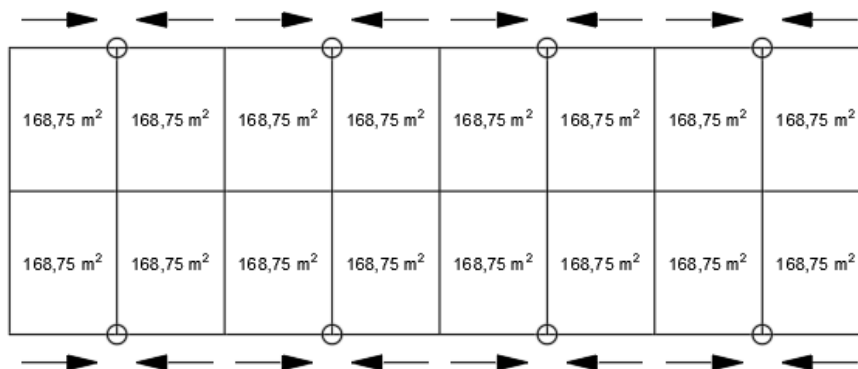


Ilustración 20 Distribución de canalones y bajantes (EP)

Se eligen bajantes de PVC de 160 mm de diámetro y canalones rectangulares de chapa galvanizada con una sección un 10% superior al mínimo nominal (345,58 cm², aprox. 350 cm²). Se presupone que el polígono consta de un colector unitario por lo que se empleará un sistema mixto de evacuación. El número de unidades de desagüe correspondiente a ambos baños no supera las 250 UD por lo que se añaden 90 m² a la superficie proyectada. Además, la limitación de distancia de 15 metros para colectores enterrados hace necesarias varias arquetas de registro intermedias.

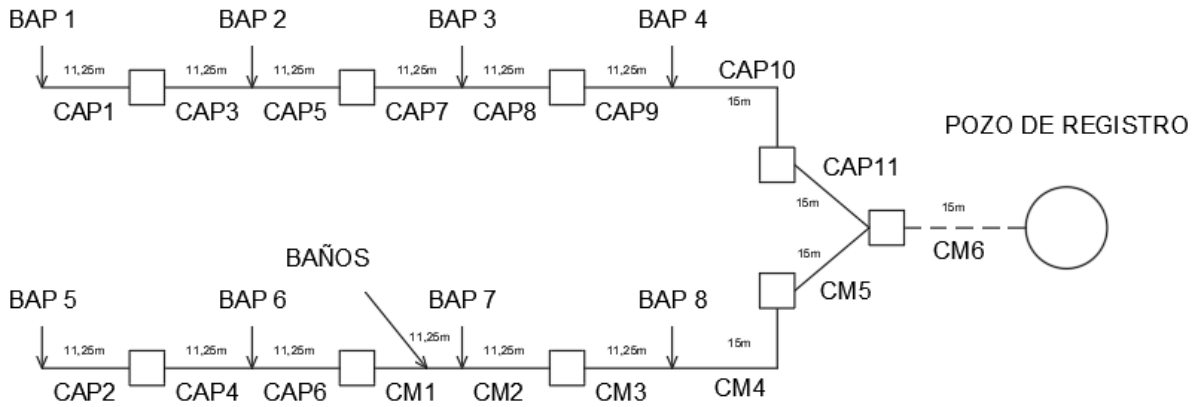


Ilustración 21 Esquema de red de saneamiento simplificado

Los diámetros de los colectores enterrados se seleccionan mediante la tabla correspondiente a colectores pluviales del CTE y las superficies proyectadas corregidas para una pendiente del 2%.

Tabla 4.9 Diámetro de los colectores de aguas pluviales para un régimen pluviométrico de 100 mm/h

Superficie proyectada (m ²)			Diámetro nominal del colector (mm)
Pendiente del colector			
1 %	2 %	4 %	
125	178	253	90
229	323	458	110
310	440	620	125
614	862	1.228	160
1.070	1.510	2.140	200
1.920	2.710	3.850	250
2.016	4.589	6.500	315

Tabla 7 Diámetros para colectores de tipo mixto (CTE)

Colector	S corregida (m ²)	DN mínimo (mm)	Colector	S corregida (m ²)	DN mínimo (mm)
CAP1-4	421,75	125	CAP10-11	1687	250
CAP5-7	843,5	160	CM2-3	1355	200
CM1	933,5	200	CM4-5	1777	250
CAP8-9	1265	200	CM6	3464	315

Tabla 8 Diámetros mínimos necesarios en colectores

Para simplificar, se empleará un diámetro de 200 mm para todos los colectores con dimensiones inferiores. Las dimensiones mínimas requeridas de las arquetas según el CTE son de 60x60 cm para diámetros de 200 mm, 60x70 cm para diámetros de 250 mm y 70x80 cm para diámetros de 315 mm; de nuevo, sólo se emplearán arquetas de 60x60 cm y 70x80 cm para simplificar.

CAPÍTULO 7. BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS

DOCUMENTALES

- [1] Eurostat, «Eurostat Statistic Explained,» Febrero 2021. [En línea]. Available: [cs-explained/index.php?title=Municipal_waste_statistics#Further_Eurostat_information](https://ec.europa.eu/eurostat/tgm/table.do?tab=table&init=1&language=en&code=sdg-11-6-2019&plugin=1). [Último acceso: Septiembre 2021].
- [2] BOE, «Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado,» Abril 2021. [En línea]. Available: <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=CE-D-2021-196>. [Último acceso: Octubre 2021].
- [3] Ecoembes, «Ecoembes,» 2020. [En línea]. Available: <https://www.ecoembes.com/landing/informe-anual-2020/valor-compartido/el-reciclaje-en-2020/>. [Último acceso: Octubre 2021].
- [4] BOE, «Boletín Oficial del Estado,» Agosto 2020. [En línea]. Available: <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=DOGV-r-2020-90353>. [Último acceso: Octubre 2021].
- [5] Generalitat Valenciana, «Generalitat Valenciana,» Abril 2021. [En línea]. Available: https://www.gva.es/es/inicio/area_de_prensa/not_detalle_area_prensa?id=940341. [Último acceso: Octubre 2021].
- [6] El Mundo, «El Mundo,» Febrero 2021. [En línea]. Available: <https://www.elmundo.es/ciencia-y-salud/ciencia/2021/02/12/6022ab96fc6c837b168b45a3.html>. [Último acceso: Octubre 2021].
- [7] Ecoembes, «Plantas de selección de envases ligeros,» p. 74.
- [8] A. M. López-Peñalver y B. Quintana herrera, *Ampliación de planta de selección y clasificación de envases del CAT*, 2017.
- [9] Grupo Panel Sandwich, [En línea]. Available: <https://www.panelsandwich.com/producto/panel-sandwich-tapajuntas/>. [Último acceso: Abril 2022].
- [10] Incoperfil, «Incoperfil.com,» [En línea]. Available: <https://www.incoperfil.com/ventilacion-lineal/>. [Último acceso: Abril 2022].
- [11] Entropics, «Mejora de las instalaciones de tratamiento y valorización. Area de tratamiento de Es Milá-Mao (Menorca),» 2016.
- [12] Cottés Group, *Eura Excellent. Aireador de lamas de alto aislamiento. Hoja de producto..*
- [13] BigMatIsmaelTello, *Catálogo de poliestireno extruido XPS*.

[14] Ayuntamiento de Benidorm, «Benidorm.org,» Abril 2020. [En línea]. Available: <https://benidorm.org/es/ayuntamiento/concejalias/medio-ambiente/reciclaje/planta-envases>.

ANEXO I. NORMATIVA URBANÍSTICA

La LOTUP (Ley 1/2021) establece que la Generalitat interviene en la autorización de usos y aprovechamientos en suelo no urbanizable mediante su declaración de interés comunitario y previa licencia municipal en los supuestos contemplados en el artículo 211.1, párrafos d, e y f del texto refundido.

En el caso que nos concierne, el apartado f del artículo 211 señala que se podrá realizar la zonificación de suelo no urbanizable con carácter excepcional sobre plantas para tratamiento, revalorización, depósito y eliminación de residuos que por sus características deban emplazarse alejadas de áreas habitadas. Por ello, la planta de tratamiento de Residuos Sólidos Urbanos de Caudete de las Fuentes puede conformar un polígono industrial aislado en una zona rural protegida natural (ZRA-NA-MU).

Según el apartado 5 del artículo 215, si el uso o aprovechamiento se ubica en el suelo no urbanizable protegido, será preceptivo el informe de la conselleria competente en materia de urbanismo y, en su caso, el de la administración competente por razón de los valores que determinan la protección de dicho suelo.

La ampliación del polígono para la inclusión de la parcela objeto del proyecto tendrá que acompañarse con una modificación de la DIC según el artículo 224. La conselleria competente en materia de urbanismo, previo informe en materia de territorio y paisaje, determinará si la misma requiere obtener una nueva declaración y, en tal caso, si esta declaración tiene que seguir el mismo procedimiento legal previsto para su aprobación.

ANEXO II. CÁLCULOS

1. MODELO ESTRUCTURAL

Se emplea CYPE 2022 a través de las herramientas de generación de pórticos y CYPE 3D. Todas las unidades se expresan en el Sistema Internacional a menos que se indique lo contrario. Las dimensiones del pórtico establecidas son las siguientes.

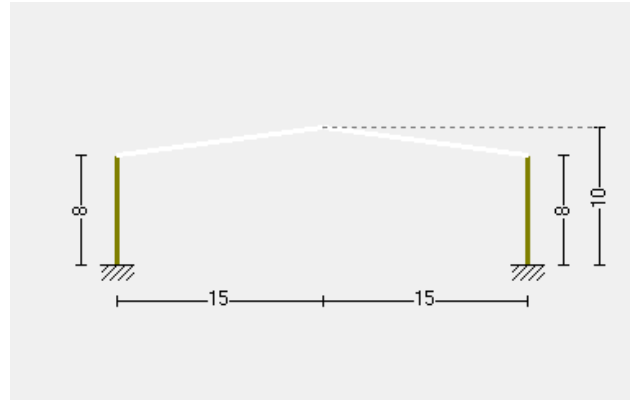


Ilustración 22 Dimensiones del pórtico (CYPE)

El modelo estructural consiste en una nave de 90 m de longitud dividida en 15 vanos con 6 m de separación. A pesar de estar presentes, no se incluyen en la representación gráfica las correas de cubierta y laterales. La tipología de unión elegida es soldada en todos los casos y la estructura se considera traslacional respecto al pandeo.

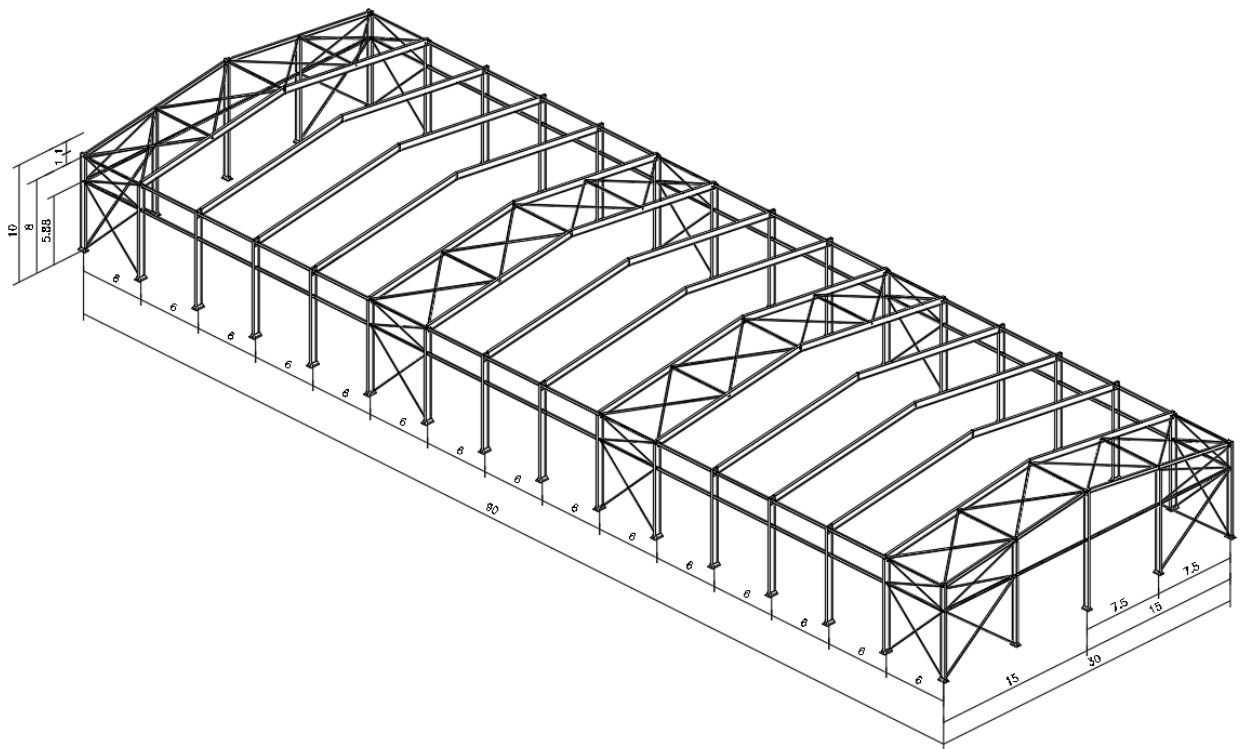


Ilustración 23 Modelo estructural (CYPE)

2. MATERIALES

Los materiales empleados en el diseño de la estructura son:

- Acero laminado S275: pilares, jácenas, arriostramientos, vigas perimetrales y uniones.
- Acero conformado S235: correas de cubierta y montantes.
- Acero corrugado B500S: barras de armado del hormigón y pernos.
- Hormigón HA-25/B/30/IIa: vigas de atado y zapatas.
- Hormigón HM-25/B/30/IIa: solera.
- Hormigón HL-150/B/IIa: hormigón de limpieza.

3. ACCIONES SOBRE EL EDIFICIO

Acciones permanentes

Peso propio

CYPE 3D tiene en cuenta el peso de la estructura secundaria para la comprobación de los perfiles. En el caso del cálculo de las correas se distribuye el peso homogéneamente en toda la longitud de la jácena. Se elige un valor de peso de cerramiento conservador de 0,15 kN/m², tanto en cubierta como en laterales.

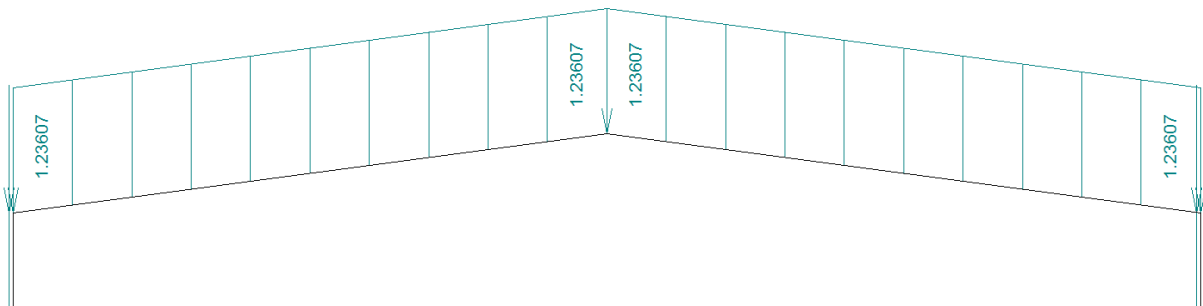


Ilustración 24 Cargas permanentes sobre la cubierta en pórtico interior (kN/m)

Acciones variables

Sobrecarga de uso

La categoría de uso es de cubierta accesible únicamente para conservación (G1) con una inclinación de 7,59 °, lo cual corresponde a un valor característico de 0,4 kN/m².

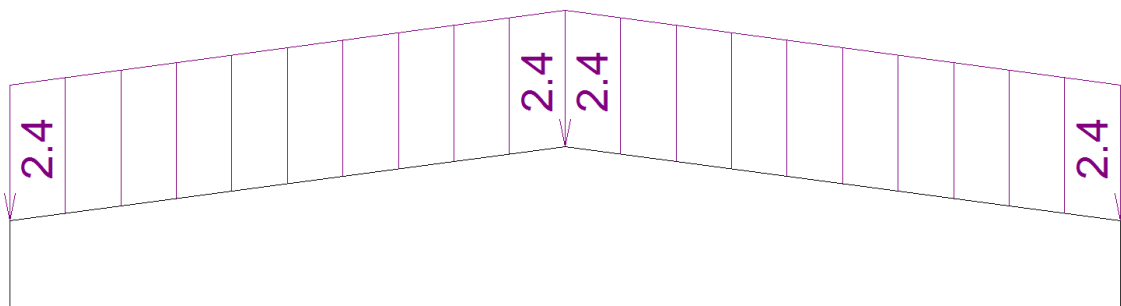


Ilustración 25 Sobrecarga de uso en pórtico interior (kN/m)

Viento

La acción del viento se determina mediante la fórmula: $q_e = q_b * c_e * c_p$

Donde q_b es la presión dinámica, c_e el coeficiente de exposición y c_p el coeficiente eólico.

La presión dinámica se determina con la expresión: $q_b = 0,5 * \delta * v_b^2$

Donde δ es la densidad del aire (1,25 Kg/m³) y v_b el valor básico de la velocidad del viento, que en nuestro caso corresponde a 26 m/s (Zona A). Lo que resulta en una presión dinámica de 0,42 kN/m².

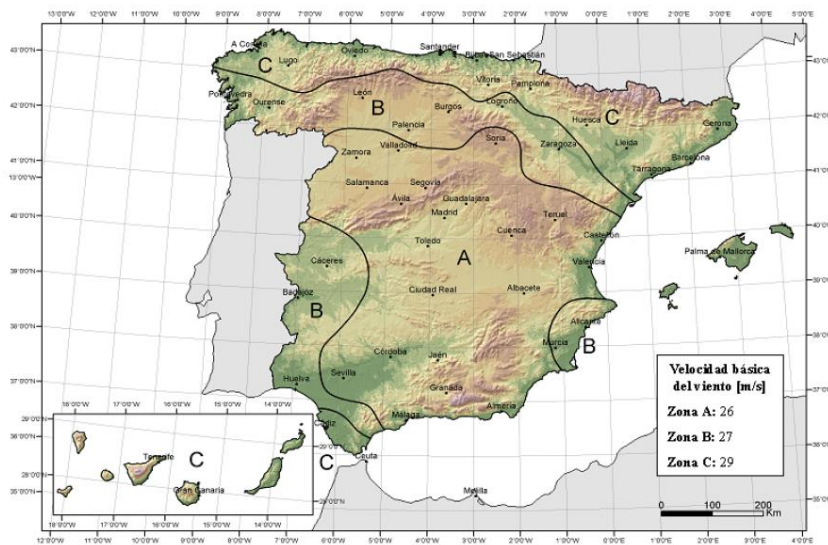


Ilustración 26 Valor básico de la velocidad del viento

El coeficiente de exposición se determina mediante las expresiones:

$$c_e = F * (F + 7k) \quad F = k \ln\left(\frac{\max(z, Z)}{L}\right)$$

Donde z es la altura sobre el terreno y k , F y Z son parámetros relacionados con el mismo que dependen del grado de aspereza, que en nuestro caso corresponde a un grado II (terreno rural llano sin obstáculos ni arbolado de importancia).

Por último, los coeficientes eólicos se aplican para el caso de una nave a dos aguas según la tabla D.3 de paramentos verticales del CTE y las diferentes zonas de incidencia de la nave. Para el cálculo de los estados límites de servicio se estimará un período de servicio de 50 años (índice corrector unidad).

Como ejemplo se muestran las representaciones de las acciones del viento más desfavorables sobre el segundo pórtico de la estructura. Se han considerado los huecos de fachada asociados a las puertas de mayor dimensión (5x5 m²) para los cálculos.

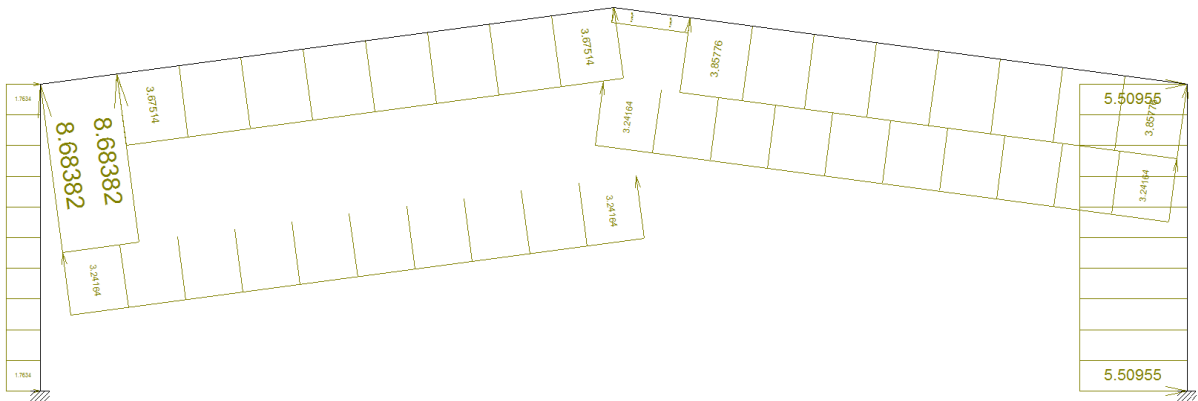


Ilustración 27 Sobrecarga debida a viento lateral desde la izquierda, presión exterior tipo 1 presión interior (kN/m)

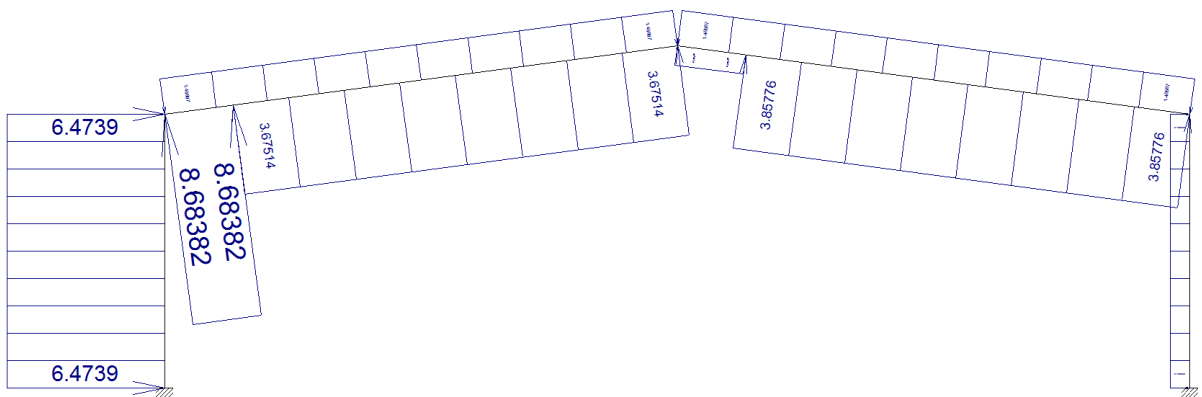


Ilustración 28 Sobrecarga debida a viento lateral desde la izquierda, presión exterior tipo 1 succión interior (kN/m)

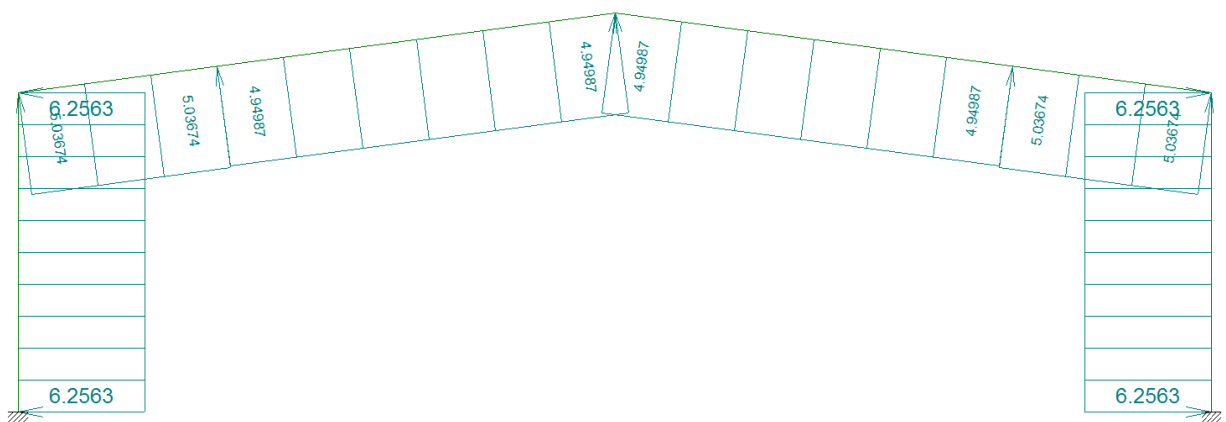


Ilustración 29 Sobrecarga debida a viento frontal, presión exterior tipo 1 sin acción en el interior (kN/m)

Nieve

El valor de la carga de nieve por unidad de superficie en proyección horizontal se calcula mediante la expresión: $q_n = \mu * s_k$

Donde μ es el coeficiente de forma de la cubierta, tomado como 1 para el caso de faldón de inclinación menor a 30° (7,59 °) limitado inferiormente por cornisas; y s_k el valor característico de la carga de nieve, correspondiente a Zona 5 y una altitud de 850 (0,8 kN/m²).

También consideraremos la zona elegida como fuertemente expuesta al viento por su topografía llana, lo cual incrementa la carga de nieve en un 20% a efectos de cálculo.

Las sobrecargas calculadas en pórticos interiores para las diferentes configuraciones son las siguientes. La redistribución 1 se aplica de forma simétrica en ambos faldones de la nave.

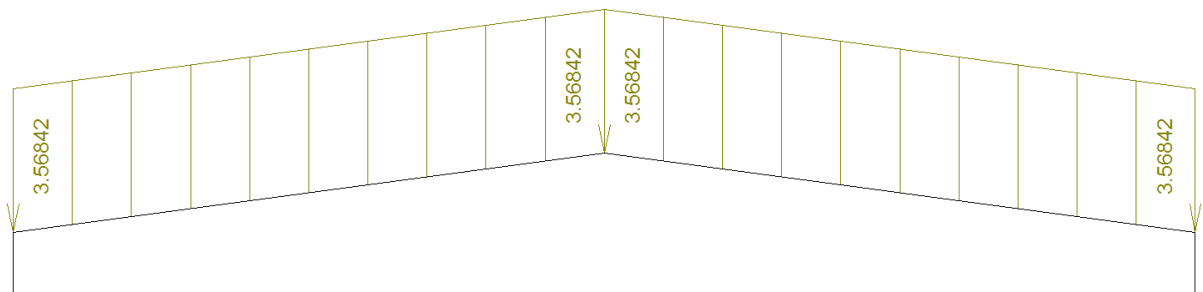


Ilustración 30 Sobrecarga de nieve en estado inicial (kN/m)

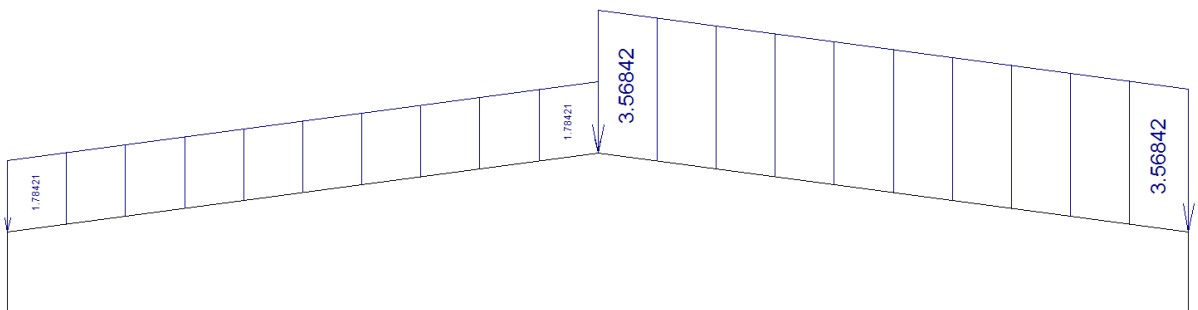


Ilustración 31 Sobrecarga de nieve en redistribución 1 (kN/m)

Combinaciones

Las diferentes combinaciones establecidas para las situaciones de proyecto son se definen según:

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

O sin coeficientes de combinación según:

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

Donde G_k es la acción permanente, P_k es la acción de pretensado, Q_k es la acción variable, γ_G es el coeficiente parcial de seguridad de las acciones permanentes, γ_P es el coeficiente parcial de seguridad de la acción de pretensado, γ_{Q1} es el coeficiente parcial de seguridad de la acción variable principal, γ_{Qi} es el coeficiente parcial de seguridad de las acciones variables de acompañamiento, ψ_{p1} es el coeficiente de combinación de la acción variable principal y ψ_{a1} es el coeficiente de combinación de las acciones variables de acompañamiento.

Los valores de los coeficientes empleados en las comprobaciones de Estados Límite Últimos (E.L.U.) según el CTE y el Código Estructural se resumen en las siguientes tablas.

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_s)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.350	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.500	0.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.500	1.000	0.600
Nieve (Q)	0.000	1.500	1.000	0.500

Persistente o transitoria (G1)				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_s)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.350	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.500	1.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.500	0.000	0.000
Nieve (Q)	0.000	1.500	0.000	0.000

Tabla 9 E.L.U. de rotura para hormigón en cimentaciones (CYPE)

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_s)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	0.800	1.350	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.500	0.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.500	1.000	0.600
Nieve (Q)	0.000	1.500	1.000	0.500

Persistente o transitoria (G1)				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_s)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	0.800	1.350	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.500	1.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.500	0.000	0.000
Nieve (Q)	0.000	1.500	0.000	0.000

Tabla 10 E.L.U. de rotura para acero conformado y laminado (CYPE)

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_1)	Acompañamiento (ψ_2)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	0.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Nieve (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_1)	Acompañamiento (ψ_2)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Viento (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Nieve (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000

Tabla 11 Tensiones sobre el terreno (CYPE)

Integridad - G1				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_1)	Acompañamiento (ψ_2)
Carga permanente (G)	0.001	0.001	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	1.000	0.700
Viento (Q)	0.000	1.000	1.000	0.600
Nieve (Q)	0.000	1.000	1.000	0.500

Integridad + G1				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_1)	Acompañamiento (ψ_2)
Carga permanente (G)	0.001	0.001	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	0.000	0.000
Viento (Q)				
Nieve (Q)				

Apariencia				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_1)	Acompañamiento (ψ_2)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)				
Viento (Q)				
Nieve (Q)				

Tabla 12 Desplazamientos (CYPE)

4. ESTRUCTURA

4.1. Pórtico interior

La nave posee 14 pórticos interiores simétricos idénticos. Se emplea el perfil IPE 550 tanto para las pilares como para las jácenas.

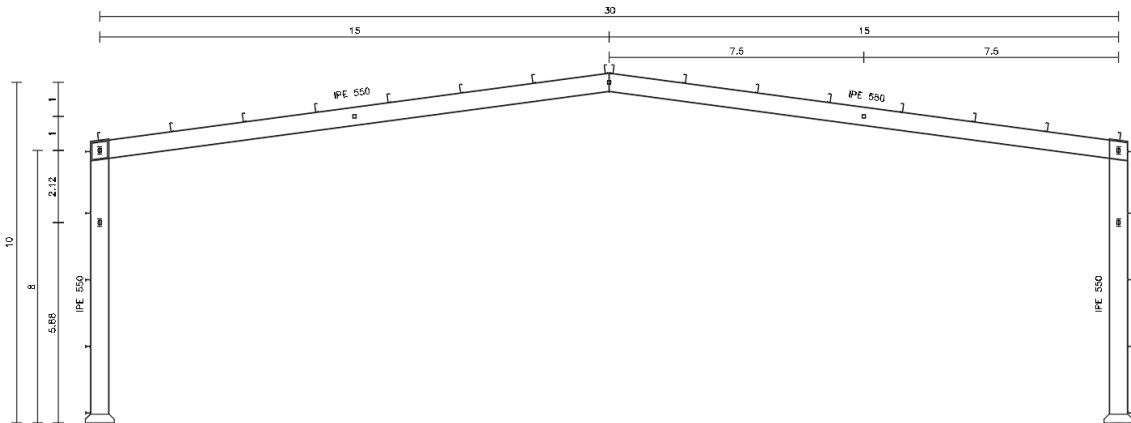


Ilustración 32 Pórtico interior (CYPE)

Respecto al pandeo, se eligen los siguientes coeficientes de pandeo y de momentos. No se considera el pandeo lateral al tener estar presentes las correas y los arriostramientos.

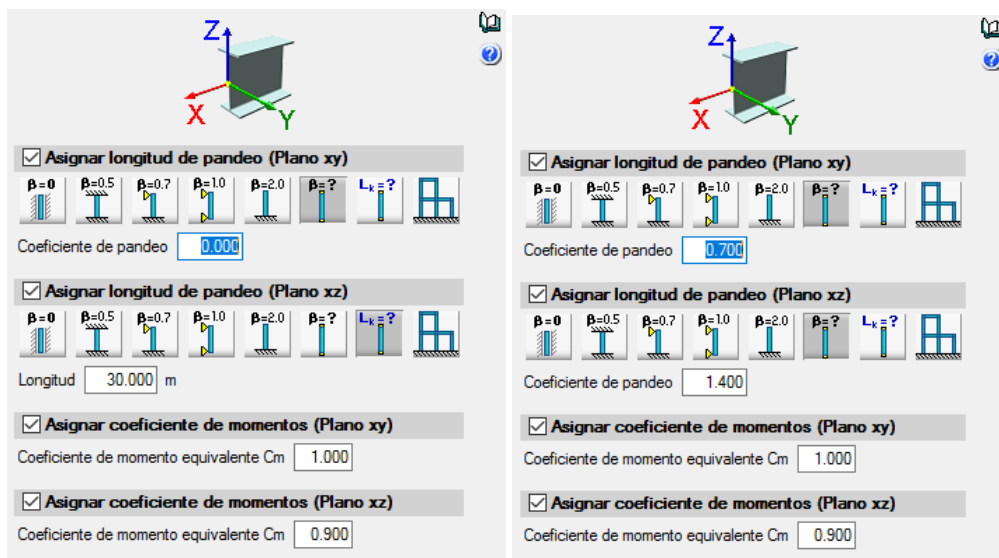


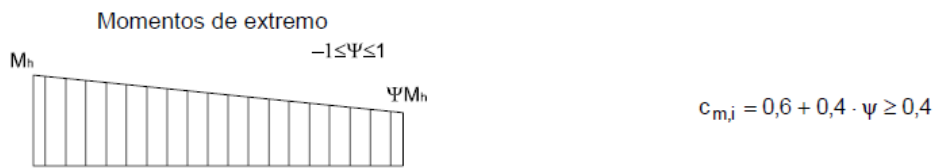
Ilustración 33 Coeficientes de pandeo y de momentos en jácena y pilar de pórtico interior, respectivamente (CYPE)

Se puede observar que se anula el pandeo del plano XY en la jácena y que se emplea la luz para considerar el pandeo en las dos jácenas. El coeficiente de pandeo del plano XZ en el pilar se ha elegido con el cálculo de la fórmula recogida en el 6.3.2.5. del DB SE-A sobre longitud de pandeo.

$$\beta = \frac{L_K}{L} = \sqrt{\frac{1 - 0,2(\eta_1 + \eta_2) - 0,12\eta_1\eta_2}{1 - 0,8(\eta_1 + \eta_2) + 0,6\eta_1\eta_2}}$$

Donde η_1 y η_2 (nulo en nuestro caso) son los coeficientes de distribución. Se han considerado perfiles iguales para la elección de η_1 ; posteriormente no es necesario cambiar este valor porque los perfiles finales son idénticos.

Los coeficientes de momento, por otra parte, se seleccionan de acuerdo con la tabla 6.10 del DB SE-A.



Momentos debidos a cargas laterales y momentos de extremos

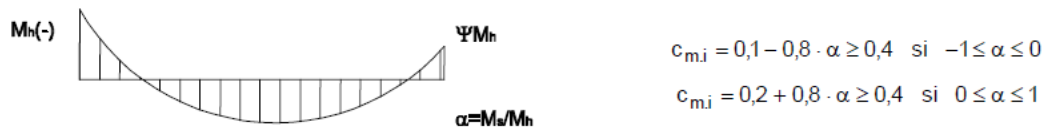


Ilustración 34 Coeficientes de momento equivalente para plano XY, XZ respectivamente en el pilar y jácena del pórtico interior.

Donde en el primer caso se considera $M_h=0$ y $\psi=1$ (momento lineal nulo) mientras que en el segundo, considerando que M_h es mayor que M_s , llegamos a un valor límite de 0,9.

Como la estructura es simétrica, los esfuerzos planteados en ambos faldones serán los mismos; por lo que sólo se analizan los perfiles de un lado. En este caso, correspondiente al segundo pórtico interior, el pilar es N66/N67 (con el nudo N113 en medio) y la jácena es N67/N70.

La comprobación de resistencia de dichos elementos tomando la combinación de acciones más desfavorable se presenta en la siguiente tabla.

Comprobación de resistencia										
Barra	η (%)	Posición (m)	Esfuerzos pésimos						Origen	Estado
			N (t)	Vy (t)	Vz (t)	Mt (t·m)	My (t·m)	Mz (t·m)		
N66/N113	66.08	0.000	12.398	0.014	13.035	0.000	44.216	0.085	GV	Cumple
N113/N67	75.80	2.120	14.022	0.001	10.878	0.000	-51.439	0.000	GV	Cumple
N67/N70	77.81	0.000	-12.323	0.000	-11.458	0.000	-50.279	0.000	G	Cumple

Tabla 13 Comprobación de resistencia del pórtico interior 2 (CYPE)

Donde n es el esfuerzo axil, V_y es el esfuerzo cortante según el eje local Y de la barra, V_z es el esfuerzo cortante según el eje local Z de la barra, M_t es el momento torsor, M_y es el momento flector en el plano XZ, M_z es el momento flector en el plano XY y η es el aprovechamiento de la resistencia (que cumple si es inferior a 100%).

Los diferentes orígenes de los esfuerzos pésimos pueden ser: G (solo gravitatorias), GV (gravitatorias más viento), GS (gravitatorias más sismo), GVS (gravitatorias más viento y sismo).

Por otra parte las limitaciones de las flechas se establecen en 1/250 de flecha relativa tangente para las cabezas de los pilares y de 1/300 de flecha relativa secante para el resto de elementos.

Flechas								
Grupo	Flecha máxima absoluta xy Flecha máxima relativa xy		Flecha máxima absoluta xz Flecha máxima relativa xz		Flecha activa absoluta xy Flecha activa relativa xy		Flecha activa absoluta xz Flecha activa relativa xz	
	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)
	N66/N67	8.000 8.000	3.24 L/(>1000)	8.000 8.000	23.64 L/338.3	8.000 8.000	5.13 L/(>1000)	8.000 8.000
N67/N70	6.053 6.053	0.00 L/(>1000)	9.080 9.836	20.16 L/694.2	6.053 6.053	0.00 L/(>1000)	9.080 9.836	35.36 L/694.4

Tabla 14 Flechas del pórtico interior 2 (CYPE)

Las comprobaciones de Estados Límite Últimos se realizan según lo dispuesto en los apartados 6.2 y 6.3 del CTE DB SE-A.

Barras	COMPROBACIONES(CTEDBSE-A)													Estado		
	$\bar{\lambda}$	λ_w	N_t	N_c	M_y	M_z	V_z	V_y	M_yV_z	M_zV_y	NM_yM_z	$NM_yM_zV_yV_z$	M_t		M_tV_z	M_tV_y
N66/N113	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,adm}$ Cumple	$x: 5.88m$ $\eta = 3.9$	$x: 0m$ $\eta = 9.0$	$x: 0m$ $\eta = 61.7$	$x: 0m$ $\eta = 1.4$	$x: 0m$ $\eta = 12.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$x: 0m$ $\eta = 66.1$	$\eta < 0.1$	$M_{t0} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 66.1$
N113/N67	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,adm}$ Cumple	$x: 2.12m$ $\eta = 4.1$	$x: 0m$ $\eta = 4.9$	$x: 2.12m$ $\eta = 71.7$	$x: 0m$ $\eta = 0.4$	$x: 0m$ $\eta = 10.7$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$x: 0m$ $\eta < 0.1$	$x: 2.12m$ $\eta = 75.8$	$\eta < 0.1$	$M_{t0} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 75.8$
N67/N70	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,adm}$ Cumple	$x: 15.133m$ $\eta = 3.8$	$x: 0m$ $\eta = 10.3$	$x: 0m$ $\eta = 71.7$	$M_{t0} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$x: 0m$ $\eta = 11.7$	$V_{t0} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$\eta < 0.1$	N.P. ⁽²⁾	$x: 0m$ $\eta = 77.8$	$\eta < 0.1$	$M_{t0} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 77.8$

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

Tabla 15 Comprobaciones de E.L.U. del pórtico interior 2 (CYPE)

Donde λ es la limitación de esbeltez; λ_w es la abolladura del alma inducida por el ala comprimida; N_t es la resistencia a tracción; N_c es la resistencia a compresión; M_y es la resistencia a flexión en el eje Y; M_z es la resistencia a flexión en el eje Z; V_z es la resistencia a corte Z; V_y es la resistencia a corte Y; M_yV_z es la resistencia a momento flector Y y cortante Z combinados; M_zV_y es la resistencia a momento flector Z y cortante Y combinados; NM_yM_z es la resistencia a flexión y axil combinados; $NM_yM_zV_yV_z$ es la resistencia a flexión, axil y cortante combinados; M_t es la resistencia a torsión; M_tV_z es la resistencia a cortante Z y momento torsor combinados; ; M_tV_y es la resistencia a cortante Y y momento torsor combinados; x es la distancia al origen de la barra; N.P. es no procede y η es el coeficiente de aprovechamiento (%).

En aquellos pórticos en los que se articulen los arriostramientos las cargas se ven ligeramente incrementadas. Por ejemplo, en el caso del sexto pórtico interior, donde el pilar es N46/N47 (con el nudo 109 en medio) y la jácena N47/N50 (con el nudo 132 en medio).

Comprobación de resistencia										
Barra	η (%)	Posición (m)	Esfuerzos p _{simos}						Origen	Estado
			N (t)	V _y (t)	V _z (t)	M _t (t·m)	M _y (t·m)	M _z (t·m)		
N46/N109	65.32	0.000	12.574	0.004	12.991	0.000	44.069	0.023	GV	Cumple
N109/N47	75.48	2.120	13.945	-0.001	10.834	0.000	-51.231	0.000	GV	Cumple
N47/N132	78.37	0.000	-12.406	0.000	-11.519	0.000	-50.624	0.000	G	Cumple
N132/N50	48.46	4.918	-11.579	0.000	0.096	0.000	29.153	0.000	GV	Cumple

Tabla 16 Comprobación de resistencia del pórtico interior 6 (CYPE)

Flechas								
Grupo	Flecha máxima absoluta xy Flecha máxima relativa xy		Flecha máxima absoluta xz Flecha máxima relativa xz		Flecha activa absoluta xy Flecha activa relativa xy		Flecha activa absoluta xz Flecha activa relativa xz	
	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)
N46/N47	8.000	2.21	8.000	23.65	8.000	4.11	8.000	39.32
	8.000	L/(>1000)	8.000	L/338.3	8.000	L/(>1000)	8.000	L/338.4
N47/N50	7.566	0.12	9.080	20.16	7.188	0.20	9.080	35.36
	7.566	L/(>1000)	9.836	L/693.6	7.566	L/(>1000)	9.836	L/693.8

Tabla 17 Flechas del pórtico interior 6 (CYPE)

Barras	COMPROBACIONES(CTEDBSE-													Estado		
	λ	λ_{cr}	N _x	N _y	M _x	M _y	V _x	V _y	MV _x	MV _y	NMM _x	NMM _y	M _x		MV _x	MV _y
N46/N109	$\lambda < 2.0$ Cumple	$\lambda_{cr} \leq \lambda_{cr,max}$ Cumple	x: 5.88 m $\eta = 4.0$	x: 0 m $\eta = 8.9$	x: 0 m $\eta = 61.5$	x: 0 m $\eta = 1.1$	x: 0 m $\eta = 12.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 65.3$	$\eta < 0.1$	M _{xy} = 0,00 N, P ⁽²⁾	N, P ⁽²⁾	N, P ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 65.3$
N109/N47	$\lambda < 2.0$ Cumple	$\lambda_{cr} \leq \lambda_{cr,max}$ Cumple	x: 2.12 m $\eta = 4.0$	x: 0 m $\eta = 5.3$	x: 2.12 m $\eta = 71.5$	x: 0 m $\eta = 0.2$	x: 0 m $\eta = 10.6$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 2.12 m $\eta = 75.5$	$\eta < 0.1$	M _{xy} = 0,00 N, P ⁽²⁾	N, P ⁽²⁾	N, P ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 75.5$
N47/N132	$\lambda < 2.0$ Cumple	$\lambda_{cr} \leq \lambda_{cr,max}$ Cumple	x: 7.566 m $\eta = 3.6$	x: 0 m $\eta = 10.4$	x: 0 m $\eta = 71.5$	x: 7.566 m $\eta = 0.1$	x: 0 m $\eta = 11.8$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.378 m $\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 78.4$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 10.3$	$\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 78.4$
N132/N50	$\lambda < 2.0$ Cumple	$\lambda_{cr} \leq \lambda_{cr,max}$ Cumple	x: 7.566 m $\eta = 3.7$	x: 0 m $\eta = 9.7$	x: 4.918 m $\eta = 40.7$	x: 0 m $\eta = 0.1$	x: 0 m $\eta = 4.7$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 4.918 m $\eta = 48.5$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 4.5$	$\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 48.5$

Comprobaciones que no proceden (N.P.):
⁽¹⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.
⁽²⁾ No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Tabla 18 Comprobaciones de E.L.U. del pórtico interior 6 (CYPE)

Las uniones soldadas en los pórticos interiores, excepto en el caso del primero y el último, tienen las siguientes características.

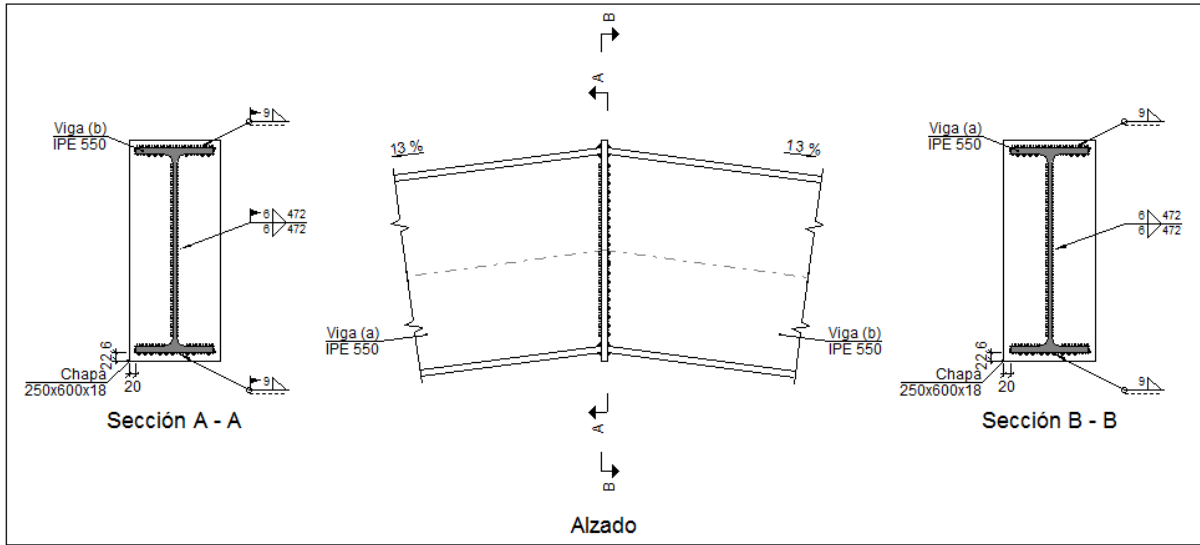
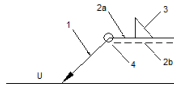


Ilustración 35 Detalle de unión entre jácenas en pórticos interiores, tipo 4 (CYPE)

La simbología de soldadura empleada atiende a la norma UNE-EN ISO 2555:2014; CYPE 3D incorpora su propia leyenda en los listados.

Método de representación de soldaduras



Referencias 1, 2a y 2b

- Referencias:
 1: línea de la flecha
 2a: línea de referencia (línea continua)
 2b: línea de identificación (línea a trazos)
 3: símbolo de soldadura
 4: indicaciones complementarias
 U: Unión



El cordón de soldadura que se detalla se encuentra en el lado de la flecha.



El cordón de soldadura que se detalla se encuentra en el lado opuesto al de la flecha.

Referencia 3

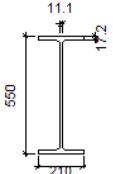
Designación	Ilustración	Símbolo
Soldadura en ángulo		
Soldadura a tope en "V" simple (con chafán)		
Soldadura a tope en bisel simple		
Soldadura a tope en bisel doble		
Soldadura a tope en bisel simple con talón de raíz amplio		
Soldadura combinada a tope en bisel simple y en ángulo		
Soldadura a tope en bisel simple con lado curvo		

Referencia 4

Representación	Descripción
	Soldadura realizada en todo el perímetro de la pieza
	Soldadura realizada en taller
	Soldadura realizada en el lugar de montaje

Ilustración 36 Simbología de soldaduras (CYPE)

Las características geométricas de las uniones de cumbrera son las siguientes. Se muestra el listado con la unión más desfavorable para la comprobación de resistencia.

Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Viga	IPE 550		550	210	17.2	11.1	S275	275.0	410.0

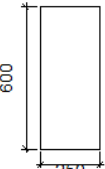
Elementos complementarios							
Pieza	Geometría				Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Chapa frontal		250	600	18	S275	275.0	410.0

Tabla 19 Componentes de unión entre jácenas en pórticos interiores, tipo 4 (CYPE)

Las comprobaciones geométricas y de resistencia de la unión son las mismas en ambos perfiles.

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura del ala superior	En ángulo	9	210	17.2	82.41	
Soldadura del alma	En ángulo	6	472	11.1	90.00	
Soldadura del ala inferior	En ángulo	9	210	17.2	82.41	

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

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	86.1	98.3	0.4	190.8	49.44	89.7	27.36	410.0	0.85
Soldadura del alma	78.3	78.3	0.5	156.6	40.58	78.3	23.87	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	85.3	74.7	0.4	155.0	40.16	85.3	26.01	410.0	0.85

Tabla 20 Comprobaciones de resistencia de unión entre jácenas en pórticos interiores, tipo 4 (CYPE)

Soldaduras				
f_u (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En taller	En ángulo	6	943
			9	791
	En el lugar de montaje	En ángulo	6	943
			9	791

Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Chapas	1	250x600x18	21.19
	Total			

Tabla 21 Medición de chapas y soldaduras en unión entre jácenas en pórticos interiores, tipo 4 (CYPE)

A continuación, se presenta la unión entre jácena y pilar (tipo 3). El detalle incluye también la unión soldada entre las vigas perimetrales y el pilar.

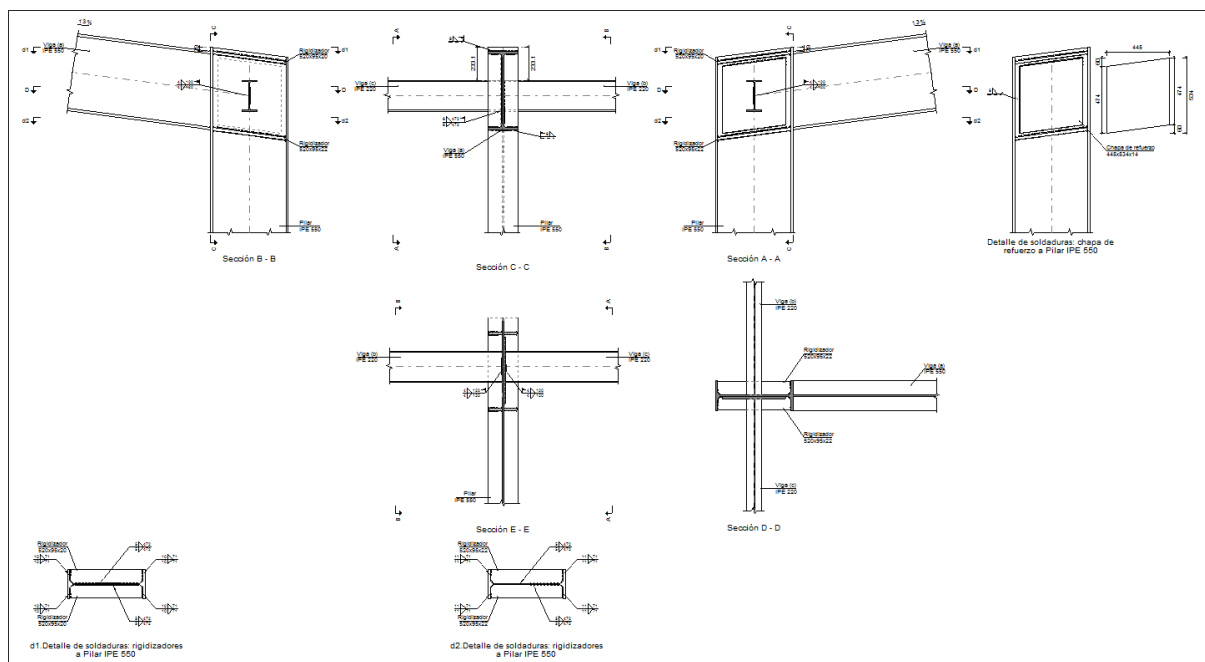
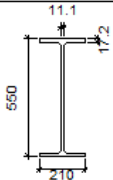
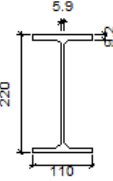
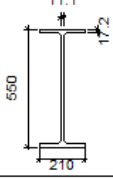


Ilustración 37 Detalle de unión entre jácena y pilar en pórticos interiores, tipo 3 (CYPE)

Las características de las uniones son las siguientes. Se muestra el listado con la unión más desfavorable para la comprobación de resistencia.

Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f _y (MPa)	f _u (MPa)
Pilar	IPE 550		550	210	17.2	11.1	S275	275.0	410.0
Viga	IPE 220		220	110	9.2	5.9	S275	275.0	410.0
Viga	IPE 550		550	210	17.2	11.1	S275	275.0	410.0

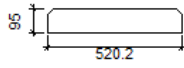
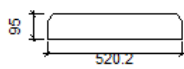
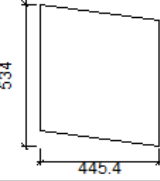
Elementos complementarios							
Pieza	Geometría				Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Tipo	f _y (MPa)	f _u (MPa)
Rigidizador		520.2	95	20	S275	275.0	410.0
Rigidizador		520.2	95	22	S275	275.0	410.0
Chapa de refuerzo		445.4	534	14	S275	275.0	410.0

Tabla 22 Componentes de unión entre jácena y pilar en pórticos interiores, tipo 3 (CYPE)

1) Pilar IPE 550

Comprobaciones de resistencia						
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)	
Panel	Esbeltez	--	--	--	71.78	
	Cortante	kN	885.12	1661.66	53.27	
Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	245.32	261.90	93.67	
Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	251.10	261.90	95.88	
Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	245.32	261.90	93.67	
Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	251.10	261.90	95.88	
Ala	Cortante	N/mm ²	210.52	261.90	80.38	
Viga (c) Viga IPE 220	Alma	Punzonamiento	kN	59.47	550.05	10.81
		Flexión por fuerza perpendicular	kN	0.17	85.44	0.20
Viga (b) Viga IPE 220	Alma	Punzonamiento	kN	59.43	550.05	10.80
		Flexión por fuerza perpendicular	kN	0.17	85.44	0.20

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	10	71	17.2	82.41	
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	5	472	11.1	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	11	71	17.2	82.41	
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	5	472	11.1	90.00	
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	10	71	17.2	82.41	
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	5	472	11.1	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	11	71	17.2	82.41	
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	5	472	11.1	90.00	
Soldadura de la chapa de refuerzo al alma	En ángulo	8	1849	11.1	90.00	

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

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm ²)	β _w
	σ _⊥ (N/mm ²)	τ _⊥ (N/mm ²)	τ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del rigidizador superior a las alas	161.6	184.6	0.0	358.2	92.83	161.6	49.27	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	74.4	128.9	33.41	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	165.4	188.9	0.0	366.7	95.02	165.4	50.43	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	83.8	145.2	37.62	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior a las alas	161.6	184.6	0.0	358.2	92.83	161.6	49.27	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	74.4	128.9	33.41	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	165.4	188.9	0.0	366.7	95.02	165.4	50.43	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	83.8	145.2	37.62	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa de refuerzo al alma	La comprobación no procede.							410.0	0.85

Tabla 23 Comprobaciones de pilar IPE 550 en unión tipo 3 (CYPE)

2) Viga (a) IPE 550

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del ala superior	En ángulo	9	210	17.2	82.41
Soldadura del alma	En ángulo	6	472	11.1	90.00
Soldadura del ala inferior	En ángulo	9	210	17.2	82.41

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

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm ²)	β _w
	σ _⊥ (N/mm ²)	τ _⊥ (N/mm ²)	τ _∥ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	177.0	155.0	0.0	321.6	83.33	177.0	53.97	410.0	0.85
Soldadura del alma	151.2	151.2	20.8	304.5	78.90	151.2	46.09	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	167.1	190.8	0.4	370.4	95.99	173.7	52.95	410.0	0.85

Tabla 24 Comprobaciones de jácena IPE 550 en unión tipo 3 (CYPE)

3) Viga (c) IPE 220

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Tensión de Von Mises	N/mm ²	84.03	261.90	32.09

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del alma	En ángulo	4	120	5.9	90.00

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

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm ²)	β _w
	σ _⊥ (N/mm ²)	τ _⊥ (N/mm ²)	τ _∥ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del alma	43.8	43.8	1.1	87.6	22.71	43.8	13.35	410.0	0.85

Tabla 25 Comprobaciones de vigas IPE 220 en unión tipo 3 (CYPE)

Soldaduras				
f_u (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En taller	En ángulo	5	3777
			8	1849
			10	568
			11	568
	En el lugar de montaje	En ángulo	4	480
			6	943
			9	722

Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Rigidizadores	2	520x95x20	15.52
		2	520x95x22	17.07
	Chapas	1	445x534x14	26.14
	Total			

Tabla 26 Medición de chapas y soldaduras en unión entre jácena y pilar en pórticos interiores, tipo 3 (CYPE)

4.2. Pórtico de fachada

Los dos pórticos de fachada presentan la misma distribución. Los perfiles elegidos son el IPE 450 para los pilares e IPE 300 para las jácenas.

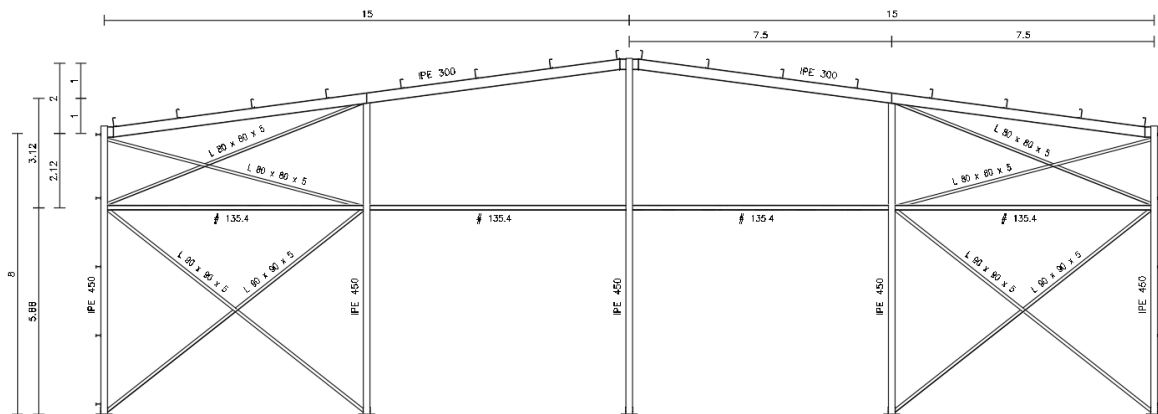


Ilustración 38 Pórtico de fachada (CYPE)

Respecto al pandeo se eligen los siguientes coeficientes de pandeo y de momento. Tampoco consideramos el pandeo lateral debido al arriostamiento con correas y cruces.

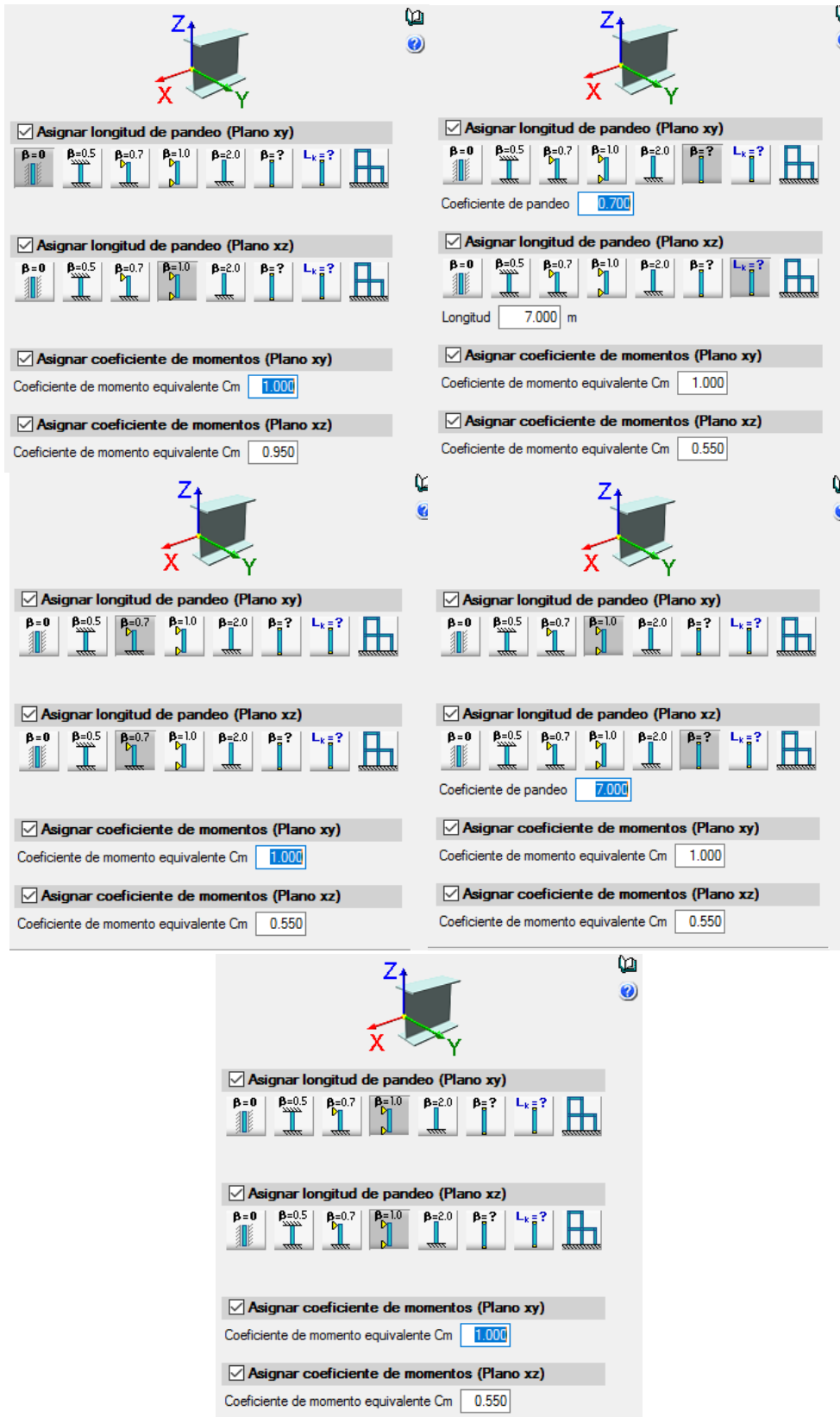


Ilustración 39 Coeficientes de pandeo y de momentos en jácena, pilar intermedio inferior, pilar lateral inferior, pilar intermedio superior y pilar lateral superior de fachada, respectivamente (CYPE)

Para indicar que los pilares en el plano perpendicular al pórtico tienen una longitud de pandeo igual a la altura total del pilar por el coeficiente de pandeo (0,7) y no la altura del tramo introducimos el valor de la longitud directamente ($12 \cdot 0,7$ en el caso del pilar central).

Los coeficientes de momento se eligen según la tabla 6.10 del DB SE-A, de la misma forma que en los pórticos interiores. Los valores de 0,55 se obtienen al tener en cuenta el caso de barra empotrada apoyada bajo carga uniforme, tal como indica esta figura ($M_s/M_h = -0,5625$, con lo que $c_{mi} = 0,1 + 0,8 \cdot 0,5625 = 0,55$).

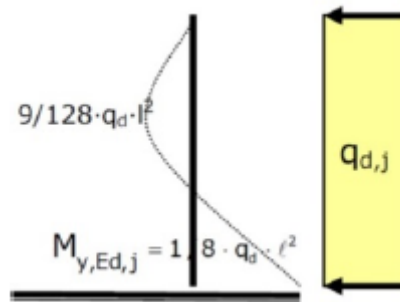


Ilustración 40 Momentos flectores en una barra empotrada apoyada bajo carga uniforme

El coeficiente de momentos para el plano XZ en las jácenas se debe únicamente a la flexión provocada por el peso propio.



$$c_{m,i} = 0,95$$

Ilustración 41 Valor de c_{mi} debido únicamente a flexión por peso propio en plano xz

De igual manera que con los pórticos interiores, sólo es necesario analizar los esfuerzos de la mitad de los perfiles. En el caso estudiado, el pilar lateral es N76/N77 (con el nudo N86), el pilar situado en mitad de la jácena es el N83/N81 (con el nudo N87), el pilar intermedio es el N85/N80 (con el nudo N88) y la jácena es el N77/N80 (con el nudo N81).

Las comprobaciones de resistencia y flechas se describen de la misma manera que en los pórticos interiores.

Comprobación de resistencia										
Barra	η (%)	Posición (m)	Esfuerzos p _{simos}						Origen	Estado
			N (t)	V _y (t)	V _z (t)	M _t (t·m)	M _y (t·m)	M _z (t·m)		
N76/N86	41.62	5.513	-5.129	1.323	1.335	0.000	-0.974	-1.689	GV	Cumple
N86/N77	33.48	0.000	-0.665	-1.486	-1.396	0.000	-1.508	-2.204	GV	Cumple
N77/N81	30.06	7.566	0.562	0.206	-2.205	0.000	2.968	-0.399	GV	Cumple
N81/N80	36.39	0.000	9.656	-0.335	1.838	0.000	2.968	-0.399	GV	Cumple
N83/N87	61.34	0.000	0.952	-0.053	-10.984	0.000	-27.244	-0.075	GV	Cumple
N87/N81	27.77	0.000	-1.664	0.225	-0.142	0.000	8.013	0.701	GV	Cumple
N85/N88	76.55	0.000	-2.467	-0.033	-11.753	0.000	-34.142	-0.035	GV	Cumple
N88/N80	27.34	0.206	-4.149	0.106	-0.865	0.000	9.157	0.414	GV	Cumple

Tabla 27 Comprobación de resistencia del pórtico de fachada (CYPE)

Flechas								
Grupo	Flecha máxima absoluta xy Flecha máxima relativa xy		Flecha máxima absoluta xz Flecha máxima relativa xz		Flecha activa absoluta xy Flecha activa relativa xy		Flecha activa absoluta xz Flecha activa relativa xz	
	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)
N76/N77	5.145	9.18	5.880	0.28	5.145	17.65	5.880	0.51
	5.145	L/871.4	3.675	L(>1000)	5.145	L/871.4	3.675	L(>1000)
N77/N80	3.027	7.38	3.405	5.45	3.405	13.04	3.405	8.29
	3.027	L(>1000)	3.405	L(>1000)	3.027	L(>1000)	3.405	L(>1000)
N83/N81	5.145	7.74	5.513	3.82	5.145	14.99	5.513	7.02
	5.145	L(>1000)	1.470	L(>1000)	5.145	L(>1000)	1.470	L(>1000)
N85/N80	5.513	6.37	5.513	6.56	5.513	12.74	5.513	11.09
	5.513	L(>1000)	1.837	L(>1000)	5.513	L(>1000)	1.837	L(>1000)

Tabla 28 Flechas de pórtico de fachada (CYPE)

Barras	COMPROBACIONES (CTEDB SE-A)														Estado	
	$\bar{\lambda}$	λ_{lim}	N ₁	N ₂	M ₁	M ₂	V ₁	V ₂	MV ₁	MV ₂	NM-M ₁	NM-M ₂ V ₁	M ₁	MV ₁		MV ₂
N76/N86	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{lim} < \lambda_{lim}$ Cumple	x: 5.88 m $\eta = 0.5$	x: 0 m $\eta = 5.3$	x: 0 m $\eta = 12.0$	x: 5.88 m $\eta = 30.3$	x: 0 m $\eta = 4.8$	x: 0 m $\eta = 2.2$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 5.513 m $\eta = 41.6$	$\eta < 0.1$	M ₁ = 0,00 N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 41.6$
N86/N77	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0 m $\lambda_{lim} < \lambda_{lim}$ Cumple	x: 2.12 m $\eta = 0.6$	x: 0 m $\eta = 1.2$	x: 0 m $\eta = 3.8$	x: 0 m $\eta = 30.3$	x: 0 m $\eta = 2.5$	x: 0 m $\eta = 1.7$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 33.5$	$\eta < 0.1$	M ₁ = 0,00 N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 33.5$
N77/N81	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.378 m $\lambda_{lim} < \lambda_{lim}$ Cumple	x: 7.566 m $\eta = 0.6$	x: 0 m $\eta = 6.9$	x: 7.566 m $\eta = 19.1$	x: 7.566 m $\eta = 12.0$	x: 7.566 m $\eta = 5.9$	x: 0 m $\eta = 0.5$	x: 0.378 m $\eta < 0.1$	x: 0.378 m $\eta < 0.1$	x: 7.566 m $\eta = 30.1$	x: 0.378 m $\eta < 0.1$	M ₁ = 0,00 N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 30.1$
N81/N80	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{lim} < \lambda_{lim}$ Cumple	x: 7.566 m $\eta = 7.4$	x: 0 m $\eta = 8.9$	x: 0 m $\eta = 19.1$	x: 0 m $\eta = 12.0$	x: 0 m $\eta = 5.4$	x: 0 m $\eta = 0.6$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 36.4$	$\eta < 0.1$	M ₁ = 0,00 N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 36.4$
N83/N87	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{lim} < \lambda_{lim}$ Cumple	x: 5.88 m $\eta = 1.3$	x: 0 m $\eta = 7.0$	x: 0 m $\eta = 60.0$	x: 5.88 m $\eta = 10.2$	x: 0 m $\eta = 14.0$	$\eta = 0.2$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 61.3$	$\eta < 0.1$	M ₁ = 0,00 N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 61.3$
N87/N81	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0 m $\lambda_{lim} < \lambda_{lim}$ Cumple	x: 3.12 m $\eta = 1.6$	x: 0 m $\eta = 4.8$	x: 0 m $\eta = 17.9$	x: 0 m $\eta = 10.2$	x: 3.12 m $\eta = 6.3$	$\eta = 0.3$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 27.8$	x: 0 m $\eta < 0.1$	M ₁ = 0,00 N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 27.8$
N85/N88	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{lim} < \lambda_{lim}$ Cumple	x: 5.88 m $\eta = 1.6$	x: 0 m $\eta = 5.9$	x: 0 m $\eta = 75.1$	x: 5.88 m $\eta = 6.3$	x: 0 m $\eta = 15.0$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 76.6$	$\eta < 0.1$	M ₁ = 0,00 N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 76.6$
N88/N80	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0 m $\lambda_{lim} < \lambda_{lim}$ Cumple	x: 4.12 m $\eta = 1.9$	x: 0 m $\eta = 7.9$	x: 0.824 m $\eta = 20.6$	x: 0 m $\eta = 6.3$	x: 4.12 m $\eta = 6.2$	$\eta = 0.1$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 0.206 m $\eta = 27.3$	x: 0 m $\eta < 0.1$	M ₁ = 0,00 N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 27.3$

Comprobaciones que no proceden (N.P.):
⁽¹⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.
⁽²⁾ No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Tabla 29 Comprobaciones de E.L.U. del pórtico de fachada (CYPE)

Las uniones entre pilares y jácenas junto con sus comprobaciones son las siguientes.

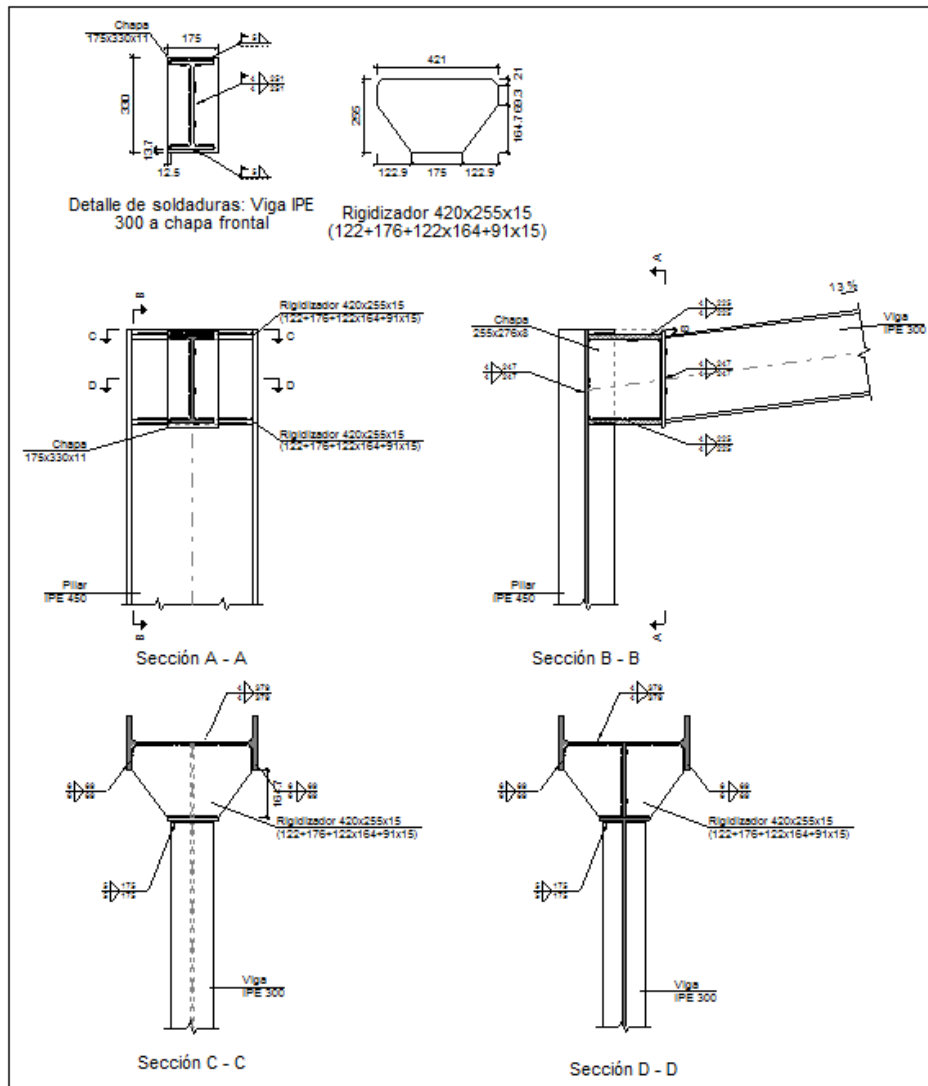


Ilustración 42 Detalle de unión entre jácena y pilar en pórticos de fachada, tipo 7 (CYPE)

		Perfiles					Acero		
Pieza	Descripción	Esquema	Geometría			Tipo	f _y (kp/cm ²)	f _v (kp/cm ²)	
			Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)				Espesor del alma (mm)
Pilar	IPE 450		450	190	14.6	9.4	S275	2803.3	4179.4
Viga	IPE 300		300	150	10.7	7.1	S275	2803.3	4179.4

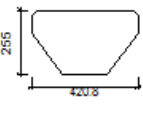
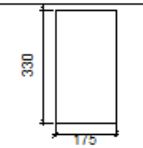

Elementos complementarios							
Pieza	Geometría				Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Tipo	f_y (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Rigidizador		420.8	255	15	S275	2803.3	4179.4
Chapa de apoyo de la viga Viga IPE 300		175	330	11	S275	2803.3	4179.4
Chapa vertical de la viga Viga IPE 300		255	276.9	8	S275	2803.3	4179.4

Tabla 30 Componentes de unión entre jácena y pilar en pórticos de fachada, tipo 7 (CYPE)

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Panel	Esbeltez	--	--	--	69.18
	Cortante	kN	37.90	575.66	6.58
Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	43.87	261.90	16.75
Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	44.50	261.90	16.99
Chapa frontal [Viga IPE 300]	Interacción flexión - cortante	--	--	--	0.00
	Deformación admisible	mRad	--	2	0.00
Chapa vertical [Viga IPE 300]	Cortante	kN	20.90	272.18	7.68
Ala	Desgarro	N/mm ²	23.11	261.90	8.82
	Cortante	N/mm ²	25.26	261.90	9.65

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	6	69	14.6	90.00	
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	4	379	9.4	90.00	
Soldadura del rigidizador superior a la chapa frontal	En ángulo	5	175	11.0	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	6	69	14.6	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	4	379	9.4	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior a la chapa frontal	En ángulo	5	175	11.0	90.00	
Soldadura de la chapa vertical al alma	En ángulo	4	247	8.0	90.00	
Soldadura de la chapa vertical a la chapa frontal	En ángulo	4	247	8.0	90.00	
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador superior	En ángulo	4	225	8.0	90.00	
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador inferior	En ángulo	4	225	8.0	90.00	

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

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	$\tau_{ }$ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del rigidizador superior a las alas	0.0	0.0	31.7	54.8	14.21	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	12.5	21.7	5.61	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior a la chapa frontal	0.2	0.2	25.3	43.8	11.34	1.4	0.44	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	0.0	0.0	32.1	55.6	14.42	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	12.5	21.7	5.61	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a la chapa frontal	0.2	0.2	25.3	43.8	11.34	1.4	0.44	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al alma	0.0	0.0	11.0	19.1	4.94	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical a la chapa frontal	0.0	0.0	11.0	19.1	4.94	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador superior	0.0	0.0	11.6	20.1	5.21	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador inferior	0.0	0.0	11.6	20.1	5.21	0.0	0.00	410.0	0.85

Tabla 31 Comprobaciones de pilar IPE 450 en unión tipo 7 (CYPE)

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas									
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)				
Soldadura del ala superior	En ángulo	5	150	10.7	82.41				
Soldadura del alma	En ángulo	4	251	7.1	90.00				
Soldadura del ala inferior	En ángulo	5	150	10.7	82.41				
a: Espesor garganta l: Longitud efectiva t: Espesor de piezas									
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	$\tau_{ }$ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	0.2	0.2	28.8	49.9	12.94	1.8	0.53	410.0	0.85
Soldadura del alma	0.0	0.0	10.8	18.8	4.87	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	0.2	0.2	28.8	49.9	12.94	1.8	0.53	410.0	0.85

Tabla 32 Comprobaciones de viga IPE 300 en unión tipo 7 (CYPE)

Soldaduras				
f_u (kp/cm ²)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4179.4	En taller	En ángulo	4	3403
			5	700
			6	554
	En el lugar de montaje	En ángulo	4	502
			5	569

Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Rigidizadores	2	420x255x15 (122+176+122x164+91x15)	20.50
	Chapas	1	255x276x8	4.43
		1	175x330x11	4.99
	Total			

Tabla 33 Medición de chapas y soldaduras en unión entre jácena y pilar en pórticos de fachada, tipo 7 (CYPE)

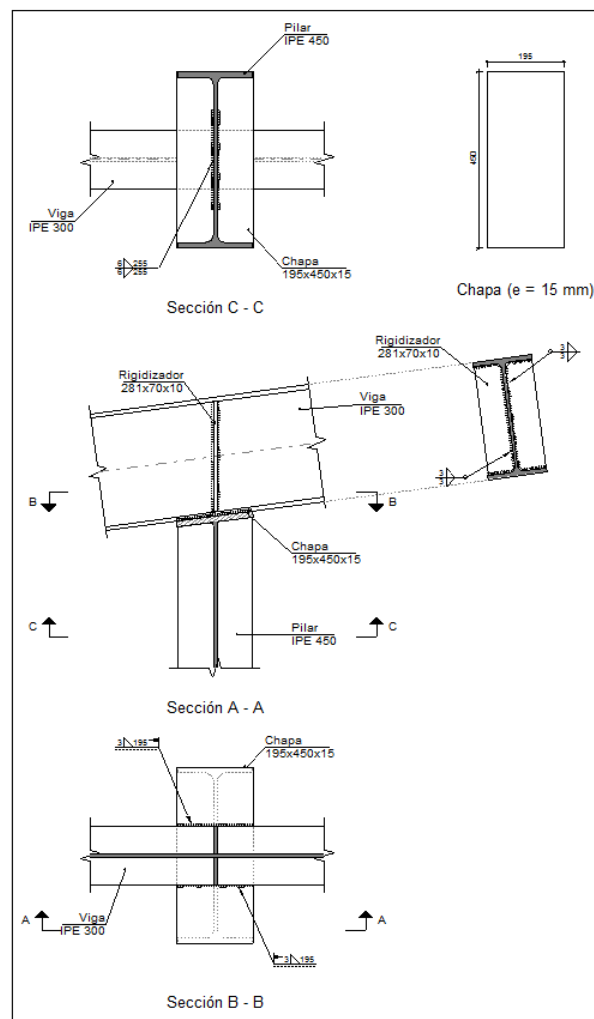
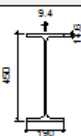
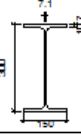


Ilustración 43 Detalle de unión entre jácena y pilar en pórticos de fachada, tipo 8 (CYPE)

Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_y (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Pilar	IPE 450		450	190	14.6	9.4	S275	2803.3	4179.4
Viga	IPE 300		300	150	10.7	7.1	S275	2803.3	4179.4

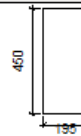

Elementos complementarios							
Pieza	Geometría				Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Tipo	f_y (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Chapa frontal		195	450	15	S275	2803.3	4179.4
Rigidizador		281.1	70	10	S275	2803.3	4179.4

Tabla 34 Componentes de unión entre jácena y pilar en pórticos de fachada, tipo 8 (CYPE)

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Rigidizadores	Cortante	kN	29.40	409.88	7.17
	Tracción	kN	29.40	157.14	18.71

Comprobaciones geométricas							
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)		
Soldadura del rigidizador al alma	En ángulo	3	251	7.1	90.00		
Soldadura del rigidizador a las alas	En ángulo	3	52	7.1	82.41		
Soldadura de la chapa a los bordes exteriores del ala	En ángulo	3	450	10.7	90.00		

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

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	$\tau_{ }$ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del rigidizador al alma	0.0	0.0	19.5	33.8	8.76	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador a las alas	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Soldadura de la chapa a los bordes exteriores del ala	21.8	21.8	2.2	43.8	11.36	21.8	6.66	410.0	0.85

Tabla 35 Comprobaciones de viga IPE 300 en unión tipo 8 (CYPE)

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Chapa frontal	Tensiones combinadas	--	--	--	23.28
Alma	Pandeo local	N/mm ²	31.49	261.90	12.02

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del alma	En ángulo	6	255	9.5	82.41

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

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _v (N/mm ²)	β _w
	σ _⊥ (N/mm ²)	τ _⊥ (N/mm ²)	τ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del alma	7.0	11.0	14.4	32.1	8.32	11.8	3.60	410.0	0.85

Tabla 36 Comprobaciones de pilar IPE 400 en unión tipo 8 (CYPE)

Soldaduras				
f _v (kp/cm ²)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4179.4	En taller	En ángulo	3	1444
			6	510
	En el lugar de montaje	En ángulo	3	390

Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Rigidizadores	2	281x70x10	3.09
	Chapas	1	195x450x15	10.33
	Total			13.42

Tabla 37 Medición de chapas y soldaduras en unión entre jácena y pilar en pórticos de fachada, tipo 8 (CYPE)

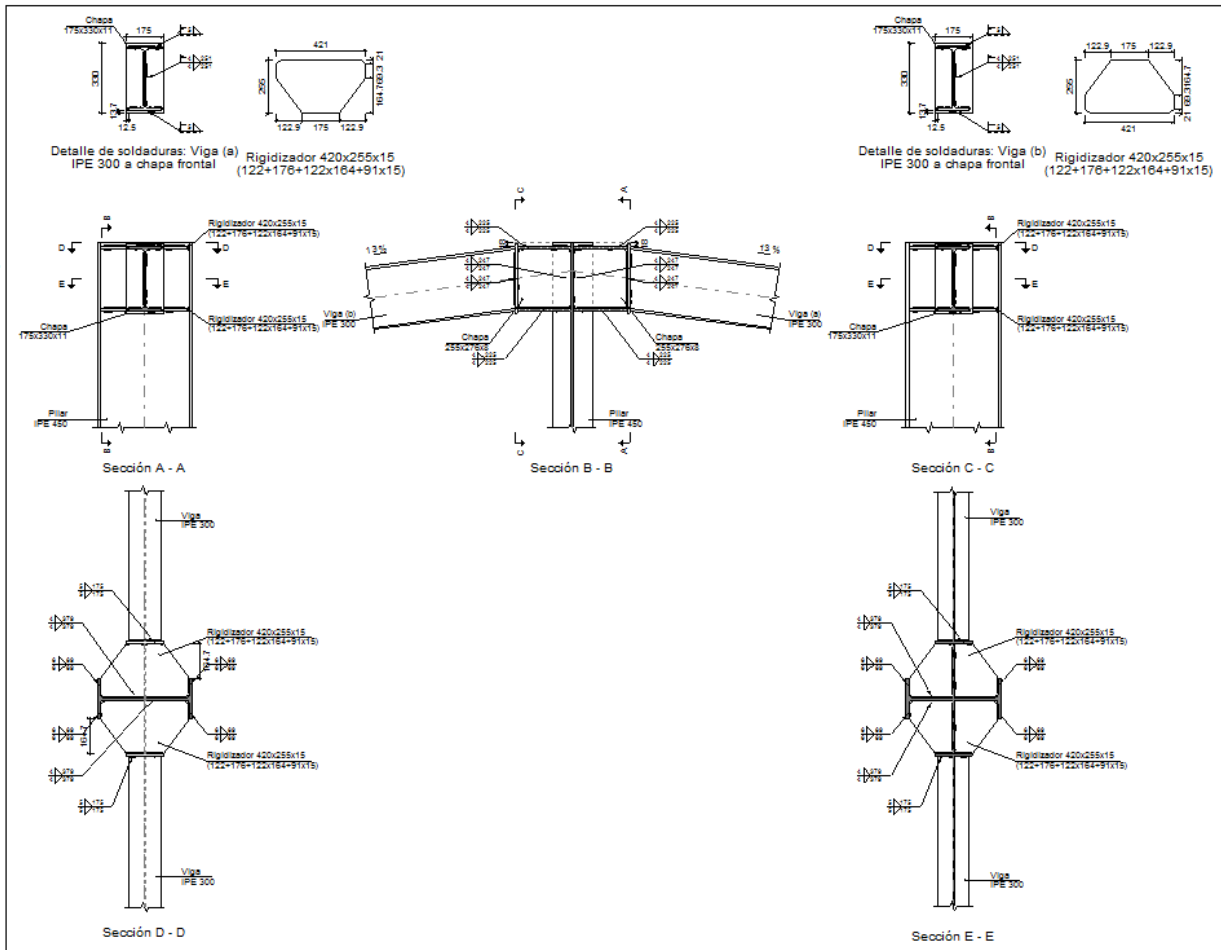
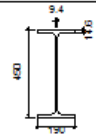
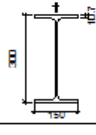


Ilustración 44 Detalle de unión entre jácena y pilar en pórticos de fachada, tipo 9 (CYPE)

Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f _y (kp/cm ²)	f _u (kp/cm ²)
Pilar	IPE 450		450	190	14.6	9.4	S275	2803.3	4179.4
Viga	IPE 300		300	150	10.7	7.1	S275	2803.3	4179.4

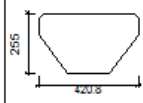

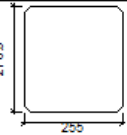

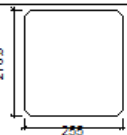
Elementos complementarios								
Pieza	Geometría				Acero			
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Tipo	f _y (kp/cm ²)	f _u (kp/cm ²)	
Rigidizador		420.8	255	15	S275	2803.3	4179.4	
Chapa de apoyo de la viga Viga (a) IPE 300		175	330	11	S275	2803.3	4179.4	
Chapa vertical de la viga Viga (a) IPE 300		255	276.9	8	S275	2803.3	4179.4	
Chapa de apoyo de la viga Viga (b) IPE 300		175	330	11	S275	2803.3	4179.4	
Chapa vertical de la viga Viga (b) IPE 300		255	276.9	8	S275	2803.3	4179.4	

Tabla 38 Componentes de unión entre jácena y pilar en pórticos de fachada, tipo 9 (CYPE)

Las comprobaciones de soldaduras sobre el pilar cumplen pero se omiten para resumir los resultados.

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Panel	Esbeltez	--	--	--	69.18
	Cortante	kN	23.87	575.66	4.15
Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	98.37	261.90	37.56
Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	96.72	261.90	36.93
Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	98.37	261.90	37.56
Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	96.72	261.90	36.93
Chapa frontal [Viga (a) IPE 300]	Interacción flexión-cortante	--	--	--	0.00
	Deformación admisible	mRad	--	2	0.00
Chapa vertical [Viga (a) IPE 300]	Cortante	kN	23.80	272.18	8.74
Chapa frontal [Viga (b) IPE 300]	Interacción flexión-cortante	--	--	--	0.00
	Deformación admisible	mRad	--	2	0.00
Chapa vertical [Viga (b) IPE 300]	Cortante	kN	23.80	272.18	8.74
Ala	Desgarro	N/mm ²	49.81	261.90	19.02
	Cortante	N/mm ²	55.30	261.90	21.11

Tabla 39 Comprobaciones de pilar IPE 450 en unión tipo 9 (CYPE)

Cordones desoldadura									
Comprobaciones geométricas									
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)				
Soldadura de ala superior	En ángulo	5	150	10.7	82.41				
Soldadura de alma	En ángulo	4	251	7.1	90.00				
Soldadura de ala inferior	En ángulo	5	150	10.7	82.41				
<small>a: Espesor garganta l: Longitud efectiva t: Espesor de piezas</small>									
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm ²)	β _v
	σ _v (N/mm ²)	τ _v (N/mm ²)	τ _l (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ _v (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura de ala superior	48.3	55.2	0.6	107.1	27.77	51.5	15.70	410.0	0.85
Soldadura de alma	0.0	0.0	12.3	21.4	5.54	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de ala inferior	55.3	63.2	9.4	123.7	32.07	66.6	20.30	410.0	0.85

Tabla 40 Comprobaciones de viga IPE 300 en unión tipo 9 (CYPE)

Soldaduras				
f _v (kp/cm ²)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4179.4	En taller	En ángulo	4	6805
			5	1400
			6	1109
	En el lugar de montaje	En ángulo	4	1003
			5	1138

Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Rigidizadores	4	420x255x15 (122+176+122x164+91x15)	41.01
	Chapas	2	255x276x8	8.87
		2	175x330x11	9.97
	Total			

Tabla 41 Medición de chapas y soldaduras en unión entre jácena y pilar en pórticos de fachada, tipo 9 (CYPE)

4.3. Sistema de arriostramiento

Se elige un arriostramiento con cruces de San Andrés para toda la estructura con perfiles L. Debido a la gran longitud de la nave se deciden arriostrar el sexto y décimo vano, aparte de los correspondientes a los pórticos de fachada.

4.3.1. Viga contraviento

La representación de la viga contraviento desde una vista superior y paralela al plano de suelo es la siguiente. Los perfiles empleados son L 100x100x6 para las cruces y tubulares # 100.4 para los montantes.

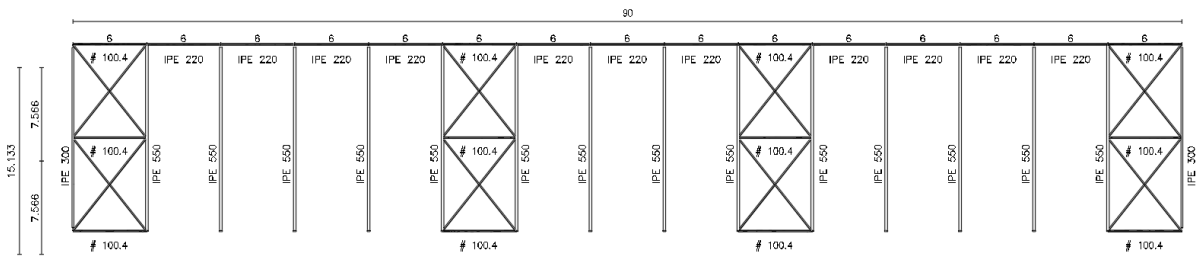


Ilustración 45 Viga contraviento en plano de faldón (CYPE)

Los coeficientes de pandeo elegidos para los montantes son los siguientes. Se sigue el mismo procedimiento que en perfiles anteriores para determinar los valores.

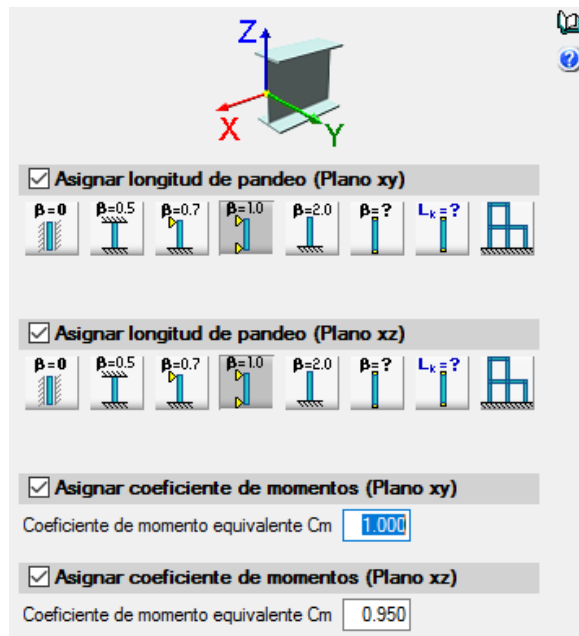


Ilustración 46 Coeficientes de pandeo y momentos en montantes de cubierta (CYPE)

Comprobamos la cuarta parte de las cruces de San Andrés. En nuestro caso y siguiendo el sentido de izquierda a derecha y de arriba abajo, respecto las cruces tenemos las barras N129/N5, N91/N10 (primera cruz), N131/N30, N130/N35 (segunda cruz), N7/N91, N2/N129 (tercera cruz), N32/N130 y N27/N131 (cuarta cruz). Con el mismo orden los montantes son N5/N10, N30/N35, N91/N129, N130/N131, N2/N7 y N27/N32.

Comprobación de resistencia										
Barra	η (%)	Posición (m)	Esfuerzos p \acute{e} simos						Origen	Estado
			N (t)	Vy (t)	Vz (t)	Mt (t·m)	My (t·m)	Mz (t·m)		
N2/N7	92.23	3.000	-7.730	0.000	0.000	0.000	0.071	0.000	GV	Cumple
N27/N32	58.73	3.000	-4.749	0.000	0.000	0.000	0.071	0.000	GV	Cumple
N5/N10	59.15	3.000	-4.786	0.000	0.000	0.000	0.071	0.000	GV	Cumple
N91/N129	88.14	3.000	-7.366	0.000	0.000	0.000	0.071	0.000	GV	Cumple
N30/N35	8.70	3.000	-0.297	0.000	0.000	0.000	0.071	0.000	GV	Cumple
N130/N131	11.12	3.000	-0.513	0.000	0.000	0.000	0.071	0.000	GV	Cumple
N129/N5	15.56	0.000	4.901	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	Cumple
N91/N10	12.59	0.000	3.967	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	Cumple
N7/N91	38.19	0.000	12.032	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	Cumple
N2/N129	38.32	0.000	12.073	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	Cumple
N131/N30	0.88	0.000	0.277	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	Cumple
N130/N35	0.87	0.000	0.275	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	Cumple
N32/N130	2.00	0.000	0.629	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	Cumple
N27/N131	2.00	0.000	0.631	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	Cumple

Tabla 42 Comprobación de resistencia de viga contraviento (CYPE)

Como puede observarse, no es necesario comprobar las flechas de las cruces, puesto que CYPE3D indica que son nulas en los listados.

Flechas								
Grupo	Flecha máxima absoluta xy Flecha máxima relativa xy		Flecha máxima absoluta xz Flecha máxima relativa xz		Flecha activa absoluta xy Flecha activa relativa xy		Flecha activa absoluta xz Flecha activa relativa xz	
	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)
N2/N7	4.875 -	0.00 L/(>1000)	3.000 3.000	4.10 L/(>1000)	4.875 -	0.00 L/(>1000)	3.000 3.000	4.10 L/(>1000)
N27/N32	1.125 -	0.00 L/(>1000)	3.000 3.000	4.10 L/(>1000)	4.875 -	0.00 L/(>1000)	3.000 3.000	4.10 L/(>1000)
N5/N10	2.250 -	0.00 L/(>1000)	3.000 3.000	4.10 L/(>1000)	5.250 -	0.00 L/(>1000)	3.000 3.000	4.10 L/(>1000)
N91/N129	4.500 -	0.00 L/(>1000)	3.000 3.000	4.10 L/(>1000)	5.250 -	0.00 L/(>1000)	3.000 3.000	4.10 L/(>1000)
N30/N35	3.750 -	0.00 L/(>1000)	3.000 3.000	4.10 L/(>1000)	3.750 -	0.00 L/(>1000)	3.000 3.000	4.10 L/(>1000)
N130/N131	4.125 -	0.00 L/(>1000)	3.000 3.000	4.10 L/(>1000)	5.250 -	0.00 L/(>1000)	3.000 3.000	4.10 L/(>1000)
N129/N5	6.035 -	0.00 L/(>1000)	6.035 -	0.00 L/(>1000)	7.846 -	0.00 L/(>1000)	9.053 -	0.00 L/(>1000)
N91/N10	7.846 -	0.00 L/(>1000)	6.639 -	0.00 L/(>1000)	7.846 -	0.00 L/(>1000)	6.639 -	0.00 L/(>1000)
N7/N91	6.639 -	0.00 L/(>1000)	8.450 -	0.00 L/(>1000)	7.846 -	0.00 L/(>1000)	8.450 -	0.00 L/(>1000)
N2/N129	5.432 -	0.00 L/(>1000)	9.053 -	0.00 L/(>1000)	7.846 -	0.00 L/(>1000)	9.053 -	0.00 L/(>1000)
N131/N30	6.639 -	0.00 L/(>1000)	6.035 -	0.00 L/(>1000)	6.639 -	0.00 L/(>1000)	7.846 -	0.00 L/(>1000)
N130/N35	8.450 -	0.00 L/(>1000)	9.053 -	0.00 L/(>1000)	8.450 -	0.00 L/(>1000)	6.035 -	0.00 L/(>1000)
N32/N130	7.846 -	0.00 L/(>1000)	9.053 -	0.00 L/(>1000)	7.846 -	0.00 L/(>1000)	9.053 -	0.00 L/(>1000)
N27/N131	7.846 -	0.00 L/(>1000)	8.450 -	0.00 L/(>1000)	7.846 -	0.00 L/(>1000)	7.846 -	0.00 L/(>1000)

Tabla 43 Flechas de viga contraviento (CYPE)

Barras	COMPROBACIONES(CTEDBSE-A)														Estado	
	$\bar{\lambda}$	λ_{cr}	N_{ax}	N_{cy}	M_{ax}	M_{cy}	V_{ax}	V_{cy}	M_{xV_x}	M_{yV_y}	NM_{xM_x}	NM_{yV_y}	M_x	M_{yV_x}		M_{yV_y}
N2/N7	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$x: 0.375\text{m}$ $\lambda_{cr} < \lambda_{reducido}$ Cumple	$N_{ax} = 0.00$ N.P. ⁽⁷⁾	$\eta = 84.8$	$x: 3\text{m}$ $\eta = 5.6$	$M_{ax} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$x: 0\text{m}$ $\eta = 0.5$	$V_{ax} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$x: 0.375\text{m}$ $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁴⁾	$x: 3\text{m}$ $\eta = 92.2$	$x: 0.375\text{m}$ $\eta < 0.1$	$M_{ax} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	CUMPLE $\eta = 92.2$
N27/N32	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$x: 0.375\text{m}$ $\lambda_{cr} < \lambda_{reducido}$ Cumple	$\eta = 14.5$	$\eta = 52.0$	$x: 3\text{m}$ $\eta = 5.6$	$M_{ax} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$x: 0\text{m}$ $\eta = 0.5$	$V_{ax} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$x: 0.375\text{m}$ $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁴⁾	$x: 3\text{m}$ $\eta = 58.7$	$x: 0.375\text{m}$ $\eta < 0.1$	$M_{ax} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	CUMPLE $\eta = 58.7$
N5/N10	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$x: 0.375\text{m}$ $\lambda_{cr} < \lambda_{reducido}$ Cumple	$\eta = 0.1$	$\eta = 53.0$	$x: 3\text{m}$ $\eta = 5.6$	$M_{ax} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$x: 0\text{m}$ $\eta = 0.5$	$V_{ax} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$x: 0.375\text{m}$ $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁴⁾	$x: 3\text{m}$ $\eta = 59.1$	$x: 0.375\text{m}$ $\eta < 0.1$	$M_{ax} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	CUMPLE $\eta = 59.1$
N91/N129	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$x: 0.375\text{m}$ $\lambda_{cr} < \lambda_{reducido}$ Cumple	$N_{ax} = 0.00$ N.P. ⁽⁷⁾	$\eta = 81.0$	$x: 3\text{m}$ $\eta = 5.6$	$M_{ax} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$x: 0\text{m}$ $\eta = 0.5$	$V_{ax} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$x: 0.375\text{m}$ $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁴⁾	$x: 3\text{m}$ $\eta = 88.1$	$x: 0.375\text{m}$ $\eta < 0.1$	$M_{ax} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	CUMPLE $\eta = 88.1$
N30/N35	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$x: 0.375\text{m}$ $\lambda_{cr} < \lambda_{reducido}$ Cumple	$\eta < 0.1$	$\eta = 3.7$	$x: 3\text{m}$ $\eta = 5.6$	$M_{ax} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$x: 0\text{m}$ $\eta = 0.5$	$V_{ax} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$x: 0.375\text{m}$ $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁴⁾	$x: 3\text{m}$ $\eta = 8.7$	$x: 0.375\text{m}$ $\eta < 0.1$	$M_{ax} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	CUMPLE $\eta = 8.7$
N130/N131	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$x: 0.375\text{m}$ $\lambda_{cr} < \lambda_{reducido}$ Cumple	$\eta < 0.1$	$\eta = 6.0$	$x: 3\text{m}$ $\eta = 5.6$	$M_{ax} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$x: 0\text{m}$ $\eta = 0.5$	$V_{ax} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$x: 0.375\text{m}$ $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁴⁾	$x: 3\text{m}$ $\eta = 11.1$	$x: 0.375\text{m}$ $\eta < 0.1$	$M_{ax} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	CUMPLE $\eta = 11.1$

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)														Estado
	$\bar{\lambda}$	N_{cr}	N_{ax}	M_{ax}	M_{cy}	V_{ax}	V_{cy}	M_{xV_x}	M_{yV_y}	NM_{xM_x}	NM_{yV_y}	M_x	M_{yV_x}	M_{yV_y}	
N129/N5	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 15.6$	$N_{ax} = 0.00$ N.P. ⁽⁷⁾	$M_{ax} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$M_{cy} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$V_{ax} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$V_{cy} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	$M_{ax} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	CUMPLE $\eta = 15.6$
N91/N10	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 12.6$	$N_{ax} = 0.00$ N.P. ⁽⁷⁾	$M_{ax} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$M_{cy} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$V_{ax} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$V_{cy} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	$M_{ax} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	CUMPLE $\eta = 12.6$
N7/N91	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 38.2$	$N_{ax} = 0.00$ N.P. ⁽⁷⁾	$M_{ax} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$M_{cy} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$V_{ax} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$V_{cy} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	$M_{ax} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	CUMPLE $\eta = 38.2$
N2/N129	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 38.3$	$N_{ax} = 0.00$ N.P. ⁽⁷⁾	$M_{ax} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$M_{cy} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$V_{ax} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$V_{cy} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	$M_{ax} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	CUMPLE $\eta = 38.3$
N31/N30	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 0.9$	$N_{ax} = 0.00$ N.P. ⁽⁷⁾	$M_{ax} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$M_{cy} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$V_{ax} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$V_{cy} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	$M_{ax} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	CUMPLE $\eta = 0.9$
N30/N35	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 0.9$	$N_{ax} = 0.00$ N.P. ⁽⁷⁾	$M_{ax} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$M_{cy} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$V_{ax} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$V_{cy} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	$M_{ax} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	CUMPLE $\eta = 0.9$
N2/N130	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 2.0$	$N_{ax} = 0.00$ N.P. ⁽⁷⁾	$M_{ax} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$M_{cy} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$V_{ax} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$V_{cy} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	$M_{ax} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	CUMPLE $\eta = 2.0$
N7/N131	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 2.0$	$N_{ax} = 0.00$ N.P. ⁽⁷⁾	$M_{ax} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$M_{cy} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$V_{ax} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$V_{cy} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	$M_{ax} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	CUMPLE $\eta = 2.0$

Comprobaciones que no proceden (N.P.):

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

Tabla 44 Comprobaciones de E.L.U. de viga contraviento (CYPE)

CYPE 3D no comprueba la esbeltez reducida mínima de las barras en los arriostramientos, que deberá ser, según la normativa, inferior a 4. Su valor se calcula con las siguientes fórmulas:

$$\lambda = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}} \quad N_{cr} = \left(\frac{\pi}{L_k}\right)^2 * E * I$$

Donde A es el área del perfil, f_y es la resistencia del acero (275 Mpa), L_k es la longitud de pandeo crítica de la pieza (equivalente a su longitud al ser biarticulada), E es el módulo elástico (210 GPa) e I es el momento de inercia del área de la sección a flexión en el plano considerado.

Se comprueba que las barras de arriostramiento de la viga contraviento requieren de un perfil L 100x100x6 ($\lambda=3,62 < 4$). El criterio de esbeltez reducida es, por tanto, el que dictamina el tipo de perfil elegido.

4.3.2. Arriostramiento lateral

El arriostramiento lateral se distribuye según la siguiente imagen. Los perfiles empleados son de tubular cuadrado # 100.4 para los montantes en vanos arriostrados, IPE 220 para las vigas perimetrales, L 80x80x5 para las cruces inferiores y L 60x60x4 para las inferiores.

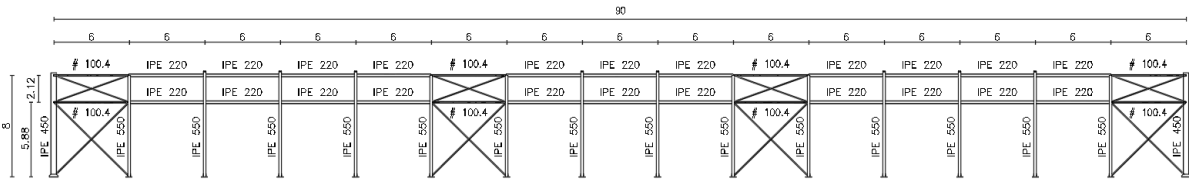


Ilustración 47 Arriostramiento lateral (CYPE)

Los coeficientes de pandeo en las vigas perimetrales son nulos al trabajar a tracción, mientras que los de los montantes son los mismos que los correspondientes a las jácenas de fachada (flexión por peos propio en plano XZ). También se ha tenido en cuenta en el segundo y penúltimo pórtico la redefinición de los coeficientes de pandeo según la longitud de pandeo (al igual que en fachada).

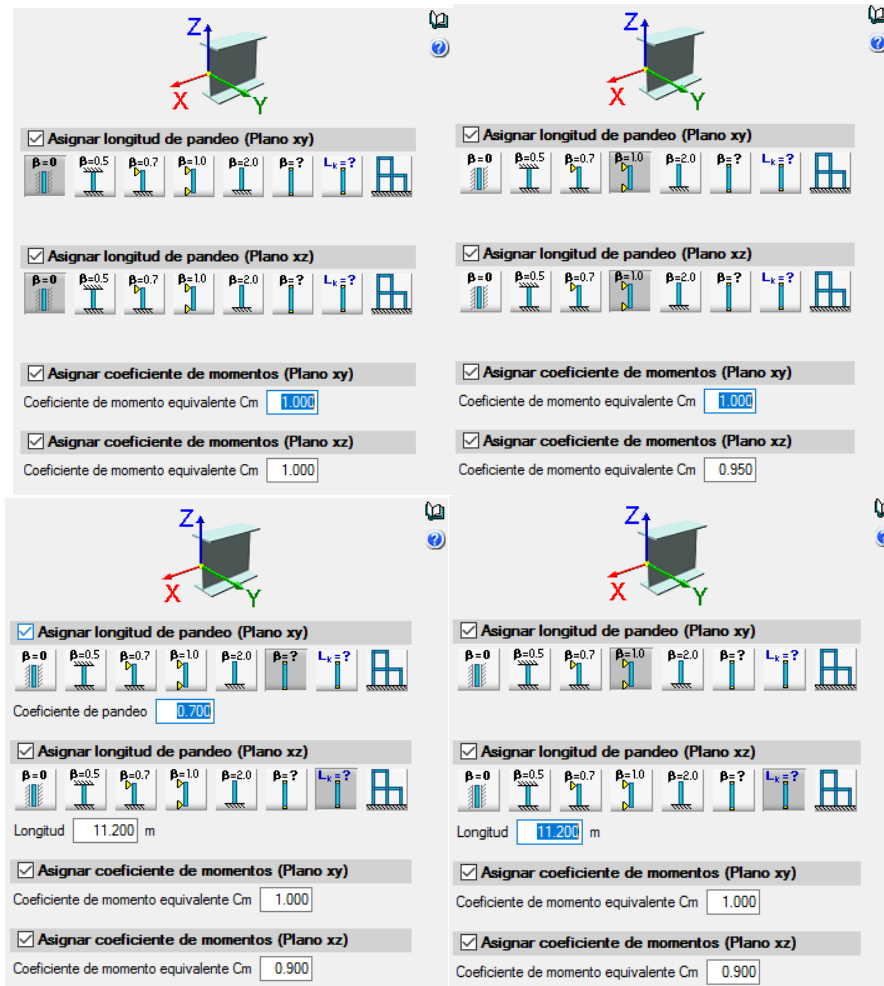


Ilustración 48 Coeficientes de pandeo de vigas perimetrales, montantes, pilar inferior y superior de pórticos arriostrados respectivamente (CYPE)

Comprobamos la mitad de los perfiles. De izquierda a derecha y de arriba abajo los montantes son N2/N7, N27/N32, N96/N101, N105/N106; los tirantes de las cruces son N101/N2, N96/N7 (primera cruz), N106/N27, N105/N32 (segunda cruz), N6/N96, N1/N101 (tercera cruz), N31/N105, N26/N106 (cuarta cruz) y el resto lo conforman las vigas perimetrales.

Comprobación de resistencia										
Barra	η (%)	Posición (m)	Esfuerzos p \acute{e} simos						Origen	Estado
			N (t)	Vy (t)	Vz (t)	Mt (t·m)	My (t·m)	Mz (t·m)		
N2/N7	67.09	3.000	-7.608	0.000	0.000	0.000	0.103	0.000	GV	Cumple
N7/N12	8.94	3.000	6.107	0.000	0.000	0.000	0.159	0.000	GV	Cumple
N12/N17	8.94	3.000	6.108	0.000	0.000	0.000	0.159	0.000	GV	Cumple
N17/N22	8.94	3.000	6.109	0.000	0.000	0.000	0.159	0.000	GV	Cumple
N22/N27	8.94	3.000	6.109	0.000	0.000	0.000	0.159	0.000	GV	Cumple
N27/N32	44.51	3.000	-4.824	0.000	0.000	0.000	0.103	0.000	GV	Cumple
N32/N37	8.36	3.000	5.584	0.000	0.000	0.000	0.159	0.000	GV	Cumple
N37/N42	8.36	3.000	5.584	0.000	0.000	0.000	0.159	0.000	GV	Cumple
N96/N101	58.57	3.000	-6.558	0.000	0.000	0.000	0.103	0.000	GV	Cumple
N101/N102	6.56	3.000	3.985	0.000	0.000	0.000	0.159	0.000	GV	Cumple
N102/N103	6.54	3.000	3.968	0.000	0.000	0.000	0.159	0.000	GV	Cumple
N103/N104	6.53	3.000	3.954	0.000	0.000	0.000	0.159	0.000	GV	Cumple
N104/N105	6.51	3.000	3.942	0.000	0.000	0.000	0.159	0.000	GV	Cumple
N105/N106	42.16	3.000	-4.535	0.000	0.000	0.000	0.103	0.000	GV	Cumple
N106/N107	6.31	3.000	3.760	0.000	0.000	0.000	0.159	0.000	GV	Cumple
N107/N108	6.31	3.000	3.758	0.000	0.000	0.000	0.159	0.000	GV	Cumple
N1/N101	24.86	0.000	5.217	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	Cumple
N6/N96	16.56	0.000	3.476	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	Cumple
N101/N2	14.61	0.000	2.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	Cumple
N96/N7	22.19	0.000	3.039	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	Cumple
N106/N27	10.84	0.000	1.485	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	Cumple
N105/N32	14.10	0.000	1.931	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	Cumple
N31/N105	13.54	0.000	2.842	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	Cumple
N26/N106	16.69	0.000	3.502	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	Cumple

Tabla 45 Comprobación de resistencia de arriostramiento lateral (CYPE)

Flechas								
Grupo	Flecha máxima absoluta xy Flecha máxima relativa xy		Flecha máxima absoluta xz Flecha máxima relativa xz		Flecha activa absoluta xy Flecha activa relativa xy		Flecha activa absoluta xz Flecha activa relativa xz	
	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)
N2/N7	4.875 -	0.00 L/(>1000)	3.000 3.000	4.33 L/(>1000)	4.875 -	0.00 L/(>1000)	3.000 3.000	4.32 L/(>1000)
N7/N12	1.875 -	0.00 L/(>1000)	3.000 3.000	0.76 L/(>1000)	5.625 -	0.00 L/(>1000)	3.000 3.000	0.76 L/(>1000)
N12/N17	2.250 -	0.00 L/(>1000)	3.000 3.000	0.76 L/(>1000)	2.250 -	0.00 L/(>1000)	3.000 3.000	0.76 L/(>1000)
N17/N22	1.875 -	0.00 L/(>1000)	3.000 3.000	0.76 L/(>1000)	1.875 -	0.00 L/(>1000)	3.000 3.000	0.76 L/(>1000)
N22/N27	3.750 -	0.00 L/(>1000)	3.000 3.000	0.76 L/(>1000)	3.750 -	0.00 L/(>1000)	3.000 3.000	0.76 L/(>1000)
N27/N32	5.250 -	0.00 L/(>1000)	3.000 3.000	4.33 L/(>1000)	5.250 -	0.00 L/(>1000)	3.000 3.000	4.32 L/(>1000)
N32/N37	5.250 -	0.00 L/(>1000)	3.000 3.000	0.76 L/(>1000)	5.250 -	0.00 L/(>1000)	3.000 3.000	0.76 L/(>1000)
N37/N42	1.875 -	0.00 L/(>1000)	3.000 3.000	0.76 L/(>1000)	1.875 -	0.00 L/(>1000)	3.000 3.000	0.76 L/(>1000)
N96/N101	4.875 -	0.00 L/(>1000)	3.000 3.000	4.33 L/(>1000)	5.625 -	0.00 L/(>1000)	3.000 3.000	4.32 L/(>1000)
N101/N102	3.750 -	0.00 L/(>1000)	3.000 3.000	0.76 L/(>1000)	3.750 -	0.00 L/(>1000)	3.000 3.000	0.76 L/(>1000)
N102/N103	4.125 -	0.00 L/(>1000)	3.000 3.000	0.76 L/(>1000)	4.125 -	0.00 L/(>1000)	3.000 3.000	0.76 L/(>1000)
N103/N104	0.000 -	0.00 L/(>1000)	3.000 3.000	0.76 L/(>1000)	0.000 -	0.00 L/(>1000)	3.000 3.000	0.76 L/(>1000)
N104/N105	2.625 -	0.00 L/(>1000)	3.000 3.000	0.76 L/(>1000)	2.625 -	0.00 L/(>1000)	3.000 3.000	0.76 L/(>1000)
N105/N106	5.250 -	0.00 L/(>1000)	3.000 3.000	4.33 L/(>1000)	5.250 -	0.00 L/(>1000)	3.000 3.000	4.32 L/(>1000)
N106/N107	0.750 -	0.00 L/(>1000)	3.000 3.000	0.76 L/(>1000)	0.750 -	0.00 L/(>1000)	3.000 3.000	0.76 L/(>1000)
N107/N108	3.375 -	0.00 L/(>1000)	3.000 3.000	0.76 L/(>1000)	4.125 -	0.00 L/(>1000)	3.000 3.000	0.76 L/(>1000)
N1/N101	7.351 -	0.00 L/(>1000)	4.725 -	0.00 L/(>1000)	7.351 -	0.00 L/(>1000)	4.725 -	0.00 L/(>1000)
N6/N96	5.251 -	0.00 L/(>1000)	7.351 -	0.00 L/(>1000)	5.251 -	0.00 L/(>1000)	6.301 -	0.00 L/(>1000)
N101/N2	3.977 -	0.00 L/(>1000)	0.795 -	0.00 L/(>1000)	4.773 -	0.00 L/(>1000)	0.795 -	0.00 L/(>1000)
N96/N7	3.977 -	0.00 L/(>1000)	5.568 -	0.00 L/(>1000)	3.977 -	0.00 L/(>1000)	5.568 -	0.00 L/(>1000)
N106/N27	0.398 -	0.00 L/(>1000)	5.966 -	0.00 L/(>1000)	4.375 -	0.00 L/(>1000)	5.966 -	0.00 L/(>1000)
N105/N32	2.386 -	0.00 L/(>1000)	5.568 -	0.00 L/(>1000)	2.386 -	0.00 L/(>1000)	5.568 -	0.00 L/(>1000)
N31/N105	6.826 -	0.00 L/(>1000)	7.351 -	0.00 L/(>1000)	6.826 -	0.00 L/(>1000)	7.351 -	0.00 L/(>1000)
N26/N106	6.826 -	0.00 L/(>1000)	5.251 -	0.00 L/(>1000)	6.826 -	0.00 L/(>1000)	7.876 -	0.00 L/(>1000)

Tabla 46 Flechas de arriostramiento lateral (CYPE)

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)														Estado	
	$\bar{\lambda}$	λ_w	N_x	N_z	M_x	M_z	V_x	V_z	M_{x,V_z}	M_{z,V_x}	$NM_x M_z$	$NM_z M_x V_z$	M_x	$M_{x,z}$		M_{V_x}
N2/N7	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.375 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,crit}$ Cumple	$N_{ex} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	$\eta = 60.4$	x: 3 m $\eta = 5.7$	$M_{ex} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	x: 0 m $\eta = 0.5$	$V_{ex} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 0.375 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁴⁾	x: 3 m $\eta = 67.1$	x: 0.375 m $\eta < 0.1$	$M_{ex} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁶⁾	CUMPLE $\eta = 67.1$
N7/N12	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.375 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,crit}$ Cumple	$\eta = 6.8$	$\eta = 5.5$	x: 3 m $\eta = 2.1$	$M_{ex} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	x: 0 m $\eta = 0.4$	$V_{ex} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 0.375 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁴⁾	x: 3 m $\eta = 8.9$	x: 0.375 m $\eta < 0.1$	$M_{ex} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁶⁾	CUMPLE $\eta = 8.9$
N12/N17	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.375 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,crit}$ Cumple	$\eta = 6.8$	$\eta = 5.5$	x: 3 m $\eta = 2.1$	$M_{ex} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	x: 0 m $\eta = 0.4$	$V_{ex} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 0.375 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁴⁾	x: 3 m $\eta = 8.9$	x: 0.375 m $\eta < 0.1$	$M_{ex} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁶⁾	CUMPLE $\eta = 8.9$
N17/N22	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.375 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,crit}$ Cumple	$\eta = 6.9$	$\eta = 5.5$	x: 3 m $\eta = 2.1$	$M_{ex} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	x: 0 m $\eta = 0.4$	$V_{ex} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 0.375 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁴⁾	x: 3 m $\eta = 8.9$	x: 0.375 m $\eta < 0.1$	$M_{ex} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁶⁾	CUMPLE $\eta = 8.9$
N22/N27	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.375 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,crit}$ Cumple	$\eta = 6.9$	$\eta = 5.5$	x: 3 m $\eta = 2.1$	$M_{ex} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	x: 0 m $\eta = 0.4$	$V_{ex} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 0.375 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁴⁾	x: 3 m $\eta = 8.9$	x: 0.375 m $\eta < 0.1$	$M_{ex} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁶⁾	CUMPLE $\eta = 8.9$
N27/N32	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.375 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,crit}$ Cumple	$\eta = 10.6$	$\eta = 38.3$	x: 3 m $\eta = 5.7$	$M_{ex} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	x: 0 m $\eta = 0.5$	$V_{ex} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 0.375 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁴⁾	x: 3 m $\eta = 44.5$	x: 0.375 m $\eta < 0.1$	$M_{ex} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁶⁾	CUMPLE $\eta = 44.5$
N32/N37	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.375 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,crit}$ Cumple	$\eta = 6.3$	$\eta = 3.5$	x: 3 m $\eta = 2.1$	$M_{ex} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	x: 0 m $\eta = 0.4$	$V_{ex} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 0.375 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁴⁾	x: 3 m $\eta = 8.4$	x: 0.375 m $\eta < 0.1$	$M_{ex} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁶⁾	CUMPLE $\eta = 8.4$
N37/N42	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.375 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,crit}$ Cumple	$\eta = 6.3$	$\eta = 3.5$	x: 3 m $\eta = 2.1$	$M_{ex} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	x: 0 m $\eta = 0.4$	$V_{ex} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 0.375 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁴⁾	x: 3 m $\eta = 8.4$	x: 0.375 m $\eta < 0.1$	$M_{ex} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁶⁾	CUMPLE $\eta = 8.4$
N96/N101	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.375 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,crit}$ Cumple	$\eta = 5.2$	$\eta = 51.5$	x: 3 m $\eta = 5.7$	$M_{ex} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	x: 0 m $\eta = 0.5$	$V_{ex} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 0.375 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁴⁾	x: 3 m $\eta = 58.6$	x: 0.375 m $\eta < 0.1$	$M_{ex} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁶⁾	CUMPLE $\eta = 58.6$
N101/N102	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.375 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,crit}$ Cumple	$\eta = 4.5$	$\eta = 3.2$	x: 3 m $\eta = 2.1$	$M_{ex} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	x: 0 m $\eta = 0.4$	$V_{ex} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 0.375 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁴⁾	x: 3 m $\eta = 6.6$	x: 0.375 m $\eta < 0.1$	$M_{ex} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁶⁾	CUMPLE $\eta = 6.6$
N102/N103	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.375 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,crit}$ Cumple	$\eta = 4.4$	$\eta = 3.2$	x: 3 m $\eta = 2.1$	$M_{ex} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	x: 0 m $\eta = 0.4$	$V_{ex} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 0.375 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁴⁾	x: 3 m $\eta = 6.5$	x: 0.375 m $\eta < 0.1$	$M_{ex} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁶⁾	CUMPLE $\eta = 6.5$
N103/N104	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.375 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,crit}$ Cumple	$\eta = 4.4$	$\eta = 3.2$	x: 3 m $\eta = 2.1$	$M_{ex} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	x: 0 m $\eta = 0.4$	$V_{ex} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 0.375 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁴⁾	x: 3 m $\eta = 6.5$	x: 0.375 m $\eta < 0.1$	$M_{ex} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁶⁾	CUMPLE $\eta = 6.5$
N104/N105	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.375 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,crit}$ Cumple	$\eta = 4.4$	$\eta = 3.1$	x: 3 m $\eta = 2.1$	$M_{ex} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	x: 0 m $\eta = 0.4$	$V_{ex} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 0.375 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁴⁾	x: 3 m $\eta = 6.5$	x: 0.375 m $\eta < 0.1$	$M_{ex} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁶⁾	CUMPLE $\eta = 6.5$
N105/N106	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.375 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,crit}$ Cumple	$\eta = 6.2$	$\eta = 35.7$	x: 3 m $\eta = 5.7$	$M_{ex} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	x: 0 m $\eta = 0.5$	$V_{ex} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 0.375 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁴⁾	x: 3 m $\eta = 42.2$	x: 0.375 m $\eta < 0.1$	$M_{ex} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁶⁾	CUMPLE $\eta = 42.2$
N106/N107	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.375 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,crit}$ Cumple	$\eta = 4.2$	$\eta = 2.3$	x: 3 m $\eta = 2.1$	$M_{ex} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	x: 0 m $\eta = 0.4$	$V_{ex} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 0.375 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁴⁾	x: 3 m $\eta = 6.3$	x: 0.375 m $\eta < 0.1$	$M_{ex} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁶⁾	CUMPLE $\eta = 6.3$
N107/N108	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.375 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,crit}$ Cumple	$\eta = 4.2$	$\eta = 2.3$	x: 3 m $\eta = 2.1$	$M_{ex} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	x: 0 m $\eta = 0.4$	$V_{ex} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 0.375 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁴⁾	x: 3 m $\eta = 6.3$	x: 0.375 m $\eta < 0.1$	$M_{ex} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁶⁾	CUMPLE $\eta = 6.3$

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)														Estado
	$\bar{\lambda}$	N_x	N_z	M_x	M_z	V_x	V_z	M_{x,V_z}	M_{z,V_x}	$NM_x M_z$	$NM_z M_x V_z$	M_x	$M_{x,z}$	M_{V_x}	
N101/N102	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 24.9$	$N_{ex} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	$M_{ex} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$M_{ez} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$V_{ex} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$V_{ez} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁵⁾	$M_{ex} = 0.00$ N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁶⁾	CUMPLE $\eta = 24.9$
N96/N96	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 16.6$	$N_{ex} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	$M_{ex} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$M_{ez} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$V_{ex} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$V_{ez} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁵⁾	$M_{ex} = 0.00$ N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁶⁾	CUMPLE $\eta = 16.6$
N101/N2	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 14.6$	$N_{ex} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	$M_{ex} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$M_{ez} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$V_{ex} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$V_{ez} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁵⁾	$M_{ex} = 0.00$ N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁶⁾	CUMPLE $\eta = 14.6$
N96/N7	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 22.2$	$N_{ex} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	$M_{ex} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$M_{ez} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$V_{ex} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$V_{ez} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁵⁾	$M_{ex} = 0.00$ N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁶⁾	CUMPLE $\eta = 22.2$
N106/N27	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 10.8$	$N_{ex} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	$M_{ex} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$M_{ez} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$V_{ex} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$V_{ez} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁵⁾	$M_{ex} = 0.00$ N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁶⁾	CUMPLE $\eta = 10.8$
N105/N32	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 14.1$	$N_{ex} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	$M_{ex} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$M_{ez} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$V_{ex} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$V_{ez} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁵⁾	$M_{ex} = 0.00$ N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁶⁾	CUMPLE $\eta = 14.1$
N31/N105	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 13.5$	$N_{ex} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	$M_{ex} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$M_{ez} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$V_{ex} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$V_{ez} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁵⁾	$M_{ex} = 0.00$ N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁶⁾	CUMPLE $\eta = 13.5$
N26/N106	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 16.7$	$N_{ex} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	$M_{ex} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$M_{ez} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$V_{ex} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$V_{ez} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁵⁾	$M_{ex} = 0.00$ N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁶⁾	CUMPLE $\eta = 16.7$

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

Tabla 47 Comprobaciones de E.L.U. de arriostamiento lateral (CYPE)

Teniendo en cuenta una esbeltez reducida máxima de 4, para las cruces de San Andrés inferiores se requiere un perfil L 80x80x5 ($\lambda=3,95 < 4$), mientras que para las superiores se requiere un L 65x65x4 ($\lambda=3,70 < 4$).

Se muestra la unión entre los pilares y las vigas perimetrales.

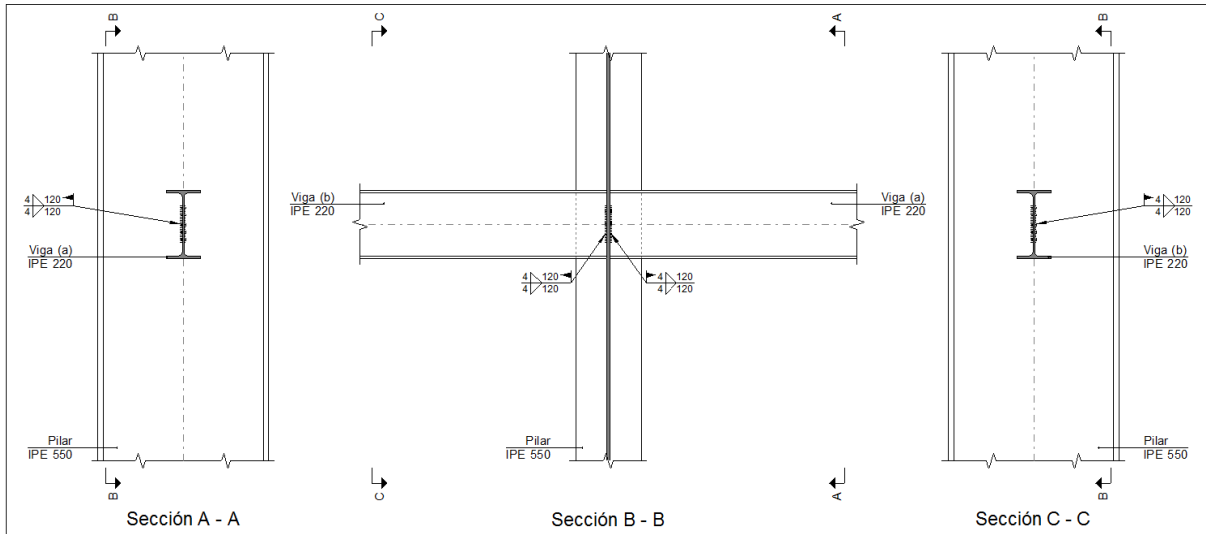


Ilustración 49 Detalle de unión entre pilar y viga perimetral, tipo 7 (CYPE)

Las características de las 16 uniones son las siguientes. De nuevo, se muestra el listado con la unión más desfavorable para la comprobación de resistencia.

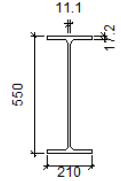
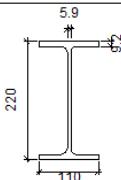
Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f _y (MPa)	f _u (MPa)
Pilar	IPE 550		550	210	17.2	11.1	S275	275.0	410.0
Viga	IPE 220		220	110	9.2	5.9	S275	275.0	410.0

Tabla 48 Componentes de unión entre viga perimetral y pilar, tipo 7 (CYPE)

1) Pilar IPE 550

Comprobaciones de resistencia						
	Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Viga (a) IPE 220	Alma	Punzonamiento	kN	39.09	550.05	7.11
		Flexión por fuerza perpendicular	kN	0.31	153.63	0.20
Viga (b) IPE 220	Alma	Punzonamiento	kN	39.09	550.05	7.11
		Flexión por fuerza perpendicular	kN	0.31	153.63	0.20

Tabla 49 Comprobaciones de pilar IPE 550 en unión tipo 7 (CYPE)

2) Viga (a) IPE 220

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Tensión de Von Mises	N/mm ²	55.27	261.90	21.10

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del alma	En ángulo	4	120	5.9	90.00

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

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm ²)	β _w
	σ _⊥ (N/mm ²)	τ _⊥ (N/mm ²)	τ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del alma	28.8	28.8	1.1	57.6	14.93	28.8	8.78	410.0	0.85

Tabla 50 Comprobaciones de viga horizontal IPE 220 en unión tipo 7 (CYPE)

f _u (MPa)	Soldaduras			
	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En el lugar de montaje	En ángulo	4	7680

Tabla 51 Medición de chapas y soldaduras en unión entre viga perimetral y pilar, tipo 7 (CYPE)

CYPE3D no realiza uniones entre perfiles conformados y laminados. En el resto de uniones, los cordones de soldadura para los perfiles IPE 220 serán los mismos mientras que para los perfiles tubulares cuadrados se realizará una soldadura perimetral con las mismas dimensiones.

También se comprueba la esbeltez reducida máxima en las vigas perimetrales, que al trabajar a tracción no permiten valores superiores a 3; por ello se elige un perfil IPE 220 ($\lambda=2,79<3$).

4.3.3. Arriostramiento en fachada

CYPE3D no permite colocar arriostramientos que trabajen a tracción en áreas no rectangulares, aunque si las tenemos en cuenta a efectos prácticos.

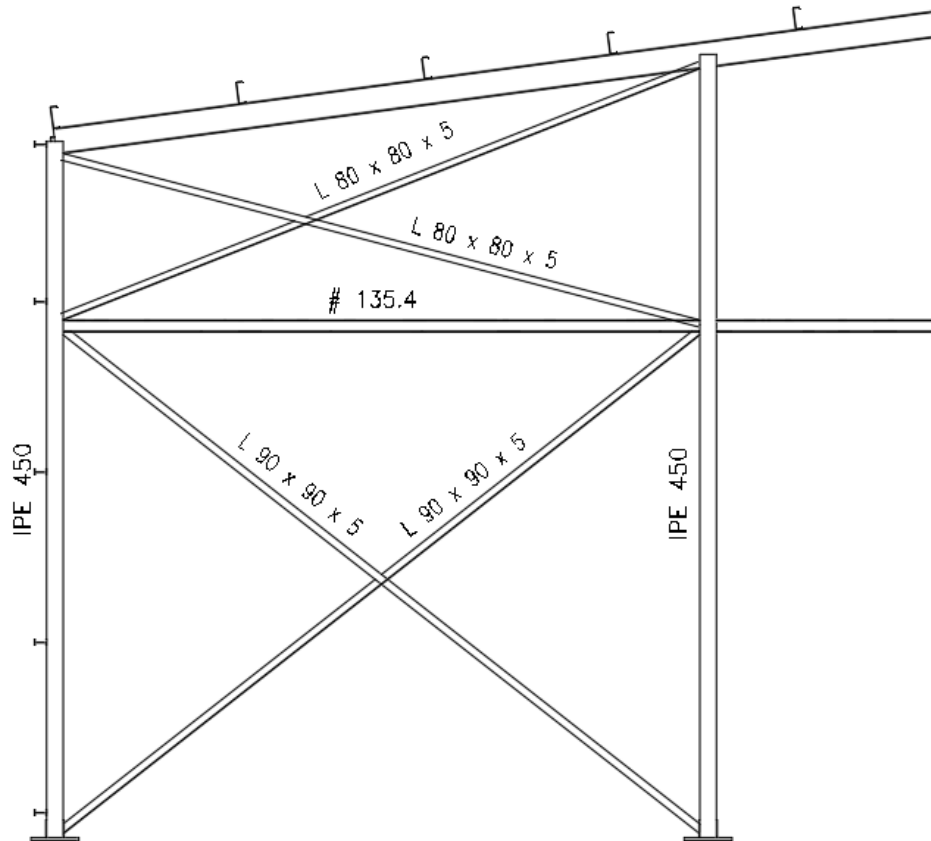


Ilustración 50 Arriostramiento en fachada (CYPE)

La altura de los montantes se selecciona para igualar las esbelteces en ambos tramos y así reducir los radios de giro en el pilar central. Empleamos las siguientes fórmulas.

$$h_i + h_s = h \quad 0,7h_i = h_s$$

Donde h es la altura del pilar central (10 m) y h_i es la altura a la que debemos disponer los montantes (5,88 m).

También comprobamos la mitad de los perfiles. En este caso no se incluyen las dos cruces omitidas, aunque no es relevante porque el criterio de esbeltez reducida nos indicará perfiles que cumplan con los esfuerzos. Los montantes son N86/N87, N87/N88 y la cruz se compone de N83/N86 y N76/N87.

Comprobación de resistencia										
Barra	η (%)	Posición (m)	Esfuerzos p \acute{e} simos						Origen	Estado
			N (kN)	Vy (kN)	Vz (kN)	Mt (kN·m)	My (kN·m)	Mz (kN·m)		
N86/N87	24.80	3.750	-25.598	0.000	0.000	0.00	1.50	0.00	GV	Cumple
N87/N88	11.53	3.750	-7.353	0.000	0.000	0.00	1.50	0.00	GV	Cumple
N83/N86	19.76	0.000	45.965	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	GV	Cumple
N76/N87	20.39	0.000	47.427	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	GV	Cumple

Tabla 52 Comprobación de resistencia de arriostramiento en fachada (CYPE)

Flechas									
Grupo	Flecha máxima absoluta xy Flecha máxima relativa xy		Flecha máxima absoluta xz Flecha máxima relativa xz		Flecha activa absoluta xy Flecha activa relativa xy		Flecha activa absoluta xz Flecha activa relativa xz		Estado
	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	
N86/N87	4.688 -	0.00 L/(>1000)	3.750 3.750	5.36 L/(>1000)	7.031 -	0.00 L/(>1000)	3.750 3.750	5.35 L/(>1000)	
N87/N88	7.031 -	0.00 L/(>1000)	3.750 3.750	5.36 L/(>1000)	5.625 -	0.00 L/(>1000)	3.750 3.750	5.35 L/(>1000)	
N83/N86	8.935 -	0.00 L/(>1000)	7.743 -	0.00 L/(>1000)	8.935 -	0.00 L/(>1000)	7.148 -	0.00 L/(>1000)	
N76/N87	7.148 -	0.00 L/(>1000)	7.148 -	0.00 L/(>1000)	7.148 -	0.00 L/(>1000)	5.956 -	0.00 L/(>1000)	

Tabla 53 Flechas de arriostramiento en fachada (CYPE)

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)														Estado	
	$\bar{\lambda}$	λ_{cr}	N_t	N_c	M_x	M_z	V_x	V_z	$M_x V_z$	$M_z V_x$	$NM_x M_z$	$NM_x V_z V_x$	M_t	$M_x V_z$		$M_z V_x$
N86/N87	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.469 m $\lambda_{cr} \leq \lambda_{lim,cr}$ Cumple	$\eta = 5.0$	$\eta = 17.7$	x: 3.75 m $\eta = 6.5$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m $\eta = 0.6$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	x: 0.469 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽³⁾	x: 3.75 m $\eta = 24.8$	x: 0.469 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁵⁾	CUMPLE $\eta = 24.8$
N87/N88	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.469 m $\lambda_{cr} \leq \lambda_{lim,cr}$ Cumple	$\eta = 4.5$	$\eta = 5.1$	x: 3.75 m $\eta = 6.5$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m $\eta = 0.6$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	x: 0.469 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽³⁾	x: 3.75 m $\eta = 11.5$	x: 0.469 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁵⁾	CUMPLE $\eta = 11.5$

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)														Estado
	$\bar{\lambda}$	N_t	N_c	M_x	M_z	V_x	V_z	$M_x V_z$	$M_z V_x$	$NM_x M_z$	$NM_x V_z V_x$	M_t	$M_x V_z$	$M_z V_x$	
N83/N86	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 19.8$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁶⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁸⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁵⁾	CUMPLE $\eta = 19.8$
N76/N87	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 20.4$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁶⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁸⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁵⁾	CUMPLE $\eta = 20.4$

Comprobaciones que no proceden (N.P.):

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

Tabla 54 Comprobaciones de E.L.U. de arriostramiento en fachada (CYPE)

De nuevo y teniendo en cuenta una esbeltez reducida máxima de 4, se comprueba que para las cruces de San Andrés inferiores en los pórticos de fachada se requiere un perfil mínimo de L 90x90x5 ($\lambda=3,97<4$). La superior, por otra parte, requiere de un perfil L 80x80x5 ($\lambda=3,82<4$).

4.4 Correas

Para el cálculo de las correas se tienen en cuenta tanto las cargas descritas anteriormente (peso propio, viento y nieve) como los siguientes aspectos.

- Cerramiento de cubierta y cerramiento lateral con un peso por unidad de 0,15 kN/m².
- Sobrecarga de cerramiento de 0,40 kN/m² correspondiente a cubierta ligera con categoría de uso de mantenimiento (G1).

El prediseño se realiza estableciendo estos parámetros.

- Límite de flecha: 1/300.
- Dos vanos, ya que para perfiles CF es difícil conseguir una continuidad de correas cuando se supera la longitud de suministro de las barras (12 m).



Ilustración 51 Modelización de correas para dos vanos de continuidad

- Fijación rígida.
- Tipo de perfil: Laminado, armado, acero conformado tipo CF.
- Tipo de acero: S235.

El dimensionamiento optimizado resulta en 16 correas de perfil CF 250x4 con una separación de 2,25 m y peso superficial asociado de 0,06 kN/m².

Nombre	Peso (kN/m ²)	Texto de comprobación
<input type="checkbox"/> CF-200x2.0	0.00	No cumple para ninguna sepa...
<input type="checkbox"/> CF-200x2.5	0.00	No cumple para ninguna sepa...
<input checked="" type="checkbox"/> CF-200x3.0	0.08	cada 1.00 m.
<input checked="" type="checkbox"/> CF-225x2.5	0.08	cada 1.00 m.
<input checked="" type="checkbox"/> CF-225x3.0	0.08	cada 1.25 m.
<input checked="" type="checkbox"/> CF-225x4.0	0.07	cada 1.75 m.
<input checked="" type="checkbox"/> CF-250x2.5	0.07	cada 1.25 m.
<input checked="" type="checkbox"/> CF-250x3.0	0.07	cada 1.50 m.
<input checked="" type="checkbox"/> CF-250x4.0	0.06	cada 2.25 m.
<input checked="" type="checkbox"/> CF-275x2.5	0.06	cada 1.50 m.

Significado de los iconos

- Elemento incompatible
- Elemento que cumple todas las comprobaciones.

Ilustración 52 Dimensionamiento de correas de cubierta

El prediseño de las correas laterales sigue prácticamente los mismos parámetros.

- Límite de flecha: 1/300.
- Dos vanos.
- Fijación rígida.
- Tipo de perfil; Laminado, armado, acero conformado tipo IPE
- Tipo de acero: S235

El dimensionamiento optimizado resulta en 10 correas de perfil IPE 140 con separación de 2 m y peso superficial asociado de 0,06 kN/m².

Nombre	Peso (kN/m ²)	Texto de comprobación
<input type="checkbox"/> IPE 80	0.00	No cumple para ninguna separaci...
<input type="checkbox"/> IPE 100	0.00	No cumple para ninguna separaci...
<input checked="" type="checkbox"/> IPE 120	0.10	cada 1.00 m.
<input checked="" type="checkbox"/> IPE 140	0.06	cada 2.00 m.
<input checked="" type="checkbox"/> IPE 160	0.06	cada 2.50 m.
<input checked="" type="checkbox"/> IPE 180	0.07	cada 2.50 m.
<input checked="" type="checkbox"/> IPE 200	0.09	cada 2.50 m.
<input checked="" type="checkbox"/> IPE 220	0.10	cada 2.50 m.
<input checked="" type="checkbox"/> IPE 240	0.12	cada 2.50 m.
<input checked="" type="checkbox"/> IPE 270	0.14	cada 2.50 m.

Significado de los iconos

- Elemento incompatible
- Elemento que cumple todas las comprobaciones.

Ilustración 53 Dimensionamiento de correas laterales

La distribución puede comprobarse en la representación gráfica del programa.

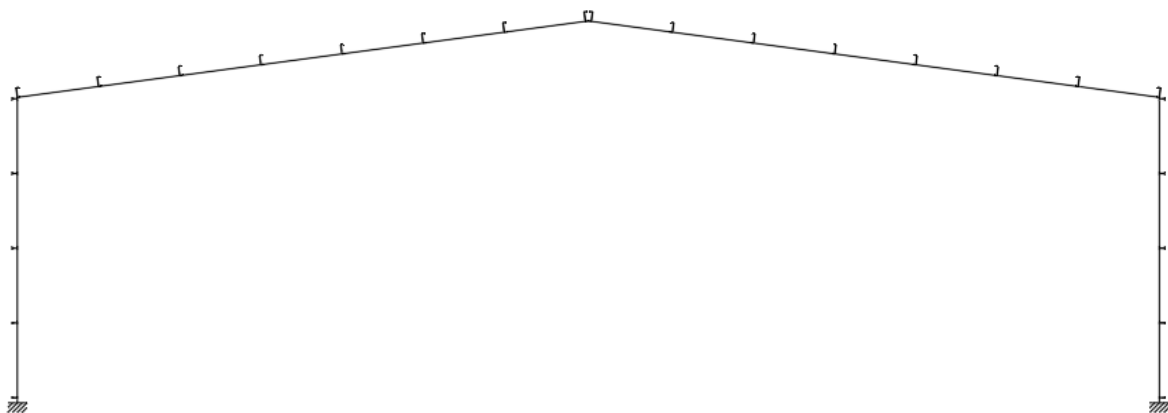


Ilustración 54 Distribución de correas de cubierta y laterales

Las comprobaciones de resistencia y flecha son la siguientes.

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)													Estado
	b / t	λ	N_t	N_c	M_y	M_z	M_x, M_z	V_y	V_z	N, M, M_z	N, M, M_z	N, M, V, V_z	M, N, M, V, V_z	
Correa en cubierta	$b / t \leq (b / t)_{\text{Máx.}}$ Cumple	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	x: 0 m $\eta = 96.2$	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	x: 0 m $\eta = 16.5$	N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	N.P. ⁽¹⁰⁾	CUMPLE $\eta = 96.2$
<p>Notación: b / t: Relación anchura / espesor λ: Limitación de esbeltez N_t: Resistencia a tracción N_c: Resistencia a compresión M_y: Resistencia a flexión. Eje Y M_z: Resistencia a flexión. Eje Z M_x, M_z: Resistencia a flexión biaxial V_y: Resistencia a corte Y V_z: Resistencia a corte Z N, M, M_z: Resistencia a tracción y flexión N, M, M_z: Resistencia a compresión y flexión N, M, V, V_z: Resistencia a cortante, axil y flexión M, N, M, V, V_z: Resistencia a torsión combinada con axil, flexión y cortante x: Distancia al origen de la barra η: Coeficiente de aprovechamiento (%) N.P.: No procede</p> <p>Comprobaciones que no proceden (N.P.): (1) La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión ni de tracción. (2) La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción. (3) La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión. (4) La comprobación no procede, ya que no hay momento flector. (5) La comprobación no procede, ya que no hay flexión biaxial para ninguna combinación. (6) La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante. (7) No hay interacción entre axil de tracción y momento flector para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede. (8) No hay interacción entre axil de compresión y momento flector para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede. (9) No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede. (10) La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.</p>														

Comprobación de flecha

El perfil seleccionado cumple todas las comprobaciones.
 Porcentajes de aprovechamiento:
 - Flecha: 49.40 %

Tabla 55 Resistencia y flecha de correas de cubierta (CYPE)

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)													Estado		
	λ	λ_w	N_t	N_c	M_y	M_z	V_z	V_y	M_x, V_z	M_z, V_y	N, M, M_z	N, M, V, V_z	M_t		M_x, V_z	M_y, V_y
Correa en lateral	N.P. ⁽¹⁾	x: 1 m $\lambda_w \leq \lambda_{w, \text{Máx.}}$ Cumple	$N_{\text{Ed}} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$N_{\text{Ed}} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 6 m $\eta = 64.3$	$M_{\text{Ed}} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	x: 6 m $\eta = 11.1$	$V_{\text{Ed}} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	x: 1 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁸⁾	$M_{\text{Ed}} = 0.00$ N.P. ⁽⁹⁾	N.P. ⁽¹⁰⁾	N.P. ⁽¹⁰⁾	CUMPLE $\eta = 64.3$
<p>Notación: λ: Limitación de esbeltez λ_w: Abolladura del alma inducida por el ala comprimida N_t: Resistencia a tracción N_c: Resistencia a compresión M_y: Resistencia a flexión eje Y M_z: Resistencia a flexión eje Z V_y: Resistencia a corte Y V_z: Resistencia a corte Z M_x, V_z: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados M_y, V_y: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados N, M, M_z: Resistencia a flexión y axil combinados N, M, V, V_z: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados M_t: Resistencia a torsión M_x, V_z: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados M_y, V_y: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados x: Distancia al origen de la barra η: Coeficiente de aprovechamiento (%) N.P.: No procede</p> <p>Comprobaciones que no proceden (N.P.): (1) La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión ni de tracción. (2) La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción. (3) La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión. (4) La comprobación no procede, ya que no hay momento flector. (5) La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante. (6) No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede. (7) No hay interacción entre axil y momento flector ni entre momentos flectores en ambas direcciones para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede. (8) No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede. (9) La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor. (10) No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.</p>																

Comprobación de flecha

El perfil seleccionado cumple todas las comprobaciones.
 Porcentajes de aprovechamiento:
 - Flecha: 93.79 %

Tabla 56 Resistencia y flecha de correas laterales (CYPE)

4.5. Placas de anclaje

Se decide emplear dos tipos de placas para simplificar la cantidad de tipos de unión; uno para los pórticos interiores y otro para los pórticos de fachada. También se opta por el empleo de anclajes de patilla a 90 grados, que requieren menor longitud.

Las comprobaciones que el programa realiza sobre las placas de anclaje son:

- Tensión de compresión en la interfaz placa de anclaje-hormigón inferior a la tensión admisible del hormigón.
- Resistencia del material de los pernos frente a axiles y cortante.
- Anclaje de los pernos sin deslizamiento por adherencia, arrancamiento del cono de rotura o fractura por aplastamiento.
- Aplastamiento de la placa contra el perno debido a exceso de cortante.
- Tensiones de Von Mises inferiores a la tensión límite.
- Flechas relativas inferiores a 1/250 en el vuelo de las placas.

Las comprobaciones de resistencia se realizan en la placa más desfavorable y son las siguientes para cada tipo empleado.

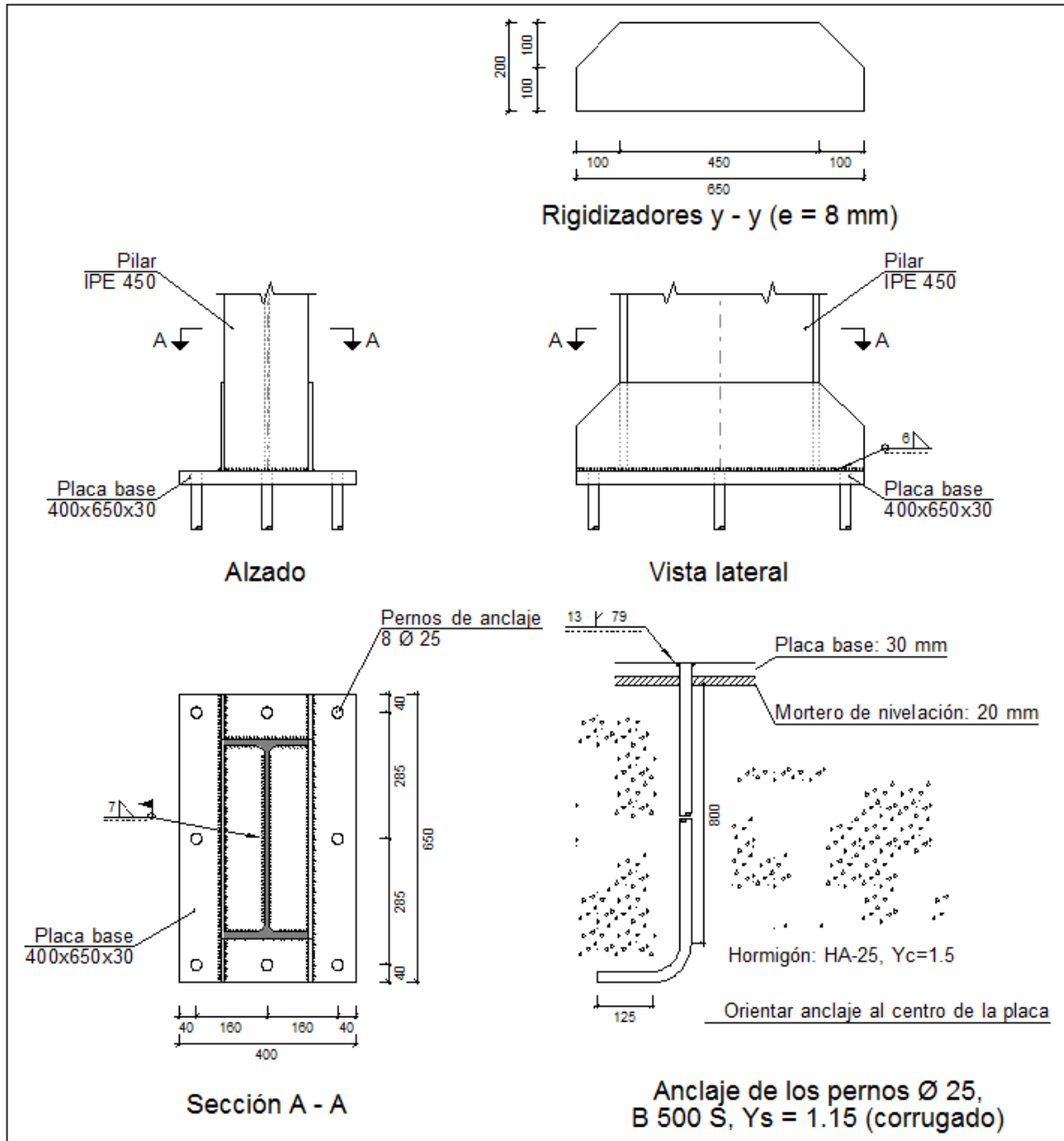


Ilustración 55 Detalle de placa de anclaje, tipo 1 (CYPE)

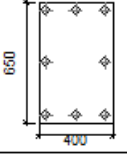
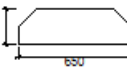
Elementos complementarios											
Pieza	Geometría				Taladros				Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro exterior (mm)	Diámetro interior (mm)	Bisel (mm)	Tipo	f _t (kp/cm ²)	f _w (kp/cm ²)
Placabase		400	650	30	8	51	27	13	S275	2803.3	4179.4
Rigidizador		650	200	8	-	-	-	-	S275	2803.3	4179.4

Tabla 57 Componentes de placa de anclaje, tipo 1 (CYPE)

Comprobaciones geométricas									
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)				
Soldadura perimetral a la placa	En ángulo	7	1415	9.4	90.00				
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>									
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm ²)	β _w
	σ _⊥ (N/mm ²)	τ _⊥ (N/mm ²)	τ _∥ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura perimetral a la placa	La comprobación no procede.							410.0	0.85

Tabla 58 Comprobación de IPE 300 en placa de anclaje, tipo 1 (CYPE)

2) Placa de anclaje

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: <i>3 diámetros</i>	Mínimo: 75 mm Calculado: 160 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 37 mm Calculado: 40 mm	Cumple
Esbeltez de rigidizadores: - Paralelos a Y:	Máximo: 50 Calculado: 48.4	Cumple
Longitud mínima del perno: <i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>	Mínimo: 28 cm Calculado: 80 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón: - Tracción: - Cortante: - Tracción + Cortante:	Máximo: 22.654 t Calculado: 19.238 t Máximo: 15.858 t Calculado: 1.463 t Máximo: 22.654 t Calculado: 21.329 t	Cumple Cumple Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 20.02 t Calculado: 19.6 t	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 4854.13 kp/cm ² Calculado: 4033.21 kp/cm ²	Cumple
Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 40.047 t Calculado: 1.469 t	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales: - Derecha: - Izquierda: - Arriba: - Abajo:	Máximo: 2669.77 kp/cm ² Calculado: 975.11 kp/cm ² Calculado: 975.11 kp/cm ² Calculado: 1677.08 kp/cm ² Calculado: 1677.08 kp/cm ²	Cumple Cumple Cumple Cumple
Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i> - Derecha: - Izquierda: - Arriba: - Abajo:	Mínimo: 250 Calculado: 3667.92 Calculado: 3667.92 Calculado: 10806.8 Calculado: 10806.8	Cumple Cumple Cumple Cumple
Tensión de Von Mises local: <i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>	Máximo: 2669.77 kp/cm ² Calculado: 2002.07 kp/cm ²	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional: - Relación rotura pésima sección de hormigón: 0.32 - Punto de tensión local máxima: (1.38778e-017, -0.25)		

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	Preparación de bordes (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Rigidizador y-y (x = -99): Soldadura a la placa base	En ángulo	6	--	650	8.0	90.00
Rigidizador y-y (x = 99): Soldadura a la placa base	En ángulo	6	--	650	8.0	90.00
Soldadura de los pernos a la placa base	De penetración parcial	--	13	79	25.0	90.00
<i>a: Espesor garganta l: Longitud efectiva t: Espesor de piezas</i>						

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm ²)	β _w
	σ _⊥ (N/mm ²)	τ _⊥ (N/mm ²)	τ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Rigidizador y-y (x = -99): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Rigidizador y-y (x = 99): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Soldadura de los pernos a la placa base	0.0	0.0	222.6	385.5	99.90	0.0	0.00	410.0	0.85

Tabla 59 Comprobación de placa de anclaje, tipo 1 (CYPE)

Soldaduras				
f_w (kp/cm ²)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4179.4	En taller	En ángulo	6	2542
		A tope en bisel simple con talón de raíz amplio	13	628
	En el lugar de montaje	En ángulo	7	1415

Placas de anclaje				
Material	Elementos	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Placa base	1	400x650x30	61.23
	Rigidizadores pasantes	2	650/450x200/100x8	15.07
	Total			76.30
B 500 S, Ys = 1.15 (corrugado)	Pernos de anclaje	8	Ø 25 - L = 875 + 243	34.46
	Total			34.46

Tabla 60 Medición de placa de anclaje, tipo 1 (CYPE)

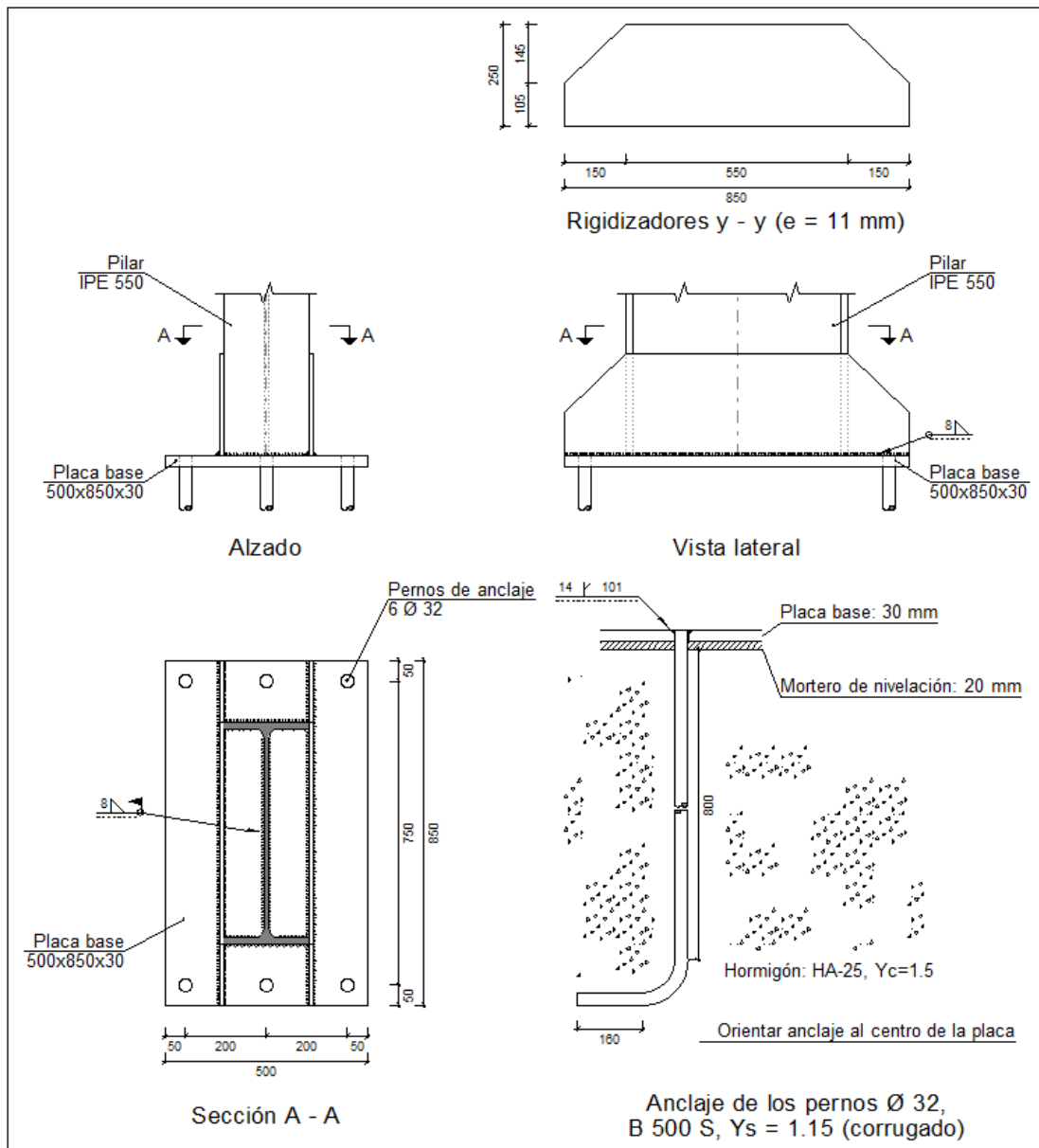


Ilustración 56 Detalle de placa de anclaje, tipo 2 (CYPE)


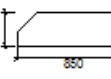
Elementos complementarios											
Pieza	Geometría			Taladros					Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro exterior (mm)	Diámetro interior (mm)	Bisel (mm)	Tipo	f _y (kp/cm ²)	f _u (kp/cm ²)
Placabase		500	850	30	6	60	34	14	S275	2803.3	4179.4
Rigidizador		850	250	11	-	-	-	-	S275	2803.3	4179.4

Tabla 61 Componentes de placa de anclaje, tipo 2 (CYPE)

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura perimetral a la placa	En ángulo	8	1657	11.1	90.00

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

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm ²)	β _w
	σ _⊥ (N/mm ²)	τ _⊥ (N/mm ²)	τ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura perimetral a la placa	La comprobación no procede.						410.0	0.85	

Tabla 62 Comprobación de IPE 550 en placa de anclaje, tipo 2 (CYPE)

2) Placa de anclaje

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: <i>3 diámetros</i>	Mínimo: 96 mm Calculado: 200 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 48 mm Calculado: 50 mm	Cumple
Esbeltez de rigidizadores: - Paralelos a Y:	Máximo: 50 Calculado: 45.9	Cumple
Longitud mínima del perno: <i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>	Mínimo: 35 cm Calculado: 80 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón: - Tracción: - Cortante: - Tracción + Cortante:	Máximo: 28.998 t Calculado: 24.268 t Máximo: 20.298 t Calculado: 2.358 t Máximo: 28.998 t Calculado: 27.637 t	Cumple Cumple Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 32.783 t Calculado: 25.318 t	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 4854.13 kp/cm ² Calculado: 3203.26 kp/cm ²	Cumple
Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 51.26 t Calculado: 2.452 t	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales: - Derecha: - Izquierda: - Arriba: - Abajo:	Máximo: 2669.77 kp/cm ² Calculado: 1123.42 kp/cm ² Calculado: 1123.42 kp/cm ² Calculado: 1750.02 kp/cm ² Calculado: 1750.02 kp/cm ²	Cumple Cumple Cumple Cumple
Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i> - Derecha: - Izquierda: - Arriba: - Abajo:	Mínimo: 250 Calculado: 4063.16 Calculado: 4063.16 Calculado: 7433.12 Calculado: 7433.12	Cumple Cumple Cumple Cumple
Tensión de Von Mises local: <i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>	Máximo: 2669.77 kp/cm ² Calculado: 2435.59 kp/cm ²	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional: - Relación rotura pésima sección de hormigón: 0.189 - Punto de tensión local máxima: (-0.105, 0.275)		

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas									
Ref.	Tipo	a (mm)	Preparación de bordes (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)			
Rigidizador y-y (x = -110): Soldadura a la placa base	En ángulo	8	--	850	11.0	90.00			
Rigidizador y-y (x = 110): Soldadura a la placa base	En ángulo	8	--	850	11.0	90.00			
Soldadura de los pernos a la placa base	De penetración parcial	--	14	101	30.0	90.00			
<i>a: Espesor garganta l: Longitud efectiva t: Espesor de piezas</i>									
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm ²)	β _w
	σ _⊥ (N/mm ²)	τ _⊥ (N/mm ²)	τ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Rigidizador y-y (x = -110): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Rigidizador y-y (x = 110): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Soldadura de los pernos a la placa base	0.0	0.0	205.9	356.6	92.41	0.0	0.00	410.0	0.85

Tabla 63 Comprobación de placa de anclaje, tipo 2 (CYPE)

Soldaduras				
f_u (kp/cm ²)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4179.4	En taller	En ángulo	8	3331
		A tope en bisel simple con talón de raíz amplio	14	603
	En el lugar de montaje	En ángulo	8	1657

Placas de anclaje				
Material	Elementos	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Placa base	1	500x850x30	100.09
	Rigidizadores pasantes	2	850/550x250/105x11	32.94
	Total			133.03
B 500 S, Ys = 1.15 (corrugado)	Pernos de anclaje	6	Ø 32 - L = 882 + 311	45.18
	Total			45.18

Tabla 64 Medición de placa de anclaje, tipo 2 (CYPE)

5. CIMENTACIONES

Las cimentaciones la componen las zapatas y vigas de atado de la estructura. Se eligen dos tipos de zapatas, rectangulares excéntricas para la cimentación lateral y cuadradas para los pilares de fachada.

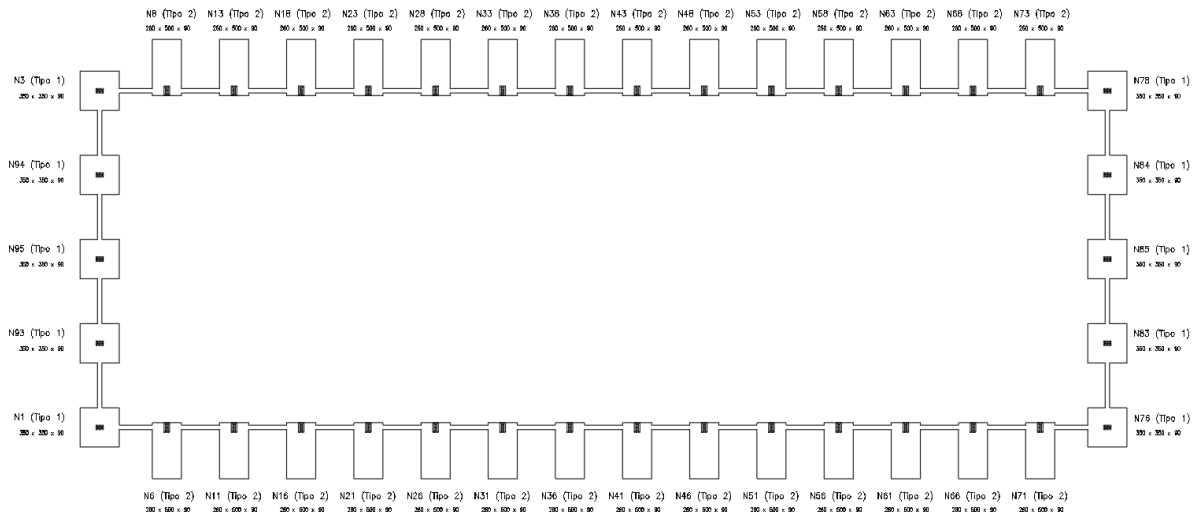


Ilustración 57 Cimentaciones (CYPE)

Se toman 0,2 y 0,3 MPa como valores de tensiones persistentes y debidas a situaciones accidentales y sísmicas respectivamente. Los recubrimientos son de 5 cm superior e inferiormente y de 8 cm lateralmente, mientras que el hormigón de limpieza tendrá un espesor de 10 cm.

Se plantean 2 tipos diferentes de zapatas; uno para los pórticos de fachada y otro para los pilares laterales. Las comprobaciones de las cimentaciones emitidas en los listados son las siguientes.

Referencia: N23		
Dimensiones: 260x500x90		
Armados: Xi: Ø20c/28Yi: Ø16c/17Xs: Ø20c/28Ys: Ø16c,		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: Criterio de CYPE		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0,2 MPa Calculado: 0,0332559 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0,249959 MPa Calculado: 0,045126 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0,249959 MPa Calculado: 0,0576828 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: 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.		
- Endirección X:	Reserva seguridad: 22399,5%	Cumple
- Endirección Y:	Reserva seguridad: 30,9%	Cumple
Flexión en la zapata:		
- Endirección X:	Momento: 42,59 kN·m	Cumple

- EndirecciónY:	Momento:542.48kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- EndirecciónX:	Cortante:19.72kN	Cumple
- EndirecciónY:	Cortante:193.36kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes Criterio de CYPE	Máximo:5000kN/m ² Calculado:134.5kN/m ²	Cumple
Cant mínimo: Criterio de CYPE	Mínimo:15cm Calculado:90cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- N23:	Mínimo:80cm Calculado:82cm	Cumple
Cuanti geométrica mínima: Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1		
- Armado inferior direcciónX:	Mínimo:0.0012 Calculado:0.0013	Cumple
- Armado superior direcciónX:	Calculado:0.0013	Cumple
- Armado inferior direcciónY:	Calculado:0.0013	Cumple
- Armado superior direcciónY:	Calculado:0.0013	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.2.1		
- Parrilla inferior:	Mínimo:12 mm Calculado:16mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado:16mm	Cumple
Separación máxima entre barras: Criterio de CYPE		
- Armado inferior direcciónX:	Máximo:30 cm Calculado:28cm	Cumple
- Armado inferior direcciónY:	Calculado:17 cm	Cumple
- Armado superior direcciónX:	Calculado:28cm	Cumple
- Armado superior direcciónY:	Calculado:17 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: Criterio de CYPE		
- Armado inferior direcciónX:	Mínimo:10cm Calculado:28cm	Cumple
- Armado inferior direcciónY:	Calculado:17 cm	Cumple
- Armado superior direcciónX:	Calculado:28cm	Cumple
- Armado superior direcciónY:	Calculado:17 cm	Cumple
Longitud de anclaje: 49.5		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo:20cm Calculado:31cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo:20cm Calculado:31cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo:23cm Calculado:357cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo:0 cm Calculado:0cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo:28cm Calculado:31cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo:28cm Calculado:31cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo:30cm Calculado:360cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo:0 cm Calculado:0cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:		
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo:16cm Calculado:16cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado:16cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado:19cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado:19cm	Cumple
Se cumplan todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Zapata de tipo flexible		
- Relación rotura pésima (EndirecciónX):0.03		
- Relación rotura pésima (EndirecciónY):0.60		
- Cortante de agotamiento (EndirecciónX):1323.27 kN		
- Cortante de agotamiento (EndirecciónY):688.17 kN		

Tabla 65 Comprobaciones de zapata lateral más desfavorable (CYPE)

La zapata de fachada más desfavorable es la correspondiente al pilar intermedio.

Referencia: N95		
Dimensiones: 350x350x90		
Armados: Xi: Ø20c/27 Yi: Ø20c/27 Xs: Ø20c/27 Ys: Ø20c,		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0,2MPa Calculado: 0,041202MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0,249959MPa Calculado: 0,0393381MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0,249959MPa Calculado: 0,082404MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: <i>Si el fs 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>		
- Endirección X:	Reserva seguridad: 20295,5%	Cumple
- Endirección Y:	Reserva seguridad: 10,3%	Cumple
Flexión en la zapata:		
- Endirección X:	Momento: 31,99kN·m	Cumple
- Endirección Y:	Momento: 297,42kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- Endirección X:	Cortante: 19,33kN	Cumple
- Endirección Y:	Cortante: 251,23kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata: <i>Criterio de CYPE</i>		
- Situaciones persistentes	Máximo: 5000kN/m ² Calculado: 56,3kN/m ²	Cumple
Altura mínima: <i>Criterio de CYPE</i>	Mínimo: 15cm Calculado: 90cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N95:	Mínimo: 80cm Calculado: 81cm	Cumple
Cantidad geométrica mínima: <i>Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1</i>	Mínimo: 0,0012	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0,0013	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0,0013	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0,0013	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0,0013	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.2.1</i>	Mínimo: 12 mm	
- Parrillas inferior:	Calculado: 20mm	Cumple
- Parrillas superior:	Calculado: 20mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Criterio de CYPE</i>	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE</i>	Mínimo: 10cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
Longitud de anclaje: 49,5		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 20cm Calculado: 79cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 20cm Calculado: 79cm	Cumple

- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 20cm Calculado: 66cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 20cm Calculado: 66cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 28cm Calculado: 79cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 28cm Calculado: 79cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 28cm Calculado: 66cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 28cm Calculado: 66cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
Zapata de tipo rígido		
Relación rotura pésima (En dirección X): 0.03		
Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.24		
Cortante de agotamiento (En dirección X): 925.48 kN		
Cortante de agotamiento (En dirección Y): 925.48 kN		

Tabla 66 Comprobación de zapata de fachada más desfavorable (CYPE)

Se eligen vigas de atado con las mismas dimensiones.

Referencias	Geometría	Armado
C [N3-N8], C [N13-N18], C [N8-N13], C [N18-N23], C [N23-N28], C [N28-N33], C [N33-N38], C [N38-N43], C [N43-N48], C [N48-N53], C [N53-N58], C [N58-N63], C [N63-N68], C [N68-N73], C [N73-N78], C [N76-N71], C [N71-N66], C [N66-N61], C [N61-N56], C [N56-N51], C [N51-N46], C [N46-N41], C [N41-N36], C [N36-N31], C [N31-N26], C [N26-N21], C [N21-N16], C [N16-N11], C [N11-N6] y C [N6-N1]	Ancho: 40.0 cm Canto: 40.0 cm	Superior: 2Ø12 Inferior: 2Ø12 Estribos: 1xØ8c/25
C [N78-N84], C [N84-N85], C [N85-N83], C [N83-N76], C [N1-N93], C [N93-N95], C [N95-N94] y C [N94-N3]	Ancho: 40.0 cm Canto: 40.0 cm	Superior: 2Ø12 Inferior: 2Ø12 Estribos: 1xØ8c/25

Tabla 67 Geometría de vigas de atado (CYPE)

CYPE 3D también comprueba individualmente las vigas de atado. Aun cumpliendo todos, para simplificar la exposición se muestra el listado de uno de los tramos para cada tipo.

Referencia: C.1.1 [N3-N8] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 2Ø12 -Estribos: 1xØ8c/25		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Norma Código Estructural. Artículo A19.8.2(2)</i>	Mínimo: 3.5 cm Calculado: 24.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Norma Código Estructural. Artículo A19.8.2(2)</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Mínimo: 3.5 cm Calculado: 26 cm Calculado: 26 cm	Cumple Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: <i>Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.2(6)</i>	Máximo: 25.2 cm Calculado: 25 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Criterio de CYPE</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Máximo: 30 cm Calculado: 26 cm Calculado: 26 cm	Cumple Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
Diámetro mínimo de la armadura longitudinal (Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.3): Mínimo: 12.0 mm, Calculado: 12.0 mm (Cumple)		
No llegan estados de carga a la cimentación.		

Tabla 68 Comprobación de viga de atado tipo 1 (CYPE)

Referencia: C.1.1 [N94-N3] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 2Ø12 -Estribos: 1xØ8c/25		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Norma Código Estructural. Artículo A19.8.2(2)</i>	Mínimo: 3.5 cm Calculado: 24.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Norma Código Estructural. Artículo A19.8.2(2)</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Mínimo: 3.5 cm Calculado: 26 cm Calculado: 26 cm	Cumple Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: <i>Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.2(6)</i>	Máximo: 25.2 cm Calculado: 25 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Criterio de CYPE</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Máximo: 30 cm Calculado: 26 cm Calculado: 26 cm	Cumple Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
Diámetro mínimo de la armadura longitudinal (Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.3): Mínimo: 12.0 mm, Calculado: 12.0 mm (Cumple)		
No llegan estados de carga a la cimentación.		

Tabla 69 Comprobación de viga de atado tipo 2 (CYPE)

ANEXO III INSTALACIÓN PCI

1. INTRODUCCIÓN

El creciente número de incendios en plantas de gestión de residuos durante los últimos años en España señala la importancia de las instalaciones PCI. Por ejemplo, solamente en Julio de 2020 se produjeron 20 incidentes en plantas diferentes en todo España. En nuestro caso, la acumulación de material combustible en las playas de descarga supone un incremento sobre los riesgos en las plantas que desarrollan actividades de gestión y selección de envases.

La normativa de aplicación es el RD 2267/2004 (Reglamento de seguridad contra incendios en establecimientos Industriales para la evaluación de los riesgos o RSCIEI). Comprende todo el establecimiento, ya que las zonas de comedor y administrativas no alcanzan el mínimo área para requerir el empleo del CTE (104 m² en total).

2. SECTORIZACIÓN, CÁLCULO DE NRI Y CARGA DE FUEGO

Para determinar la sectorización se emplea el método de riesgo intrínseco descrito en el Anexo I del RSCIEI. La planta de selección pertenece a la categoría de establecimiento tipo C (establecimiento industrial en un edificio o una distancia superior a 3 m de otro establecimiento). En principio, dividimos el recinto (2700 m²) en tres sectores.

Sector	Área (m²)
<i>S1 – Playa de descarga</i>	660
<i>S2 - Proceso</i>	1936
<i>S3 – Oficinas</i>	104

Tabla 70 Sectorización inicial

Determinamos el Nivel de Riesgo intrínseco (NRI) mediante las fórmulas descritas en el apartado 3.2 de la Caracterización de los establecimientos industriales. Según la normativa, la densidad de carga de fuego ponderada de cada sector y del establecimiento se calculan, respectivamente, mediante las expresiones.

$$Q_s = \frac{\sum_1^i G_i Q_i C_i}{A} R_a \quad [MJ/m^2] \quad Q_e = \frac{\sum_1^i Q_{si} A_i}{\sum_1^i A_i} \quad [MJ/m^2]$$

Donde G_i es la masa de los combustibles, q_i su poder calorífico, C_i un coeficiente adimensional del grado de peligrosidad por la combustibilidad, A la superficie construida del sector de incendio y R_a un coeficiente adimensional de peligrosidad inherente al tipo de actividad desarrollada en el sector.

El valor de C_i correspondiente a la fracción de residuos es de 1 y viene dado por la tabla del BOE. La temperatura de ignición de los plásticos se encuentra normalmente por encima de los 200°C (polietileno 349°C, polipropileno 390-410°C, poliestireno 488-496°C, poliacrilonitrilo 560°C, policarbonato 580°C, plástico acrilonitrilo-butadieno-estireno (ABS) 466°C, etc).

ALTA	MEDIA	BAJA
- Líquidos clasificados como clase A en la ITC MIE-APQ1	- Líquidos clasificados como subclase B ₂ en la ITC MIE-APQ1.	- Líquidos clasificados como clase D en la ITC MIE-APQ1.
- Líquidos clasificados como subclase B ₁ en la ITC MIE-APQ1.	- Líquidos clasificados como clase C en la ICE MIE-APQ1.	
- Sólidos capaces de iniciar su combustión a una temperatura inferior a 100 °C.	- Sólidos que comienzan su ignición a una temperatura comprendida entre 100 °C y 200 °C.	- Sólidos que comienzan su ignición a una temperatura superior a 200 °C.
- Productos que pueden formar mezclas explosivas con el aire a temperatura ambiente.	- Sólidos que emiten gases inflamables.	
- Productos que pueden iniciar combustión espontánea en el aire a temperatura ambiente.		
$C_i = 1,60$	$C_i = 1,30$	$C_i = 1,00$

Tabla 71 Valores del coeficiente de peligrosidad por combustibilidad (RSCIEI)

El poder calorífico de la fracción de envases ligeros no viene recogido en las tablas del Real Decreto por lo que tomamos un valor de 6 Mcal/KG (25,1 MJ/Kg) y un R_a de 1,5 de un proyecto existente como referencia [11]. No resulta un valor extraño, puesto que los envases de polietileno y poliestireno (10 MJ/Kg) se encuentran mezclados con briks de cartón (4 MJ/Kg) y latas metálicas.

Tomamos como masa de combustible del sector S1 el caso más desfavorable de acumulación de residuos en la playa de descarga, que según el documento guía es de 2 días de producción. Suponiendo un régimen de trabajo con dos turnos diarios (16 h/día) con la capacidad de tratamiento la fracción almacenada alcanzaría las 160 toneladas.

La densidad de carga de fuego del sector S1 es, por lo tanto, de 9127,3 MJ/m², lo cual equivale a un Nivel de Riesgo Alto 7.

Nivel de riesgo intrínseco		Densidad de carga de fuego ponderada y corregida	
		Mcal/m ²	MJ/m ²
BAJO	1	$Q_s \leq 100$	$Q_s \leq 425$
	2	$100 < Q_s \leq 200$	$425 < Q_s \leq 850$
MEDIO	3	$200 < Q_s \leq 300$	$850 < Q_s \leq 1.275$
	4	$300 < Q_s \leq 400$	$1.275 < Q_s \leq 1.700$
	5	$400 < Q_s \leq 800$	$1.700 < Q_s \leq 3.400$
ALTO	6	$800 < Q_s \leq 1.600$	$3.400 < Q_s \leq 6.800$
	7	$1.600 < Q_s \leq 3.200$	$6.800 < Q_s \leq 13.600$
	8	$3.200 < Q_s$	$13600 < Q_s$

Tabla 72 NRI para densidad de carga de fuego ponderada y corregida (RSCIEI)

En el caso del sector de la nave, la masa de combustible corresponde tanto a la fracción en triaje como al almacenamiento intermedio. Teniendo en cuenta que los rechazos y las balas recicladas se almacenan externamente, aproximamos la masa en triaje más desfavorable a la de los trojes de las cabinas (450 m³ en el secundario y 30 m³ en voluminosos) saturados. Tomando una densidad de 50 Kg/m³ (entrada de separador balístico) se calculan 24 toneladas máximas.

En estas condiciones la densidad de carga de fuego del sector S2 es de 466,7 MJ/m², correspondiente a un Nivel de Riesgo Bajo 2.

Por último, para el caso del sector S3 tomamos el valor de densidad de carga superficial de la Tabla 1.2 del BOE correspondiente a una oficina técnica (600 MJ/m²) como la del sector (los vestuarios/baños no se incluyen en la tabla). El NRI corresponde a un Nivel de Riesgo Bajo 2.

Actividad	Fabricación y venta			Almacenamiento		
	Q _s		Ra	q _v		Ra
	MJ/m ²	Mcal/m ²		MJ/m ³	Mcal/m ³	
Oficinas postales	400	96	1,0			
Oficinas técnicas	600	144	1,0			
Orfebrería	200	48	1,0			

Tabla 73 Extracto de la tabla 1.2 del RD 2267/2004 (RSCIEI)

3. CONDICIONANTES ESTRUCTURALES Y CONSTRUCTIVOS

Los requisitos constructivos de establecimientos industriales según su configuración, ubicación y NRI se recogen en el Anexo II del RSCIEI.

Las dos fachadas laterales de la nave son accesibles y se cumple una distancia inferior a los 25 m entre todos los ejes verticales de los huecos consecutivos, tal y como especifica el apartado A. También se asegura una anchura mínima libre de 5 m para los viales de aproximación a dichas fachadas (apartado A.2).

Mediante los niveles de NRI se definen la estabilidad y resistencia al fuego de los elementos constructivos portantes y de cerramiento. Aplicamos, en nuestro caso, la tabla 2.3 del documento, puesto que la cubierta es ligera (peso menor a 100 Kg/m²), no prevista para evacuación y su fallo no ocasionaría daños graves a edificios o establecimientos próximos ni compromete la estabilidad de plantas inferiores o la sectorización de incendios implantada. En el sector S3 se incluye un sistema de aireadores de extracción natural de humo y calor (AENHC) de pared según norma UNE 12101-2.

Nivel de riesgo intrínseco	Tipo B	Tipo C
	Sobre rasante	Sobre rasante
Riesgo bajo	R15 (EF-15)	NO SE EXIGE
Riesgo medio	R 30 (EF-30)	R15 (EF-15)
Riesgo alto	R 60 (EF-60)	R30 (EF-30)

Tabla 74 Estabilidad al fuego de caso excepcional de cubiertas ligera para estructuras portantes (RSCIEI)

Los requisitos de estabilidad de los elementos estructurales con función portante son los siguientes (un R0 es aplicado sobre la estructura secundaria de cubierta).

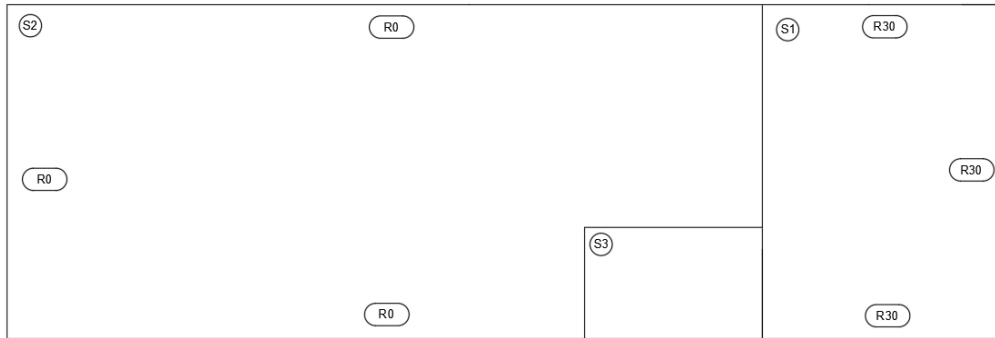


Ilustración 58 Estabilidad al fuego de elementos portantes

Respecto a la resistencia al fuego, los cerramientos deberán cumplir con las exigencias de capacidad portante, integridad al paso de las llamas y gases calientes y de aislamiento. Tanto la cubierta como las fachadas poseen un REI0.

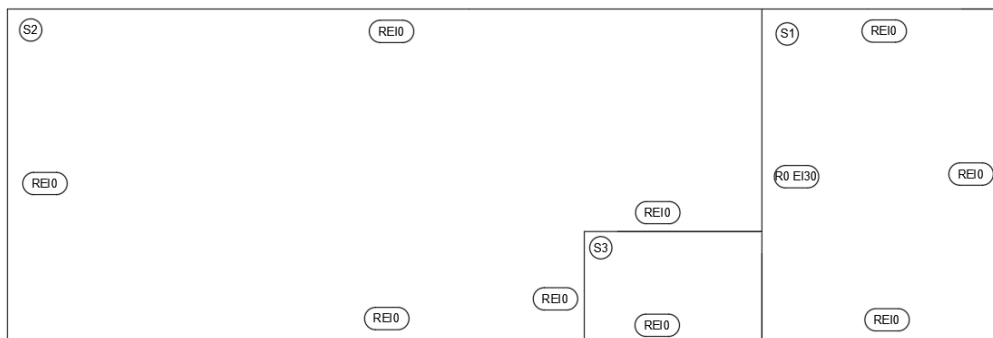


Ilustración 59 Resistencia al fuego de elementos de cerramiento

Se debe tener en cuenta que el tabique separador del S3 ha de contar con una resistencia al fuego de, al menos, la mitad de valor de la exigida a aquellos elementos constructivos en fachada y cubierta en una franja de anchura de al menos un m.

El método elegido para cumplir todos los requisitos es la aplicación de pintura intumescente (R60 máximo). La norma también recomienda en el apartado 3.1 la aplicación de revestimientos como el C_{FL}-s1 (M2) para suelos, C-s3 d0(M2) o más favorable para paredes, techos y exteriores de fachada y de B-s1d0 (M1) o más favorable para lucernarios.

4. EVACUACIÓN, VENTILACIÓN DE HUMOS Y ELEMENTOS DE INSTALACIÓN

La evacuación de establecimientos industriales ubicados en establecimientos tipo C debe satisfacer las condiciones expuestas en el CTE. En nuestro caso, el NRI asociado a todo el establecimiento es Nivel de Riesgo Medio 5 (carga de fuego de 2588,9 MJ/m² con un R_a general de 1,5), por lo que, según el apartado 6.3, sólo será necesaria una salida (< 25 empleados) con recorrido único máximo de 35 m. En escaleras, la longitud se medirá sobre el eje.

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

(*) Para actividades de producción o almacenamiento clasificadas como riesgo bajo nivel 1, en las que se justifique que los materiales implicados sean también de bajo riesgo, incluidos los revestimientos, podrá aumentarse la distancia máxima de recorridos de evacuación hasta 100 m.
 (**) La distancia se podrá aumentar a 50 m si la ocupación es inferior a 25 personas.
 (***) La distancia se podrá aumentar a 35 m si la ocupación es inferior a 25 personas.

Tabla 75 Recorridos de evacuación según RSCIEI

Las puertas abatibles de la fachada contigua al aparcamiento deben cumplir con los mínimos exigidos por el RSCIEI (Artículo 8 del NBE-CPI/96).

Respecto a la ventilación de humos, no es necesaria la instalación de un sistema de control de humo de incendio puesto que no hay ningún sector de actividad de producción con un Nivel de Riesgo Medio o superior y el sector de actividad de almacenamiento (S1) posee una superficie inferior a los 800 m² (apartado 7.1). No obstante, para aplicar la tabla de estabilidad al fuego anterior en el sector de almacenamiento se incluye un sistema de AENHC.

Siguiendo los mismos requisitos descritos en el párrafo anterior, ningún sector requiere de una instalación automática de extinción de incendios (Apartado 3.1 del Anexo 3). Además, el sector S2 es el único que necesita un sistema manual de alarma de incendio al tener una superficie superior a los 1000 m² (apartado 4.1). Se debe instalar un pulsador junto a cada salida de evacuación con una distancia máxima a recorrer de 25 m desde cualquier punto. Tampoco es necesaria la instalación de un sistema de comunicación de alarma ($S \leq 10000$ m², apartado 5).

No se requiere, tampoco, un sistema de rociadores automáticos de agua debido al NRI de los sectores S2 y S3 y la superficie del sector S1 (<1000 m²) (apartado 11).

El S1 deberá contar con un sistema de bocas de incendio equipadas al tener un NRI alto y una superficie superior a 500 m² (apartado 9.1). No en cambio el resto de los sectores, al no alcanzar un NRI medio. No se instala una red exterior de hidrantes al no exigirse en el apartado 7.1 del Anexo III del RSCIEI. El diámetro nominal de la BIE necesaria es de 45 mm.

NIVEL DE RIESGO INTRÍNSECO DEL ESTABLECIMIENTO INDUSTRIAL	TIPO DE BIE	SIMULTANEIDAD	TIEMPO DE AUTONOMÍA
BAJO	DN 25 mm	2	60 min
MEDIO	DN 45 mm*	2	60 min
ALTO	DN 45 mm*	3	90 min

Tabla 76 BIEs necesarias para cada NRI (RSCIEI)

Por último, todos los sectores de incendio contarán con extintores de incendio portátiles. La tabla I-1 del apéndice del RSCIEI aprobado por RD 1942/1993 y la bibliografía recomiendan el empleo de extintores de polvo ABC con una eficacia de 21A para los sectores S2 y S3 y una eficacia de 34A para el sector S1.

Grado de riesgo intrínseco del sector de incendio	Eficacia mínima del extintor	Área máxima protegida del sector de incendio
Bajo	21A	Hasta 600 m ² (un extintor más por cada 200 m ² , o fracción, en exceso).
Medio	21A	Hasta 400 m ² (un extintor más por cada 200 m ² , o fracción, en exceso).
Alto	34A	Hasta 300 m ² (un extintor más por cada 200 m ² , o fracción, en exceso).

Tabla 77 Dotación de extintores portátiles en sectores de incendio con carga de fuego aportada por combustibles tipo A (RSCIEI)

El emplazamiento de los extintores de incendio se situará en puntos fácilmente accesibles y visibles. Su distribución será tal que el recorrido máximo horizontal, desde cualquier punto del sector de incendio hasta el extintor, no supere los 15 m.

Respecto al alumbrado de emergencia, el sistema de alumbrado no es necesario al no contar con la ocupación ni los NRI mínimos, aunque se incluirán de forma opcional.

Se plantea la siguiente distribución de elementos.

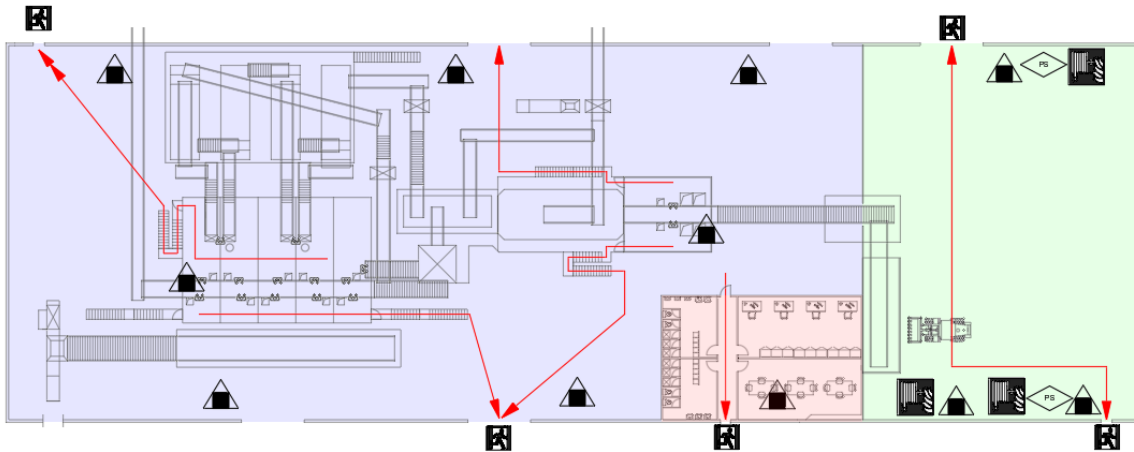


Ilustración 60 Recorridos de evacuación y elementos de instalación

5. CÁLCULO DE AIREADORES DE EXTRACCIÓN NATURAL

Se diseñan aireadores de extracción de humos adicionales a la ventilación natural de cumbrera mediante la norma UNE 23585:2017, que recomienda su implementación siempre que sea posible frente a la extracción forzada. Serán colocados en la fachada frontal correspondiente a la playa de descarga.

La altura de los materiales almacenados en la playa de descarga es inferior a los 3 m y se proyecta una altura libre de humos de 5,5 m. Dicha altura está dentro de los siguientes límites impuestos por la norma.

- No se debe proyectar un SCTEH con una altura desde el suelo a la base de la capa de humos menor que un décimo (1/10) de la altura de suelo a techo (1 m).

- No se debe proyectar un SCTEH con una altura desde la base de incendio (normalmente el suelo) a la base de la capa de humos de más de nueve décimos (9/10) de la altura desde la base del incendio al techo (9 m).

El sector de incendio no cuenta con rociadores automáticos y su almacenamiento es de altura por lo que las características del modelo de incendio correspondiente vienen dadas por la tabla 1.4 de la norma.

Edificio de almacenamiento en altura.			
	Área de incendio (A _f) m ²	Perímetro del incendio (P) m	Flujo de calor liberado (q _f) kW / m ²
- Rociadores de techo, independientemente de su tipología	4/3h (w + x)	2 (w + 4x)	q _f (bajo) = 250 q _f (alto) = 625
- Rociadores intermedios	2/3h (w + x)	w + 4x	
- Sin rociadores	81	36	q _f (bajo) = 250 q _f (alto) = 1 250

Tabla 78 Características de incendio en edificios de almacenamiento en altura (UNE 23585:2017)

El caudal de aire que entra dentro de un penacho ascendente de humos por encima de un incendio se calcula como:

$$M_f = C_e * P * Y^{\frac{3}{2}} \text{ kg/s}$$

Donde C_e es el coeficiente del caudal de entrada para un gran penacho de humos de incendio (0,188 para recintos donde el techo está muy por encima del incendio), P es el perímetro del incendio (36 m) e Y es la altura desde la base del incendio a la capa de humos (6 m). El caudal de aire es, por lo tanto, de 75,67 kg/s.

El aumento promedio de la temperatura de los gases en la capa de humos se determina mediante la siguiente expresión.

$$\theta_l = \frac{Q_l}{c * M_l}$$

Dónde Q_l es el calor convectivo en los gases del humo en la capa flotante del depósito de humos (kW), c es el calor específico del aire a presión constante (1,012 kJ kg⁻¹ K⁻¹) y M_l es el valor de la masa circulante de gases de humo que entra en la capa flotante del depósito de humos (M_f, kg/s).

La norma establece que el calor convectivo de los gases en la capa de humo se tomará como 0,8 veces el calor emitido ($q_r \cdot A_r$) predeterminado para el modelo de incendio de diseño; en nuestro caso, correspondiente a 16200 kW.

El aumento promedio de la temperatura será, por lo tanto, de 211,6 °C, lo cual significa que la temperatura de la capa de humos alcanzará un valor absoluto de 484,6 K.

La superficie total de los aireadores se determina mediante la expresión:

$$A_{vtot} C_v = \frac{M_l T_l}{[2 * \rho_{amb} * g * d_l * \theta_l * T_{amb} - \frac{M_l^2 * T_l * T_{amb}}{[A_i * C_i]^2}]^{0,5}}$$

Donde A_{vtot} es la superficie geométrica total libre de todos los aireadores de extracción de humos en un depósito de humos (m²), C_v es el coeficiente de descarga del aireador, T_l es la temperatura promedio absoluta de la capa de humos (400,8 K), ρ_{amb} es la densidad del aire a temperatura ambiente (1,2 kg/m³ tomando 298 K), g es la aceleración de la gravedad (9,81 m/s²), d_l es la profundidad de la capa de humos que fluye (m), A_i es la superficie total de entrada de aire (m²) y C_i es el coeficiente de descarga de la abertura del aire.

La profundidad mínima de la capa del depósito de humos para el flujo hacia los aireadores se determina como:

$$d_l = \left[\frac{M_l T_l}{\gamma \theta_l^{0,5} W_l} \right]^{2/3}$$

Donde γ es el factor de cuelgue (78 al no haber dintel ni cuelgue estructural) y W_l es la anchura del depósito de humos medida en ángulo recto con la dirección del flujo de humos (m). Dicha anchura puede calcularse según la norma como la raíz cuadrada de la superficie de planta (25,69 m), por lo que la profundidad de capa tiene un valor de 1,17 m. Esta profundidad se mide desde el obstáculo colgante más bajo, por lo que el flujo presentará la misma forma que la estructura de cubierta.

Sustituyendo todos los parámetros en la fórmula de la superficie total libre de aireadores se determina un valor mediante SOLVER de 32,35 m², tanto para la entrada como la descarga.

El mínimo número de puntos de extracción necesarios para absorber los gases de humos del depósito y evitar el efecto “plugholing” se determina mediante el cálculo del valor crítico de extracción para una abertura en el caso de aireadores montados en pared (apartado E.6)

$$M_{crit} = 1,3 * \left[g * d_n^5 * T_{amb} * \frac{\theta_1}{T_l^2} \right]^{\frac{1}{2}} \quad kg/s$$

Donde d_n es la profundidad de la capa de humos debajo del punto de extracción, tomada en el caso de las aberturas de fachada como la diferencia entre la altura libre de humos y la altura a la que se

colocan los aireadores de descarga, proyectados a 7 m; es decir, 1,5 m. En el caso del aireador lineal de cumbrera su valor es de 5 m.

Sustituyendo los parámetros previos se obtiene un caudal crítico de 11,93 Kg/s para las aberturas en fachada y de 117,92 Kg/s para las aberturas en la cumbrera. Esto significa que para el caudal de aire evacuado, un módulo único en la cubierta es adecuado y se requerirían 7 aberturas como mínimo en fachada para evacuar los humos (en un caso sin otros aireadores).

La superficie geométrica libre aportada por el aireador de cumbrera según el fabricante es de 12,34 m² (C_d de 0,6 aproximadamente) por lo que se requieren 20 m² adicionales proporcionados por exutorios de fachada.

La superficie de admisión de aire, tal y como se ha comentado anteriormente, será idéntica a la superficie de descarga, lo cual aconseja también el RECSIEI (apartado 7.2 del Anexo 2). Se colocarán también en la fachada frontal y se evitarán las zonas de succión no permitidas ($d_{su}/5=4$ m suponiendo un h_{st} de 10 m). No se tienen en cuenta las puertas como aberturas de admisión (caso más desfavorable).

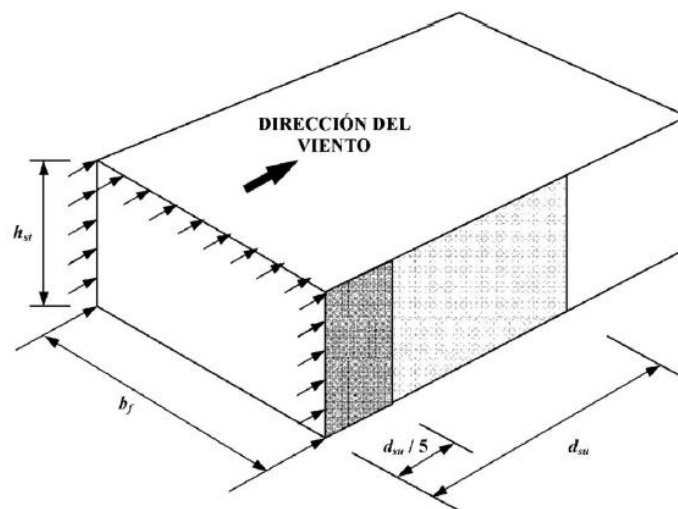


Ilustración 61 Zonas no permitidas en fachadas laterales para colocación de aberturas de admisión (UNE 23585:2017)

La solución que se adopta es la colocación de 7 aireadores de lamas de alto aislamiento de la empresa Eura Excellent para la descarga. Se elige un modelo 180 con 11 lamas que, según las tablas del fabricante [12], posee unas dimensiones de 1800 x 2480 mm y una superficie aerodinámica de 2,86 m².

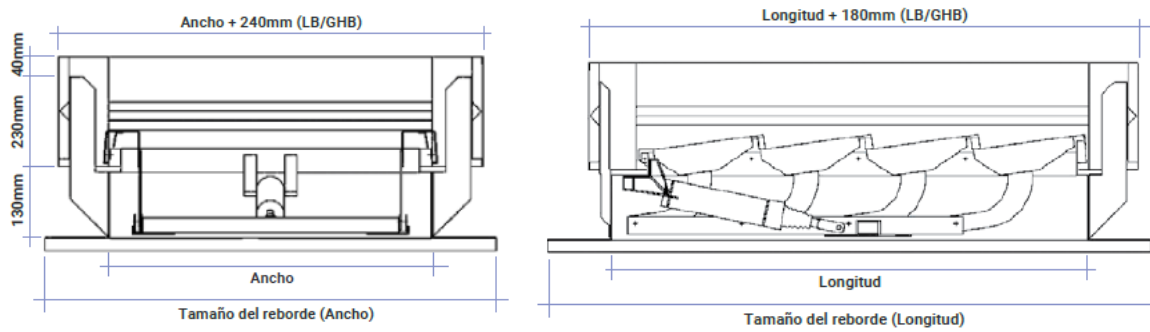


Ilustración 62 Exutorios para evacuación de humos (Eura Excellent)

Para la entrada de aire, restando la superficie aerodinámica aportada por las rejillas de lamas ya existentes (7 m² asumiendo un C_d de 0,25), requerimos de 13 m². Para cubrirlos empleamos 5 exutorios del mismo modelo colocados a una altura de 2 m. La distribución en fachada propuesta es la siguiente.

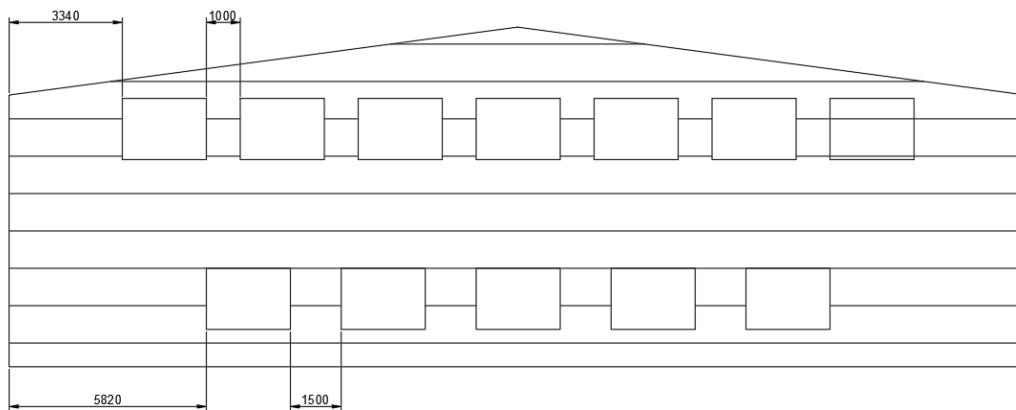


Ilustración 63 Distribución de exutorios en fachada frontal

Por último, se debe comprobar que los exutorios instalados en cubierta han pasado el ensayo de vientos laterales CVw y que los de fachada poseen una clasificación CVO (tal y como especifica la norma UNE 12101-2) para que sean adecuados para su labor como SCTEH.

ANEXO IV ILUMINACIÓN

1. INTRODUCCIÓN

Se propone el diseño de la instalación de iluminación de la planta mediante DIALux. Debido a las limitaciones del programa, se determinará primero la iluminación artificial necesaria para luego complementarla con luz natural. También se distinguirá la iluminación general de la localizada en la zona de oficinas/descanso y en las cabinas de triaje.

2. REQUISITOS DE ILUMINACIÓN

Se tienen en cuenta los niveles mínimos de iluminación establecidos por el artículo 8 del RD 486/1997 aunque se toman los valores de la norma UNE-EN 12464-1:2022 por ser más específicos. En concreto se eligen los siguientes requisitos de iluminación media.

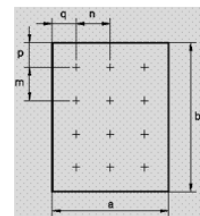
Tipo de interior, tarea o actividad	E_m (lux)
<i>Oficina para archivos, copias, etc.</i>	300
<i>Vestuarios, salas de lavado, servicios</i>	200
<i>Salas de descanso</i>	100
<i>Almacén (baja exigencia visual)</i>	100
<i>Áreas de circulación y pasillos</i>	100
<i>Puestos de trabajo protegidos en instalaciones de tratamiento</i>	300

Tabla 79 Requisitos de iluminación media (UNE-EN 12464)

El nivel de iluminación se mide a la altura dónde se realiza la tarea, en zonas de uso general a 85 cm y en vías de circulación a nivel del suelo. La uniformidad (E_{\min}/E_m) buscada deberá ser superior al 40% en todos los casos.

También se comprueba la disposición geométrica de las luminarias mediante el índice de mallas K_m y el índice de proximidad K_p , que se calculan como:

$$K_m = \frac{2 * m * n}{h * (m + n)} \quad K_p = \frac{a * p + b * q}{h * (a + b)}$$



Los valores buscados serán menores a 1 en el caso de K_m y menores a 0,5 en el caso de K_p .

3. ILUMINACIÓN ARTIFICIAL

Se toma un grado de reflexión de 0,7 para techo y paredes (paneles sándwich de color blanco), de 0,3 para el suelo (hormigón claro) y de 0,5 para los obstáculos.

La distribución de las luminarias, así como los parámetros más relevantes de la iluminación simulada en las zonas designadas se recogen en las siguientes tablas. Se ha realizado un modelado aproximado de los obstáculos presentes en la zona de proceso y de los cubículos de los baños para el cálculo de la iluminación media en la superficie de trabajo.



Ilustración 64 Modelado estimado del proceso (DIALUX)

Playa de descarga		
Distribución	Datos	
	Modelo de luminaria	3F CUB LED 100W CR VS
	Marca	3F Filippi
	Características	Potencia de conexión de 110 W, distribución directa-simétrica amplia, aplicación en ambientes industriales y depósitos diáfanos
	Cantidad	8
	Montaje	Suspensión a 8 m
	E_m	137 lux
	E_{min}/E_m	0,67

Tabla 80 Iluminación en playa de descarga (DIALUX)

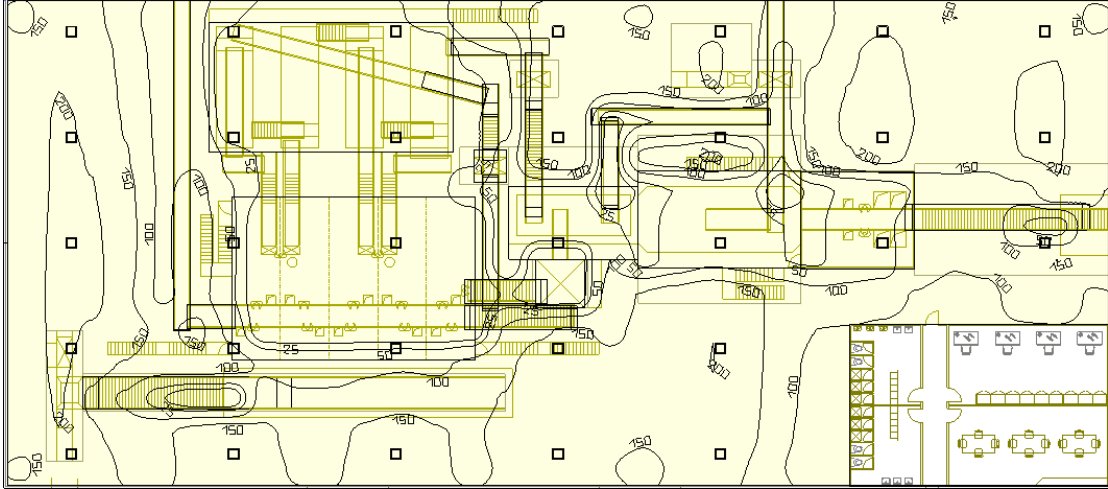
Zona de proceso	
Distribución	
	
Datos	
Modelo de luminaria	3F CUB LED 100W CR VS
Marca	3F Filippi
Características	-
Cantidad	31
Montaje	Suspensión a 8 m
E_m	113 lux
E_{min}/E_m	No mostrado

Tabla 81 Iluminación en zona de proceso (DIALUX)

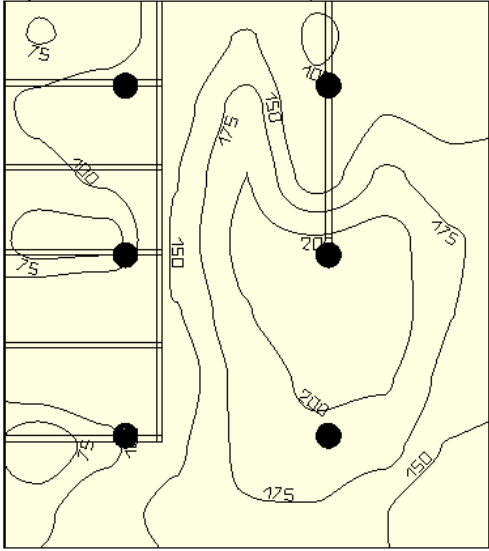
Baños		
Distribución	Datos	
	Modelo de luminaria	STRAM PRISMATIC 1 4000K
	Marca	Arkoslight
	Características	Downlight de empotramiento de 10,5 W para funciones de luz general con luz difusa
	Cantidad	6 (x2)
	Montaje	Empotrado en techo
	E_m	219 lux
	E_{min}/E_m	0,34

Tabla 82 Iluminación en baños (DIALUX)

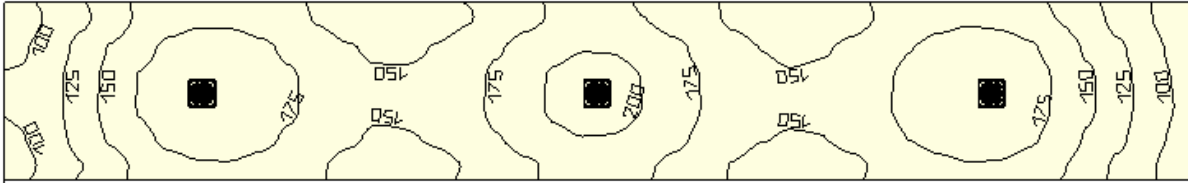
Pasillo de zona de oficinas	
Distribución	
	
Datos	
Modelo de luminaria	QUAD 3 4000K Z
Marca	Arkoslight
Características	Downlight de perímetro cuadrado de 22 W
Cantidad	3
Montaje	Empotrado en techo
E_m	160 lux
E_{min}/E_m	0,56

Tabla 83 Iluminación en pasillo de zona de oficinas (DIALUX)

Oficinas	
Distribución	
Datos	
Modelo de luminaria	QUAD 3 4000K Z
Marca	Arkoslight
Características	-
Cantidad	10
Montaje	Empotrado en techo
E_m	362 lux
E_{min}/E_m	0,44

Tabla 84 Iluminación en oficinas (DIALUX)

Comedor	
Distribución	

Datos	
Modelo de luminaria	MIX MINI 2 IP54 DIM PUSH 3000 K W
Marca	Arkoslight
Características	Downlight de aplicación general de iluminación de 7 W
Cantidad	12
Montaje	Empotrado en techo
E_m	149 lux
E_{min}/E_m	0,45

Tabla 85 Iluminación en comedor (DIALUX)

Cabina de triaje secundario		
Distribución	Datos	
	Modelo de luminaria	DROP IP54 4000K WT
	Marca	Arkoslight
	Características	Downlight de empotramiento de 27 W con efecto de claraboya natural
	Cantidad	20
	Montaje	Empotrado en techo
	E_m	370 lux
	E_{min}/E_m	0,45

Tabla 86 Iluminación en cabina de triaje secundario (DIALUX)

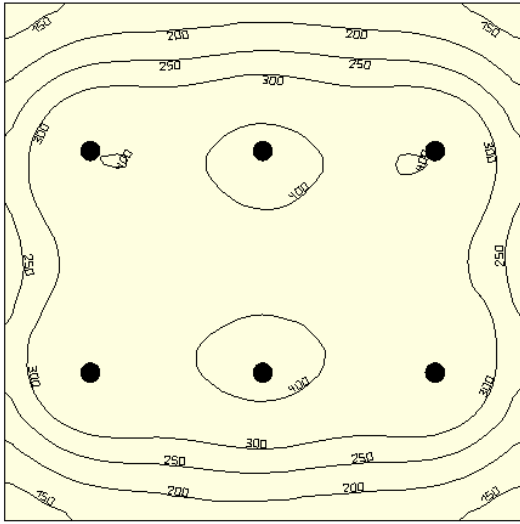
Cabina de voluminosos		
Distribución	Datos	
	Modelo de luminaria	DROP IP54 4000K WT
	Marca	Arkoslight
	Características	Downlight de empotramiento de 27 W con efecto de claraboya natural
	Cantidad	6
	Montaje	Empotrado en techo
	E_m	307 lux
	E_{min}/E_m	0,4

Tabla 87 Iluminación en cabina de voluminosos

La comprobación de las distribuciones geométricas se resumen la siguiente tabla:

Distribuciones geométricas		
Zona	K_m	K_p
Playa de descarga	0,25	0,56
Zona de proceso	0,98	0,33
Baños	0,54	0,35
Pasillo	-	0,31
Oficinas	0,72	0,37
Comedor	0,64	0,31
Cabina de triaje secundario	0,89	0,25
Cabina de voluminosos	0,87	0,42

Tabla 88 Coeficientes geométricos de luminarias

También se recogen las potencias consumidas por el conjunto de la iluminación artificial.

Zona	P (W)
Playa de descarga	880
Zona de proceso	3410
Baños	126
Pasillo	66
Oficinas	220
Comedor	84
Cabina de triaje secundario	540
Cabina de voluminosos	162
Total	5488

Tabla 89 Potencia consumida en iluminación artificial

4. ILUMINACIÓN NATURAL

Se propone la colocación de lucernarios translúcidos de policarbonato distribuidos por toda la cubierta. Para el cálculo de la iluminación sobre el plano de trabajo se emplea un modelo de cielo cubierto junto con aberturas abiertas (equivalente a un modelo de cielo despejado con las características del lucernario). Se comprueban los valores mínimos en invierno (solsticio a las 9:00) y los valores máximos en verano (solsticio a las 12:00). No se tiene en cuenta la intersección con los aireadores de cubierta para simplificar cálculos.

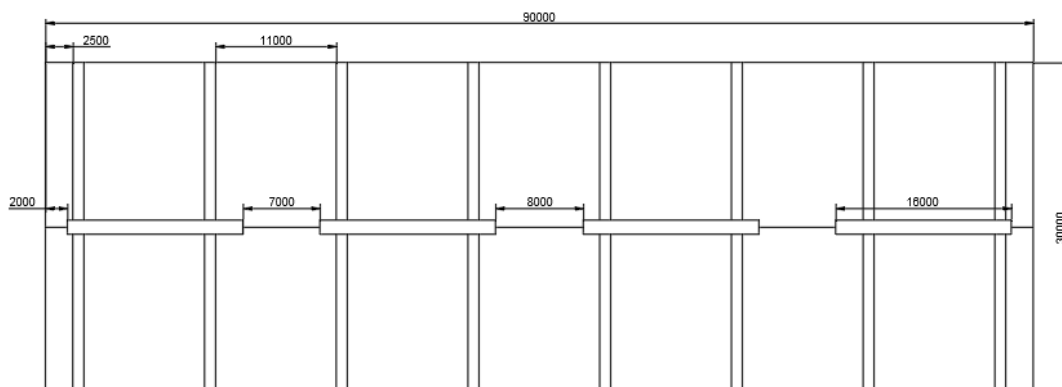
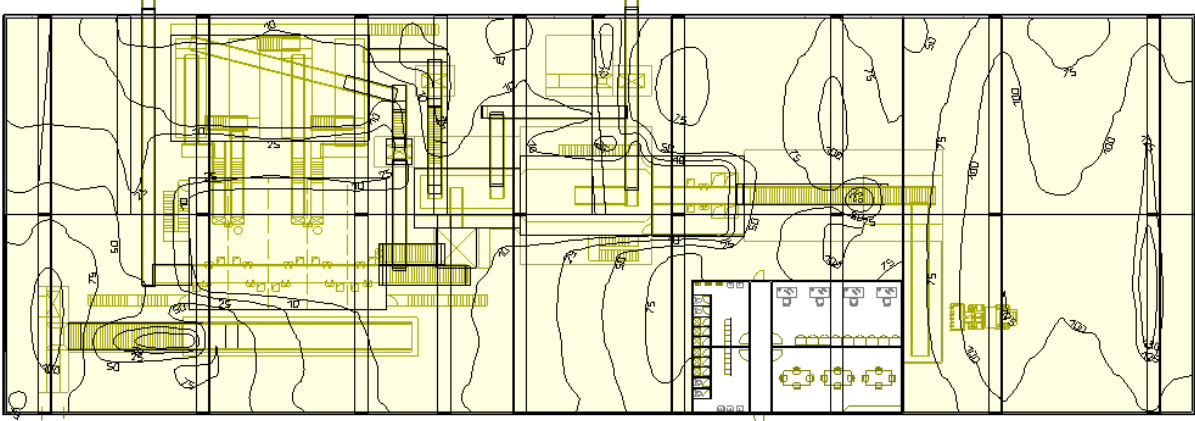


Ilustración 65 Situación de lucernarios en cubierta

Iluminación natural	
Datos	
Modelo de lucernario	Panel de policarbonato traslúcido
Marca	Grupo Panel Sandwich
Características	Placa de policarbonato celular de 30 mm de espesor y 1 m de anchura con remate para encaje en paneles sándwich de cubierta.
Cantidad	8 lucernarios (242 m lineales)
Invierno	
	
E_m	97/33 lux (Playa/Zona de proceso)
E_{min}/E_m	0,48/-
Factor luz de día	4,37/2,52 %

Verano	
E_m	786/271 lux (Playa/Zona de proceso)
E_{min}/E_m	0,48/-
Factor luz de día	4,37/2,52 %

Tabla 90 Iluminación natural (DIALUX)

Se comprueba que la iluminación en verano no es excesiva y que los factores de luz de día son ligeramente superiores al valor recomendado (2%). Para que ambos tipos de iluminación se complementen será necesario disponer de interruptores que permitan distintos niveles de funcionamiento.

ANEXO V CLIMATIZACIÓN

1. INTRODUCCIÓN

Se plantea el diseño de una instalación de climatización para acondicionar la actividad de los operarios de la planta. Teniendo en cuenta el gran volumen de la nave (24000 m³) se opta por climatizar exclusivamente las zonas de actividad humana para ahorrar costes. La normativa de aplicación es el RD 1027/2007 de Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE).

Se supone un horario de trabajo compuesto por dos turnos, un turno de mañana de 7:00 a 14:00 (L-S) y otro de tarde de 15:00 a 23:00 (L-V). El confort térmico se garantizará para las horas del año con las temperaturas secas máximas y mínimas.

2. DESCRIPCIÓN DE LOS LOCALES

La climatización se realiza sobre 3 zonas diferenciadas dentro de la nave. Se estiman los valores de ocupación máximos de las mismas de cara al cálculo de las cargas internas. La superficie de pared se toma en las caras externas de los muros limítrofes y la altura de todos los recintos es de 3 m. De cara al cálculo de pérdidas por transmisión se tienen en cuenta las pérdidas a través de techos y suelos en el caso de las cabinas de triaje.

<i>Zona</i>	<i>S suelo (m²)</i>	<i>Cerramiento</i>	<i>S pared (m²)</i>	<i>Cerramiento</i>	<i>Ocupación</i>	<i>Volumen (m³)</i>
<i>Zona de oficinas/descanso</i>	160	Solera de hormigón armado	156	Tabique aislado con poliuretano proyectado	18	480
<i>Cabina de voluminosos</i>	42	Placa de acero a cuadros y aislante	78	Panel aislante	3	126
<i>Cabina de triaje secundario y CC</i>	150	Placa de acero a cuadros y aislante	150	Panel aislante	12	450

Tabla 91 Características de locales climatizados

3. VENTILACIÓN

En cuanto a ventilación, la IT 1.1.4.2.1 establece que se dispondrá de un sistema de ventilación para el aporte del suficiente caudal de aire exterior que evite en los distintos locales que se realice una actividad humana la formación de elevadas concentraciones de contaminantes. En nuestro caso ya se ha seleccionado un sistema no forzado de ventilación lineal estático para la renovación del aire de toda la nave y se concretará la ventilación adicional para las zonas de actividad de personal.

Las actividades de la planta comprenden valores de tasas metabólicas entre 1,2 y 1,6 met según el informe CR 1752 (actividades sedentarias y ligeras de pie), por lo que el caudal mínimo de aire exterior de ventilación se determina mediante la tabla 1.4.2.1 de la IT 1.1.4.2.3, correspondiente al método indirecto de caudal de aire exterior.

Categoría	dm ³ /s por persona
IDA 1	20
IDA 2	12,5
IDA 3	8
IDA 4	5

Tabla 92 Caudales de aire exterior según método indirecto (RITE)

Consideramos una categoría de calidad de aire IDA 3 (aire de calidad media adecuado para cafeterías y salas de ordenadores). El caso de simultaneidad más desfavorable puede ocurrir en la ventana de tiempo entre el cambio de turnos, aunque en condiciones normales nunca se dará la ocupación máxima simultánea.

Zona	Caudal Necesario (l/s)
Zona de oficinas/descanso	144
Cabina de voluminosos	24
Cabina de triaje secundario y CC	96
	264

Tabla 93 Caudales de aire necesarios

La clase de filtración necesaria en función de la calidad del aire exterior viene dada por la tabla 1.4.2.5 de la IT 1.1.4.2.4. Por la proximidad de la planta al vertedero de la zona consideramos un nivel una calidad de aire exterior de ODA 2 (aire con altas concentraciones de partículas), por lo que se necesitan filtros de clase F7. El documento también estipula la necesidad de prefiltros en la entrada de aire exterior y en la entrada de aire de retorno.

	IDA 1	IDA 2	IDA 3	IDA 4
ODA 1	F9	F8	F7	F6
ODA 2	F7/F9	F8	F7	F6
ODA 3	F7/F9	F6/F8	F6/F7	G4/F6
ODA 4	F7/F9	F6/F8	F6/F7	G4/F6
ODA 5	F6/GF/F9 (*)	F6/GF/F9 (*)	F6/F7	G4/F6

Tabla 94 Clases de filtración (RITE)

La velocidad media del aire viene determinada por la IT 1.1.4.1.3, en la que se especifica una fórmula para difusión con mezcla para temperaturas t entre 20° y 27°C (0,13-0,2 m/s).

$$V = \frac{t}{100} - 0,07 \text{ m/s}$$

4. CARGAS TÉRMICAS

Condiciones interiores de diseño

En el caso de personas con una actividad metabólica en torno a los 1,2 met y un grado de vestimenta adecuado para verano e invierno la 1.1.4.1.2 especifica los siguientes valores de temperatura y humedad relativa. Se tomarán como temperatura de diseño los valores medios de ambos intervalos.

Estación	Temperatura operativa °C	Humedad relativa %
Verano	23...25	45...60
Invierno	21...23	40...50

Tabla 95 Condiciones interiores de diseño (RITE)

Cargas por incidencia de la radiación solar

No se tienen en cuenta, ya que ninguna de las zonas climatizadas está expuesta directamente a la radiación solar y se ignora la radiación proveniente de la iluminación natural a través de las placas de policarbonato celular.

Cargas por ocupantes

La carga aportada por la ocupación de personal puede diferenciarse en carga sensible y carga latente. La primera es aportada por la diferencia de temperatura entre el cuerpo humano y el ambiente y la segunda debida al aumento de humedad. Se expresan como

$$Q_s = n * G_{sen} \quad Q_l = n * G_{lat}$$

Donde n es el número de personas y G es la ganancia personal correspondiente a la carga.

Los valores de las ganancias se extraen de la tabla perteneciente a la ISO 8996.

Actividad	Q _{sen} (W)	Q _{lat} (W)	Q _{tot} (W)
Moderada (en oficinas)	75	55	130
Ligera de pie	70	90	160
Sedentaria (comedores)	80	80	160

Tabla 96 Valores de carga por ocupación según tipo de actividad

Se asumen 3 personas en las salas de oficina mientras que se emplea el valor correspondiente a actividad sedentaria para el resto de la ocupación. Los valores de carga son:

Zona	Q_{sen} (W)	Q_{lat} (W)	Q_{tot} (W)
<i>Zona de oficinas/descanso</i>	1425	1365	2790
<i>Cabina de voluminosos</i>	210	270	480
<i>Cabina de triaje secundario y CC</i>	840	1080	1920

Tabla 97 Valores de carga por ocupación

Cargas por iluminación

La carga térmica asociada a la pérdida de calor por parte de las luminarias en las zonas a climatizar es causada exclusivamente por bombillas LED (entre un 20-30 % de calor generado). Tomando las potencias totales de iluminación calculamos las cargas sensibles generadas.

Zona	P (W)	Q_{sen} (W)
<i>Zona de oficinas/descanso</i>	496	149
<i>Cabina de voluminosos</i>	162	49
<i>Cabina de triaje secundario y CC</i>	540	162

Tabla 98 Valores de carga por iluminación

Cargas por ventilación

La climatización incluye la renovación del aire por lo que no se tienen en cuenta las cargas por ventilación.

Cargas por equipos

Se tienen en cuenta en las oficinas y el comedor. Los valores empleados se recogen en la siguiente tabla.

Zona/Equipo	Q_{sen}
<i>Ordenador</i>	250 W
<i>Comedor</i>	8,5 W/m ²

Tabla 99 Cargas de equipos

Lo que, suponiendo 3 computadoras, implica un valor de 1175 W en la zona de descanso.

Cargas de transmisión

La absorción o cesión de calor en las zonas climatizadas se calcula mediante la siguiente fórmula.

$$Q = A * U * \Delta T$$

Donde A es la superficie de transmisión, U el coeficiente de transmisión del cerramiento correspondiente y ΔT la diferencia de entre la temperatura de diseño interior y la exterior (considerada como la temperatura en el exterior de la nave).

Para establecer los coeficientes de transmisión se toman como referencia los valores de coeficiente global recomendados por el Documento Básico de Ahorro de Energía del CTE (DBHE), en concreto del apartado HE1 (Condiciones para el control de la demanda energética) para uso distinto del residencial privado.

	Compacidad V/A [m ³ /m ²]	Zona climática de invierno					
		α	A	B	C	D	E
Edificios nuevos. Ampliaciones. Cambios de uso. Reformas en las que se renueve más del 25% de la superficie total de la envolvente térmica final del edificio	V/A ≤ 1	0,96	0,81	0,76	0,65	0,54	0,43
	V/A ≥ 4	1,12	0,98	0,92	0,82	0,70	0,59

Tabla 100 Valores límite de transmitancia térmica, U_{lim} (W/m²K)

En nuestro caso, la planta se encuentra en una zona climática D2 (Valencia, altura de 850 m), por lo que se requieren los siguientes valores de transmitancia térmica.

Zona	V/A	U_{lim} (W/m ² K)
Zona de oficinas/descanso	3,08	0,65
Cabina de voluminosos	1,64	0,57
Cabina de triaje secundario y CC	3	0,65

Tabla 101 Valores de transmitancia térmica para pared

La conductividad térmica necesaria puede garantizarse en todos los casos, por ejemplo, mediante una placa aislante de espuma de poliestireno extruido (XPS) de 60 mm de espesor (resistencia térmica de 1,8 m²K/W) [13].

Los datos de la temperatura exterior de diseño se toman de la Guía Técnica de condiciones climáticas exteriores de proyecto, elaborada por el IDA. Se emplean los valores correspondientes al aeropuerto de Manises al no existir valores de municipios más cercanos a Caudete de las Fuentes.

Ts 1% (°C)	Ts 99% (°C)
2,6	32

Tabla 102 Temperaturas exteriores de diseño

Hojas de carga

La potencia máxima y mínimas de refrigeración requeridas se darán con las condiciones de carga interna más desfavorables para cada caso. Se toma un coeficiente de simultaneidad de 0,5 para la carga por ocupación en el caso de refrigeración para evitar el sobredimensionamiento de la batería de frío mientras que en el caso de calefacción sólo se tendrán en cuenta las cargas de transmisión y la ocupación en cabinas.

Verano					
Zona	Q ocupantes (W)	Q iluminación (W)	Q equipos (W)	Q trasmisión (W)	Q tot (W)
Zona de oficinas/descanso	1395	149	1175	1390	4109
Cabina de voluminosos	240	49	0	713	1002
Cabina de triaje secundario y CC	960	162	0	1980	3102

Tabla 103 Hoja de carga, verano

Invierno					
Zona	Q ocupantes (W)	Q iluminación (W)	Q equipos (W)	Q trasmisión (W)	Q tot (W)
Zona de oficinas/descanso	0	0	0	-3372	-3372
Cabina de voluminosos	480	0	0	-1280	-800
Cabina de triaje secundario y CC	1920	0	0	-3201	-1281

Tabla 104 Hoja de carga, invierno

Por lo tanto, las potencias máximas necesarias para la climatización son las siguientes.

P refriger	P calefac
8,21 KW	-5,45 KW

Tabla 105 Potencias necesarias

5. ELECCIÓN DEL SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN

Para cubrir las necesidades de confort se propone la instalación de un sistema todo aire de caudal y temperatura variables (VVT). Este sistema consta de una Unidad de Tratamiento de Aire exterior (UTA) controlada mediante la información proporcionada por termostatos en las zonas climatizadas y sensores de presión en el ducto principal.

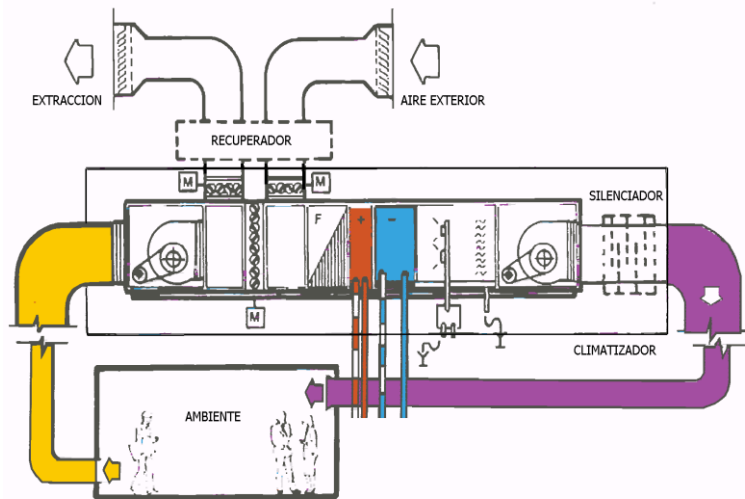


Ilustración 66 Esquema de sistema propuesto

Las partes que lo componen son:

- UTA compuesta por un ventilador con variador de frecuencia para el retorno y la impulsión, filtros para el aire de retorno y exterior, humidificador, baterías de frío y calor regulables y un recuperador de energía, obligatorio según la IT 1.2.4.5.2. para caudales de expulsión superiores a 0,5 m³/s.
- Control de velocidades del ventilador.
- Termostatos de ambiente en las zonas climatizadas.
- Equipo electrónico de control.

Los parámetros de diseño elegidos para el circuito de ventilación son los siguientes:

- Velocidad de paso del aire inferior a 6 m/s, tal y como especifica la guía técnica de instalaciones de climatización para evitar ruidos.
- Selección de dimensiones de conducto fijando el valor de las pérdidas de carga lineales en 0,07 mmca/ml (0,69 Pa/ml) y mediante el método de tablas del apéndice C de la guía anterior.
- Se toma como caudal de diseño, un caudal que garantice el equilibrio de cargas térmicas en la situación más desfavorable para una diferencia de temperatura de impulsión con la temperatura de diseño de 5 K.
- Para el cálculo de pérdidas de carga se mayor la longitud de los conductos un 50% para incluir una aproximación de las pérdidas secundarias.

Se plantea la siguiente distribución del circuito sobre la planta (dónde la impulsión corresponde al azul y el retorno al rojo).

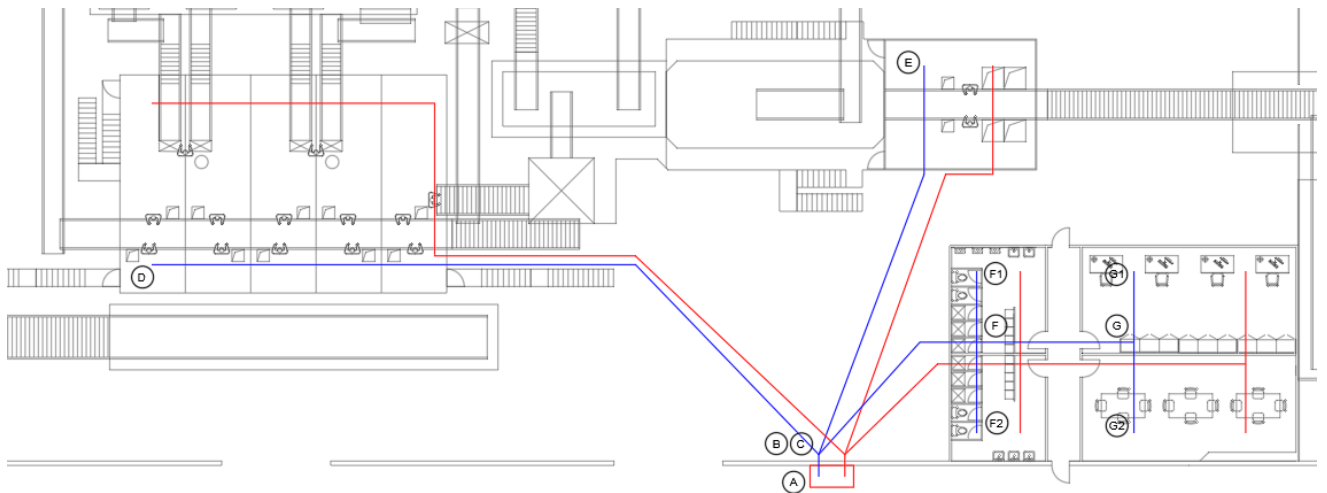


Ilustración 67 Distribución de circuitos de ventilación

El caudal necesario se calcula mediante la expresión:

$$q = \frac{Q}{c_p * d * \Delta T}$$

Donde Q es la carga térmica del recinto, c_p el calor específico del aire (1,012 J/kg K, en condiciones normales), d la densidad del aire (1,29 Kg /m³, en condiciones normales) y ΔT la diferencia de temperatura (5 K). Para cada zona los requerimientos son los siguientes.

	Zona de oficinas/descanso	Cabina de voluminosos	Cabina de triaje secundario y CC	Total
Q (W)	4109	1002	3102	8213
Caudal (m ³ /s)	0,63	0,15	0,48	1,26

Tabla 106 Caudales de impulsión requeridos

Se toman conductos de sección rectangular para el circuito de ventilación. El espesor de aislamiento necesario en los mismos viene dado por la IT 2.2.2.1.

Espesor de aislamiento de conductos (mm)						
Fluido	Interior	Exterior	Interior	Exterior	Interior	Exterior
Aire caliente	20	30	17,5	26,3	15	22,5
Aire frío	30	50	26,3	43,8	22,5	37,5
	$\lambda_{ref} = 0,040$ (W/m·K)		$\lambda = 0,035$ (W/m·K)		$\lambda = 0,030$ (W/m·K)	

Tabla 107 Espesor de aislamiento de conductos (RITE)

Tomando un aislante de manta de lana de vidrio (0,040 W/mK a 40 °C) los espesores mínimos necesarios serían de 30 mm en el interior y de 50 mm en el exterior. Para el cálculo de las pérdidas térmicas se supondrán estos valores, aunque el espesor elegido para el circuito podrá ser superior.

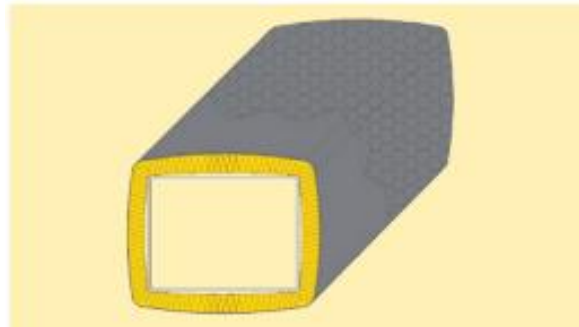


Ilustración 68 Conducto rectangular de ventilación aislado con lana de vidrio (ISOVER)

Como válvulas reguladoras, se selecciona la serie TVT de unidades terminales VAV del fabricante TROX España. El mismo fabricante también proporciona soluciones para el control de la climatización (termostatos, sensores de presión, etc).



Ilustración 69 Válvula TVT (TROX España)

Para la selección de las secciones de los conductos de elabora una tabla con los parámetros de cada tramo. Las longitudes se han tomado se forma aproximada, mientras que se ha tomado un caudal único a partes iguales entre los ramales últimos del circuito (resistencias ligeramente superiores).

PUNTO	L (m)	Leq (m)	Q(m ³ /h)	Q dis (m ³ /h)	Dim (cmxcm)	v dis (m/s)	Perd (mmca/m)	Perd (Pa)
A-B	3	4,5	4536	4720	40x56	6,17	0,07	3
B-C	7	10,5	2268	2350	30x44	5,19	0,07	7
C-D	34	51	1728	1770	30x38	4,57	0,061	31
C-E	19	28,5	540	600	20x26	3,4	0,058	16
B-F	10	15	2268	2350	30x44	5,19	0,07	10
F-F1	3	4,5	567	600	20x26	3,4	0,058	3
F-F2	4	6	567	600	20x26	3,4	0,058	3
F-G	7	10,5	1134	1190	20x40	4,28	0,07	7
G-G1	3	4,5	567	600	20x26	3,4	0,058	3
G-G2	4	6	567	600	20x26	3,4	0,058	3

Tabla 108 Circuito de ventilación

El trayecto más desfavorable (A-B-C-D, cabina de triaje secundario) posee un valor de pérdidas de 41 Pa.

Las cargas térmicas adicionales se estiman mediante la expresión:

$$Q = \frac{\lambda * P * L * \Delta T}{e}$$

Donde λ es el coeficiente de conductividad térmica, P es el perímetro del conducto, L es su longitud, e es el espesor de aislamiento y ΔT es la diferencia de temperatura con el aire exterior (14,6 K en verano y 25,8 K en invierno como casos más desfavorables y un margen de 5 K). Las cargas térmicas de los conductos hacia las zonas de climatización son:

PUNTO	L (m)	Dim (cmxcm)	P (m)	e (m)	Q ver (W)	Q inv (W)
A-B	3	40x56	1,92	0,05	60	-112
B-C	7	30x44	1,48	0,03	180	-337
C-D*	21	30x38	1,36	0,03	495	-929
C-E*	14	20x26	0,92	0,03	223	-419
B-F*	8,5	30x44	1,48	0,03	218	-409
Total (W)					1175,82	-2206,93

Tabla 109 Cargas térmicas por conductos

Por lo tanto, las necesidades más desfavorables de potencia pasan a ser de 9,38 kW en el caso de refrigeración y -7,65 kW en el caso de calefacción.

Llegados a este punto podemos seleccionar los elementos de la UTA necesarios. Para ello empleamos un catálogo de la empresa MundoClima en el que podemos seleccionar los módulos que conforman la unidad.

Batería de frío + calor	
<i>Rangos</i>	5+2R (Calor+frío)
<i>Modelo</i>	CL07031
<i>Potencia calor/pot frío</i>	22,07 kW/9,41 KkW
<i>Pérdida de carga</i>	120 Pa
Módulo de mezcla	
<i>Modelo</i>	CL07108
<i>Pérdida de carga</i>	25 Pa
Humidificador	
<i>Modelo</i>	CL07154
<i>Pérdida de carga</i>	25 Pa
Filtro en impulsión	
<i>Modelo</i>	CL07274
<i>Tipo</i>	EN779 F7
<i>Pérdida de carga</i>	250 Pa

Tabla 110 Elementos de la UTA seleccionados

Las pérdidas totales de impulsión, incluyendo las del circuito, ascienden a 461 Pa; mientras que las de retorno, que sólo incluyen las del módulo de mezcla y las del circuito, ascienden aproximadamente a 74 Pa (el circuito es ligeramente más largo). Teniendo en cuenta que, además, la válvula reguladora requiere de 10 Pa de presión diferencial para su funcionamiento, podemos elegir los modelos de ventilador necesarios.

Ventilador de impulsión	
<i>Modelo</i>	CL07574
<i>Caudal</i>	5000 m ³ /h
<i>Presión</i>	500 Pa
Ventilador de retorno	
<i>Modelo</i>	CL07424
<i>Presión</i>	175 Pa

Tabla 111 Selección de ventiladores

Las dimensiones de la UTA vienen dadas por las dimensiones de los módulos empleados. El catálogo define un ancho de 1,165 m, una altura de 0,7 m y una longitud de 3,69 m.

MEDICIONES Y PRESUPUESTO

1. CUADRO DE PRECIOS DESCOMPUESTOS

Nº	Designación	Importe (€)
1 Acondicionamiento del terreno		
1.1 Desbroce y limpieza		
1.1.1	m ² Desbroce y limpieza del terreno con arbustos, con medios mecánicos. Comprende los trabajos necesarios para retirar de las zonas previstas para la edificación o urbanización: arbustos, pequeñas plantas, tocones, 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. El precio no incluye la tala de árboles ni el transporte de los materiales retirados.	2,16
1.2 Excavaciones		
1.2.1	m ³ Excavación de zanjas para cimentaciones hasta una profundidad de 2 m, en cualquier tipo de terreno, con medios mecánicos, y carga a camión. El precio no incluye el transporte de los materiales excavados.	25,84
1.3 Nivelación		
1.3.1	m ² Solera de hormigón armado de 20 cm de espesor, realizada con hormigón HA-25/F/20/XC2 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.	29,54
1.3.2	m ³ Base de pavimento realizada mediante relleno a cielo abierto, con arena de 0 a 5 mm de diámetro, y compactación en tongadas sucesivas de 30 cm de espesor máximo con bandeja vibrante de guiado manual, hasta alcanzar una densidad seca no inferior al 90% de la máxima obtenida en el ensayo Proctor Modificado, realizado según UNE 103501.	20,01
1.3.3	m ² Capa de 5 cm de espesor de mezcla bituminosa continua en caliente AC16 surf D, para capa de rodadura, de composición densa, con árido granítico de 16 mm de tamaño máximo y betún asfáltico de penetración.	6,70
1.3.4	m ³ Relleno para la mejora de las propiedades resistentes del terreno de apoyo de la cimentación superficial proyectada, con zahorra artificial caliza, y compactación en tongadas sucesivas de 30 cm de espesor máximo con compactador tándem autopropulsado, hasta alcanzar una densidad seca no inferior al 90% de la máxima obtenida en el ensayo Proctor Modificado, realizado según UNE 103501.	27,91

- 1.3.5 M² Esmalte de dos componentes a base de resinas epoxídicas combinadas con poliamidas, color blanco, acabado brillante, aplicado en dos manos (rendimiento: 0,1667 l/m² cada mano), sobre superficies interiores de hormigón o de mortero autonivelante.

10,90

2 Cimentaciones

2.1 Regularización

- 2.1.1 m² Capa de hormigón de limpieza y nivelado de fondos de cimentación, de 10 cm de espesor, de hormigón HL-150/F/20, fabricado en central y vertido desde camión, en el fondo de la excavación previamente realizada.

Incluye: Replanteo. Colocación de toques y/o formación de maestras. Vertido y compactación del hormigón. Coronación y enrase del hormigón. Criterio de medición de proyecto: Superficie medida sobre la superficie teórica de la excavación, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá la superficie teórica ejecutada según especificaciones de Proyecto, sin incluir los incrementos por excesos de excavación no autorizados.

8,17

2.2 Superficiales

- 2.2.1 m² Montaje de sistema de encofrado recuperable metálico, para zapata de cimentación, formado por paneles metálicos, amortizables en 200 usos, y posterior desmontaje del sistema de encofrado. Incluso elementos de sustentación, fijación y acodalamientos necesarios para su estabilidad y líquido desencofrante, para evitar la adherencia del hormigón al encofrado.

Incluye: Limpieza y preparación del plano de apoyo. Replanteo. Aplicación del líquido desencofrante. Montaje del sistema de encofrado. Colocación de elementos de sustentación, fijación y acodalamiento. Aplomado y nivelación del encofrado. Desmontaje del sistema de encofrado. Limpieza y almacenamiento del encofrado. Criterio de medición de proyecto: Superficie de encofrado en contacto con el hormigón, medida según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá la superficie de encofrado en contacto con el hormigón realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.

18,87

- 2.2.2 m³ Zapata de cimentación de hormigón armado, realizada con hormigón HA-25/F/20/XC2 fabricado en central, y vertido con cubilote, y acero, UNE-EN 10080 B 500 S, con una cuantía aproximada de 43,7 kg/m³. Incluso armaduras de espera del pilar, alambre de atar y separadores.

Criterio de valoración económica: El precio incluye la elaboración de la ferralla (corte, doblado y conformado de elementos) en taller industrial y el montaje en el lugar definitivo de su colocación en obra, pero no incluye el encofrado. Incluye: Replanteo y trazado de las zapatas y de los pilares u otros elementos estructurales que apoyen en las mismas. Colocación de separadores y fijación de las armaduras. Vertido y compactación del hormigón. Coronación y enrase de cimientos. Curado del hormigón. Criterio de medición de proyecto: Volumen medido sobre las secciones teóricas de la excavación, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el volumen teórico ejecutado según especificaciones de Proyecto, sin incluir los incrementos por excesos de excavación no autorizados.

183,60

2.3 Arriostramientos

- 2.3.1 m² Montaje de sistema de encofrado recuperable metálico, para viga de atado, formado por paneles metálicos, amortizables en 200 usos, y posterior desmontaje del sistema de encofrado. Incluso elementos de sustentación, fijación y acodamientos necesarios para su estabilidad y líquido desencofrante, para evitar la adherencia del hormigón al encofrado.

Incluye: Limpieza y preparación del plano de apoyo. Replanteo. Aplicación del líquido desencofrante. Montaje del sistema de encofrado. Colocación de elementos de sustentación, fijación y acodamiento. Aplomado y nivelación del encofrado. Desmontaje del sistema de encofrado. Limpieza y almacenamiento del encofrado. Criterio de medición de proyecto: Superficie de encofrado en contacto con el hormigón, medida según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá la superficie de encofrado en contacto con el hormigón realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.

20,11

- 2.3.2 m³ Viga de atado de hormigón armado, realizada con hormigón HA-25/F/20/XC2 fabricado en central, y vertido con cubilote, y acero, UNE-EN 10080 B 500 S, con una cuantía aproximada de 63 kg/m³. Incluso alambre de atar y separadores.

Criterio de valoración económica: El precio incluye la elaboración de la ferralla (corte, doblado y conformado de elementos) en taller industrial y el montaje en el lugar definitivo de su colocación en obra, pero no incluye el encofrado. Incluye: Colocación de la armadura con separadores homologados. Vertido y compactación del hormigón. Coronación y enrase. Curado del hormigón. Criterio de medición de proyecto: Volumen medido sobre las secciones teóricas de la excavación, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el volumen teórico ejecutado según especificaciones de Proyecto, sin incluir los incrementos por excesos de excavación no autorizados.

217,07

3 Estructuras

3.1 Acero

- 3.1.1 kg Acero UNE-EN 10025 S235JR, en estructura metálica con piezas simples de perfiles conformados en frío de la serie #, colocado con uniones soldadas en obra.

Criterio de valoración económica: El precio incluye las soldaduras, los cortes, los despuntes, las piezas especiales, las placas de arranque y de transición de pilar inferior a superior, los casquillos y los elementos auxiliares de montaje, pero no incluye las placas de anclaje de los pilares a la cimentación. Incluye: Limpieza y preparación del plano de apoyo. Replanteo y marcado de los ejes. Colocación y fijación provisional de las piezas. Aplomado y nivelación. Ejecución de las uniones soldadas. Criterio de medición de proyecto: Peso nominal medido según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se determinará, a partir del peso obtenido en báscula oficial de las unidades llegadas a obra, el peso de las unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

3,00

- 3.1.2 kg Acero UNE-EN 10025 S275JR, en estructura metálica con piezas simples de perfiles laminados en caliente de la serie IPE, colocado con uniones soldadas en obra.

Criterio de valoración económica: El precio incluye las soldaduras, los cortes, los despuntes, las piezas especiales, las placas de arranque y de transición de pilar inferior a superior, los casquillos y los elementos auxiliares de montaje, pero no incluye las placas de anclaje de los pilares a la cimentación. Incluye: Limpieza y preparación del plano de apoyo. Replanteo y marcado de los ejes. Colocación y fijación provisional de las piezas. Aplomado y nivelación. Ejecución de las uniones soldadas. Criterio de medición de proyecto: Peso nominal medido según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se determinará, a partir del peso obtenido en báscula oficial de las unidades llegadas a obra, el peso de las unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

2,59

- 3.1.3 kg Acero UNE-EN 10025 S275JR, en estructura metálica con piezas simples de perfiles laminados en caliente de la serie L, colocado con uniones soldadas en obra.

Criterio de valoración económica: El precio incluye las soldaduras, los cortes, los despuntes, las piezas especiales, las placas de arranque y de transición de pilar inferior a superior, los casquillos y los elementos auxiliares de montaje, pero no incluye las placas de anclaje de los pilares a la cimentación. Incluye: Limpieza y preparación del plano de apoyo. Replanteo y marcado de los ejes. Colocación y fijación provisional de las piezas. Aplomado y nivelación. Ejecución de las uniones soldadas. Criterio de medición de proyecto: Peso nominal medido según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se determinará, a partir del peso obtenido en báscula oficial de las unidades llegadas a obra, el peso de las unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

2,59

- 3.1.4 Ud Placa de anclaje de acero UNE-EN 10025 S275JR en perfil plano, con rigidizadores y taladro central biselado, de 400x650 mm y espesor 30 mm, con 8 pernos soldados de acero corrugado UNE-EN 10080 B 500 S de 25 mm de diámetro y 111,781 cm de longitud total.

Criterio de valoración económica: El precio incluye los cortes, los despuntes, la preparación de bordes, las pletinas, las piezas especiales y los elementos auxiliares de montaje. Incluye: Limpieza y preparación del plano de apoyo. Replanteo y marcado de los ejes. Colocación y fijación provisional de la placa. Aplomado y nivelación. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

303,52

- 3.1.5 Ud Placa de anclaje de acero UNE-EN 10025 S275JR en perfil plano, con rigidizadores y taladro central biselado, de 500x850 mm y espesor 30 mm, con 6 pernos soldados de acero corrugado UNE-EN 10080 B 500 S de 32 mm de diámetro y 114,28 cm de longitud total.

Criterio de valoración económica: El precio incluye los cortes, los despuntes, la preparación de bordes, las pletinas, las piezas especiales y los elementos auxiliares de montaje. Incluye: Limpieza y preparación del plano de apoyo. Replanteo y marcado de los ejes. Colocación y fijación provisional de la placa. Aplomado y nivelación. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

448,90

- 3.1.6 kg Acero UNE-EN 10162 S235JRC, en correas metálicas formadas por piezas simples de perfiles conformados en frío de las series omega, L, U, C o Z, acabado galvanizado, fijadas a las cerchas con uniones soldadas en obra.

Criterio de valoración económica: El precio incluye las soldaduras, los cortes, los despuntes, las piezas especiales, los casquillos y los elementos auxiliares de montaje, pero no incluye la chapa o panel que actuará como cubierta.

3,44

4 Cerramientos

4.1 Metálicos

- 4.1.1 m² Cubierta inclinada de paneles sándwich aislantes de acero, de 30 mm de espesor y 1000 mm de ancho, alma aislante de poliuretano, con una pendiente mayor del 10%.

26,53

- 4.1.2 m² Fachada de paneles sándwich aislantes, de 40 mm de espesor y 1100 mm de anchura, formados por doble cara metálica de chapa nervada de acero galvanizado, de espesor exterior 0,5 mm y espesor interior 0,5 mm y alma aislante de poliuretano de 40 kg/m³ de densidad media, colocados en posición vertical y fijados mecánicamente con sistema de fijación oculta a una estructura portante o auxiliar. Incluso accesorios de fijación de los paneles y cinta flexible de butilo, adhesiva por ambas caras, para el sellado de estanqueidad de los solapes entre paneles sándwich. El precio no incluye la estructura soporte ni la resolución de puntos singulares.

58,22

4.2 Lucernarios

- 4.2.1 m² Placa de policarbonato natural de 30 mm de espesor para instalación en cubierta y hasta 12 m de longitud para unión con paneles sándwich de cubierta sin filtraciones.

36,13

5 Carpintería, cerrajería y ventilación

5.1 Puertas

- 5.1.1 Ud Puerta seccional industrial, de 5x5 m, formada por panel sándwich, de 40 mm de espesor, de doble chapa de acero cincado con núcleo aislante de espuma de poliuretano, acabado lacado de color RAL 9016 en la cara exterior y de color RAL 9002 en la cara interior, con mirilla central de 610x180 mm, formada por marco de material sintético y acristalamiento de polimetilmetacrilato (PMMA).

4405,38

- 5.1.2 Ud Puerta de registro para instalaciones, de acero galvanizado de una hoja, 900x2000 mm, acabado lacado en color blanco, con rejillas de ventilación.

179,70

5.2 Ventilación

- 5.2.1 m² Rejilla de ventilación de lamas fijas de acero galvanizado, con plegadura sencilla en los bordes. Incluso soportes del mismo material, patillas de anclaje para recibido en obra de fábrica con mortero de cemento, industrial, M-5, sellado perimetral de juntas por medio de un cordón de silicona neutra, accesorios y remates.

111,51

- 5.2.2 Ud Aireador lineal estático, de chapa de acero galvanizado, de 4000 mm de longitud, 1285 mm de anchura, 920 mm de altura y 0,6 mm de espesor, con soporte metálico adaptable a la pendiente de la cubierta, para cubierta inclinada, con una pendiente mayor del 10%. Incluso accesorios de fijación a las chapas.

165,38

5.3 Ventanas

- 5.3.1 Ud Ventana de aluminio, de dos hojas practicables, con apertura hacia el interior, dimensiones 1500x1045 mm, acabado lacado color blanco, compuesta de hoja de 88 mm y marco de 80 mm, junquillos, galce, juntas de estanqueidad de EPDM, manilla estándar y herrajes, según UNE-EN 14351-1; transmitancia térmica del marco: $U_{h,m}$ = desde 1,3 W/(m²K); espesor máximo del acristalamiento: 65 mm, con clasificación a la permeabilidad al aire clase 4, según UNE-EN 12207, clasificación a la estanqueidad al agua clase E1950, según UNE-EN 12208, y clasificación a la resistencia a la carga del viento clase C5, según UNE-EN 12210, sin premarco y sin persiana. Incluso patillas de anclaje para la fijación de la carpintería, silicona para sellado perimetral de la junta entre la carpintería exterior y el paramento. TSAC.

583,30

6 Urbanización interior de parcela

6.1 Vallado

- 6.1.1 m Vallado de parcela formado por muro continuo, de 1 m de altura y de 12 cm de espesor de fábrica de bloque CV de hormigón, liso hidrófugo, color blanco, 40x20x12 cm, resistencia normalizada R10 (10 N/mm²), con juntas horizontales y verticales de 10 mm de espesor, junta rehundida, recibida con mortero de cemento industrial, color gris, M-5, suministrado a granel. El precio no incluye el revestimiento

34,22

- 6.1.2 m Vallado de parcela formado por paneles de malla electrosoldada con pliegues de refuerzo, de 200x50 mm de paso de malla, reducido a 50x50 mm en las zonas de pliegue, y 5 mm de diámetro, de 2,50x1,00 m, acabado galvanizado y postes de perfil hueco de sección rectangular, de 60x40x2 mm, fijados con tornillos sobre muros de fábrica u hormigón. Incluso bases para el atornillado directo de postes y accesorios para la fijación de los paneles de malla electrosoldada modular a los postes metálicos. El precio no incluye el muro.

59,79

7 Resumen de instalaciones

7.1 Recogida de aguas pluviales

- 7.1.1 m Canalón rectangular de acero galvanizado, de desarrollo 500 mm.

36,18

- 7.1.2 m Bajante exterior de la red de evacuación de aguas pluviales, formada por tubo de PVC, serie B, de 160 mm de diámetro y 3,2 mm de espesor; unión pegada con adhesivo. Incluso líquido limpiador, adhesivo para tubos y accesorios de PVC, material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales.

16,23

- 7.1.3 m Colector enterrado de red horizontal de saneamiento, con arquetas, con una pendiente mínima del 2%, para la evacuación de aguas residuales y/o pluviales, formado por tubo de PVC liso, serie SN-4, rigidez anular nominal 4 kN/m², de 200 mm de diámetro exterior, pegado mediante adhesivo, colocado sobre lecho de arena de 10 cm de espesor, debidamente compactada y nivelada con pisón vibrante de guiado manual, relleno lateral compactando hasta los riñones y posterior relleno con la misma arena hasta 30 cm por encima de la generatriz superior de la tubería. Incluso líquido limpiador y adhesivo para tubos y accesorios de PVC. El precio no incluye las arquetas, la excavación ni el relleno principal.

30,21

7.1.4 m Colector enterrado de red horizontal de saneamiento, con arquetas, con una pendiente mínima del 2%, para la evacuación de aguas residuales y/o pluviales, formado por tubo de PVC liso, serie SN-4, rigidez anular nominal 4 kN/m², de 250 mm de diámetro exterior, pegado mediante adhesivo, colocado sobre lecho de arena de 10 cm de espesor, debidamente compactada y nivelada con pisón vibrante de guiado manual, relleno lateral compactando hasta los riñones y posterior relleno con la misma arena hasta 30 cm por encima de la generatriz superior de la tubería. Incluso líquido limpiador y adhesivo para tubos y accesorios de PVC. El precio no incluye las arquetas, la excavación ni el relleno principal.

40,23

7.1.5 m Colector enterrado de red horizontal de saneamiento, con arquetas, con una pendiente mínima del 2%, para la evacuación de aguas residuales y/o pluviales, formado por tubo de PVC liso, serie SN-4, rigidez anular nominal 4 kN/m², de 315 mm de diámetro exterior, pegado mediante adhesivo, colocado sobre lecho de arena de 10 cm de espesor, debidamente compactada y nivelada con pisón vibrante de guiado manual, relleno lateral compactando hasta los riñones y posterior relleno con la misma arena hasta 30 cm por encima de la generatriz superior de la tubería. Incluso líquido limpiador y adhesivo para tubos y accesorios de PVC. El precio no incluye las arquetas, la excavación ni el relleno principal.

54,61

7.1.6 Ud Arqueta a pie de bajante/de paso, registrable, enterrada, construida con fábrica de ladrillo cerámico macizo, de 1/2 pie de espesor, recibido con mortero de cemento, industrial, M-5, de dimensiones interiores 60x60x50 cm, sobre solera de hormigón en masa HM-30/B/20/X0+XA2 de 15 cm de espesor, formación de pendiente mínima del 2%, con el mismo tipo de hormigón, enfoscada y bruñida interiormente con mortero de cemento, industrial, con aditivo hidrófugo, M-15 formando aristas y esquinas a media caña, con codo de PVC de 45° colocado en dado de hormigón, para evitar el golpe de bajada en la pendiente de la solera, cerrada superiormente con tapa prefabricada de hormigón armado con cierre hermético al paso de los olores mefíticos. Incluso mortero para sellado de juntas. El precio no incluye la excavación ni el relleno del trasdós.

187,56

7.1.7 Ud Arqueta de paso, no registrable, enterrada, construida con fábrica de ladrillo cerámico macizo, de 1/2 pie de espesor, recibido con mortero de cemento, industrial, M-5, de dimensiones interiores 70x80x50 cm, sobre solera de hormigón en masa HM-30/B/20/X0+XA2 de 15 cm de espesor, formación de pendiente mínima del 2%, con el mismo tipo de hormigón, enfoscada y bruñida interiormente con mortero de cemento, industrial, con aditivo hidrófugo, M-15 formando aristas y esquinas a media caña, cerrada superiormente con tablero cerámico hueco machihembrado y losa de hormigón HA-30/B/20/XC4+XA2, armada con malla electrosoldada y sellada herméticamente con mortero de cemento; previa excavación con medios mecánicos y posterior relleno del trasdós con material granular. Incluso mortero para sellado de juntas y piezas de PVC cortadas longitudinalmente para formación del canal en el fondo de la arqueta.

244,59

7.2 Protección contra incendios

7.2.1 Ud 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.

44,57

7.2.2 Ud Extintor portátil de polvo químico ABC polivalente antibrasa, con presión incorporada, de eficacia 34A-233B-C, con 9 kg de agente extintor, con manómetro y manguera con boquilla difusora. Incluso soporte y accesorios de montaje.

56,09

7.2.3 Ud 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.

282,53

7.2.4 Ud Pulsador de alarma analógico direccionable de rearme manual con aislador de cortocircuito, de ABS color rojo, con led de activación e indicador de alarma. Incluso elementos de fijación.

56,09

7.2.5 Ud Exutorio de lamas de alto aislamiento para admisión y evacuación de humos en SCTEH de 2480x1800 mm de la marca Eura Excellent. Fabricado con aluminio duro resistente al agua de mar y anticorrosivo. Accionamiento mediante cables o aire comprimido.

497,78

7.3 Iluminación artificial

7.3.1 Ud Luminaria modelo 3F CUB LED 100W CR VS del fabricante 3F Filippi. 13762 lúmenes de iluminación y 110 W de potencia de conexión.

442,81

7.3.2 Ud Luminaria modelo STRAM PRISMATIC 1 4000K del fabricante Arkoslight. 1650 lúmenes de iluminación y 10,5 W de potencia de conexión. Downlight de empotramiento, con un bisel de marcada presencia y acabado texturado, para funciones de iluminación general con luz difusa.

85,71

7.3.3 Ud Luminaria modelo QUAD 3 4000 K Z del fabricante Arkoslight. 3050 lúmenes de iluminación y 22 W de potencia de conexión.

109,17

7.3.4 Ud Luminaria modelo MIX MINI 2 IP54 DIM PUSH 3000 K W del fabricante Arkoslight. 1050 lúmenes de iluminación y 7 W de potencia de conexión.

105,24

7.3.5 Ud Luminaria modelo DROP IP54 4000K WT del fabricante Arkoslight. 4100 lúmenes de iluminación y 27 W de potencia de conexión.

124,47

7.4 Climatización

7.4.1 Ud Unidad de Tratamiento de Aire del fabricante MundoClima conformada por una batería de frío-calor 5+2R modelo CL07031, un módulo de mezcla modelo CL07108, un humidificador modelo CL07154, filtro en impulsión F7 modelo CL07274, ventilador de impulsión de palas de acción de 5000 m³/h modelo CL07574 y ventilador de retorno de palas de acción modelo CL07424.

8236

7.4.2 m² Aislamiento termoacústico exterior para conducto metálico circular de climatización, realizado con manta de lana de vidrio, según UNE-EN 13162, recubierto por una de sus caras con papel kraft-aluminio que actúa como barrera de vapor, de 55 mm de espesor.

6,90

7.4.3 m² Conducto de chapa galvanizada de 0,6 mm de espesor y juntas transversales con vaina deslizante tipo bayoneta. Incluso accesorios de montaje y elementos de fijación.

26,33

2. MEDICIONES Y PRESUPUESTO

Capítulo nº 1 Acondicionamiento del terreno

Nº	Ud	Descripción	Medición		Precio	Importe	
1.1.1	M²	Desbroce y limpieza del terreno.					
			Largo	Ancho		Parcial	Subtotal
		<i>Superficie de parcela</i>	120,000	100,000		12000,000	12000,000
		Total m² :	12000,000		2,16 €		25.920,00 €
1.2.1	M³	Excavaciones para cimentaciones.					
			Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		<i>Zapata de fachada</i>	10	3,500	3,500	0,900	110,250
		<i>Zapata lateral</i>	28	2,600	5,000	0,900	327,600
		<i>C.1.1 [Zapata lateral-Zapata lateral]</i>	26	2,950	0,400	0,400	12,272
		<i>C.1.1 [Zapata de fachada-Zapata de fachada]</i>	8	4,000	0,400	0,400	5,120
							455,242
		Total m³ :	455,242		25,84 €		11.763,45 €
1.3.1	M²	Solera de hormigón armado interior sin base.					
			Largo	Ancho		Parcial	Subtotal
		<i>Superficie de nave</i>	90,000	30,000		2700,000	2700,000
		Total m² :	2700,000		29,54 €		79.758,00 €
1.3.2	M³	Base de solera de arena.					
			Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		<i>Volumen de base</i>	90,000	30,000	0,150	405,000	405,000
		Total m³ :	405,000		20,01 €		8.104,05 €
1.3.3	M²	Pavimento exterior de mezcla bituminosa.					
			Med			Parcial	Subtotal

				9300,000	9300,000	9300,000	
				Total m² :	9300,000	6,70 €	62.310,00 €
1.3.4	M³	Base de zahorra exterior.					
				Sup	Espesor	Parcial	Subtotal
				9300,000	0,200	1860,000	1860,000
				Total m² :	1860,000	27,91 €	51.912,60 €
1.3.5	M²	Revestimiento de pavimento interior.					
				Largo	Ancho	Parcial	Subtotal
				90,000	30,000	2700,000	2700,000
				Total m² :	2700,00	10,90 €	29.430,00 €
Parcial nº 1 Acondicionamiento del terreno:						266.888,10 €	

Capítulo nº 2 Cimentaciones

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe	
2.1.1	M²	Capa de hormigón de limpieza.				
			Uds.	Med	Parcial	Subtotal
		<i>Zapata de fachada</i>	10	12,250	122,500	
		<i>Zapata lateral</i>	28	13,000	364,000	
		<i>C.1.1 [Zapata lateral-Zapata lateral]</i>	26	1,360	35,360	
		<i>C.1.1 [Zapata de fachada-Zapata de fachada]</i>	8	1,600	12,800	
		<i>C.1.1 [Zapata lateral-Zapata de fachada]</i>	4	1,180	4,720	
						539,380
			Total m² :	539,380	8,17 €	4.406,73 €
2.2.1	M²	Sistema de encofrado para zapata de cimentación.				
			Uds.	Med	Parcial	Subtotal
		<i>Zapata de fachada</i>	10	12,280	122,800	

<i>Zapata lateral</i>	28	13,360		374,080	
					496,880
	Total m² :	496,880	18,87 €		9.376,13 €

2.2.2 M³ Zapata de cimentación de hormigón armado.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
<i>Zapata de fachada</i>	10	3,500	3,500	0,900	110,250	
<i>Zapata lateral</i>	28	2,600	5,000	0,900	327,600	
						437,850
	Total m³ :	437,850		183,60 €		80.389,26 €

2.3.1 M² Sistema de encofrado para viga entre zapatas.

	Uds.	Med		Parcial	Subtotal
<i>C.1.1 [Zapata lateral-Zapata lateral]</i>	26	2,720		70,720	
<i>C.1.1 [Zapata de fachada-Zapata de fachada]</i>	8	3,200		25,600	
<i>C.1.1 [Zapata lateral-Zapata de fachada]</i>	4	2,360		9,440	
					105,760
	Total m² :	105,760	20,11 €		2.126,83 €

2.3.2 M³ Viga entre zapatas.

	Uds.	Med		Parcial	Subtotal
<i>C.1.1 [Zapata lateral-Zapata lateral]</i>	26	0,540		14,040	
<i>C.1.1 [Zapata de fachada-Zapata de fachada]</i>	8	0,640		5,120	
<i>C.1.1 [Zapata lateral-Zapata de fachada]</i>	4	0,470		1,880	
					21,040
	Total m³ :	21,040	217,07 €		4.567,15 €

Parcial nº 2 Cimentaciones: 100.866,10 €

Capítulo nº 3 Estructuras

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe	
3.1.1	Kg	Acero en estructura metálica.				
			Uds	Med	Parcial	Subtotal
		<i>Perfil tubular cuadrado 135.4</i>	8	120,920	967,360	
		<i>Perfil tubular cuadrado 100.4</i>	28	70,360	1.970,080	
					2.937,440	2.937,440
			Total kg :	2.937,440	3,00 €	8.812,32 €
3.1.2	Kg	Acero en estructura metálica.				
			Uds	Med	Parcial	Subtotal
		<i>IPE 450 (Pilar interior)</i>	28	844,030	23.632,840	
		<i>IPE 450 (Jácena interior)</i>	28	1.596,570	44.703,960	
		<i>IPE 450 (Pilar de esquina)</i>	4	620,460	2.481,840	
		<i>IPE 300 (Jácena de fachada)</i>	4	639,100	2.556,400	
		<i>IPE 450 (Pilar de fachada)</i>	4	698,020	2.792,080	
		<i>IPE 450 (Pilar central de fachada)</i>	2	775,580	1.551,160	
		<i>IPE 220</i>	44	157,310	6.921,640	
						84.639,920
			Total kg :	84.639,920	2,59 €	219.217,39 €
3.1.3	Kg	Acero en estructura metálica.				
			Uds.	Med	Parcial	Subtotal
		<i>L 90x90x5</i>	8	66,430	531,440	
		<i>L 80x80x5</i>	16	51,830	829,280	
		<i>L 80x80x5</i>	8	48,390	387,120	
		<i>L 60x60x4</i>	16	25,630	410,080	

L 100x100x6	32	89,450	2.862,400	
				5.020,320
		Total kg :	5.020,320	2,59 €
				13.002,63 €

3.1.4 Ud Placa de anclaje de acero.

	Uds		Parcial	Subtotal
<i>Ancho X: 400 mm, Ancho Y: 650 mm y Espesor: 30 mm</i>	10		10,000	10,000
		Total Ud :	10,000	303,52 €
				3.035,20 €

3.1.5 Ud Placa de anclaje de acero.

	Uds		Parcial	Subtotal
<i>Ancho X: 500 mm, Ancho Y: 850 mm y Espesor: 30 mm</i>	28		28,000	28,000
		Total Ud :	28,000	448,90 €
				12.569,20 €

3.1.6 kg Correas metálicas.

	Uds.	Largo	Área	Parcial	Subtotal
<i>Cubierta</i>	16	90,000	0,00172	1215,180	
<i>Fachadas laterales</i>	10	90,000	0,00164	1158,660	
					2373,84
		Total kg :	2373,84	3,44 €	8.166,01 €

Parcial nº 3 Estructuras: 264.802,75 €

Capítulo nº 4 Cerramientos

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
4.1.1	M²	Paneles de cubierta.			
			Largo	Ancho	Parcial
					Subtotal
		<i>Superficie total</i>	164	15,132	2481,770
					2481,770

		Total m² :	2481,770	26,53 €	65.841,37 €
4.1.2	M²	Paneles de fachada.			
		Med		Parcial	Subtotal
<i>Superficie total</i>		1315,000		1315,000	1315,000
		Total m² :	1315,000	58,22 €	76.559,3 €
4.2.1	M²	Lucernarios de cubierta.			
		Largo	Ancho	Parcial	Subtotal
<i>Superficie total</i>		16,00	15,132	242,112	242,112
		Total m² :	242,112	36,13 €	8.747,51 €
		Parcial nº 4 Cerramientos:			151.148.18 €

Capítulo nº 5 Carpintería, cerrajería y ventilación

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe	
5.1.1	Ud	Puerta industrial.				
		Uds.		Parcial	Subtotal	
<i>Unidades</i>		5		5	5	
		Total Ud :	5	4405,38 €	22.026,90€	
5.1.2	Ud	Puerta de personal.				
		Uds.		Parcial	Subtotal	
<i>Unidades</i>		4		4	4	
		Total Ud :	4	179,70 €	718,80 €	
5.2.1	M²	Rejillas de entrada de aire.				
		Uds.	Largo	Ancho	Parcial	Subtotal
<i>Superficie en fachada</i>		22	2,000	2,000	88,000	88,000
		Total m² :	88,000	111,51 €	9.812.88 €	
5.2.2	Ud	Aireadores estáticos.				

		Uds.		Parcial	Subtotal
	<i>Unidades</i>	16		16,000	16,000
		Total m² :	16,000	165,38 €	2.646,08 €
5.3.1	Ud	Ventanas de comedor.			
		Uds.		Parcial	Subtotal
	<i>Unidades</i>	3		3,000	3,000
		Total Ud :	3,000	583,3 €	1.749,90 €
				Parcial nº 5 Carpintería, cerrajería y ventilación:	36.954.56 €

Capítulo nº 6 Urbanización interior de parcela

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
6.1.1	Kg	Vallado de parcela (muro).			
			Med	Parcial	Subtotal
		<i>Perímetro vallado</i>	340,000	340,000	340,000
		Total kg :	340,000	34,20 €	11.634.80 €
6.1.2	Kg	Vallado de parcela (valla).			
			Med	Parcial	Subtotal
		<i>Perímetro vallado</i>	340,000	340,000	340,000
		Total kg :	340,000	59,79 €	20.328,60 €
				Parcial nº 6 Urbanización interior de parcela :	31.963,40 €

Capítulo nº 7 Resumen de instalaciones

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
7.1.1	M	Canalones.			
			Uds.	Largo	Parcial
					Subtotal

	Tramos	16	8,00		180,000	180,000
			Total m :	180,000	36,18 €	6.512,40 €
7.1.2	M	Bajantes.				
		Uds.	Largo		Parcial	Subtotal
	<i>BAP1-8</i>	8	8,000		64,000	64,000
			Total m :	64,000	16,23 €	1.038,72 €
7.1.3	M	Colectores enterrados de Ø200mm.				
		Uds.	Largo		Parcial	Subtotal
	<i>CAP1-9,CM1-3</i>	12	11,250		135,000	135,000
			Total m :	135,000	30,21 €	4.078,35 €
7.1.4	M	Colectores enterrados de Ø250mm.				
		Uds.	Largo		Parcial	Subtotal
	<i>CAP10-11,CM4-5</i>	4	15,000		60,000	60,000
			Total m :	60,000	40,23 €	2.413,80 €
7.1.5	M	Colectores enterrados de Ø315mm.				
		Uds.	Largo		Parcial	Subtotal
	<i>CM6</i>	1	15,000		15,000	15,000
			Total m :	15,000	54,61 €	819,15 €
7.1.6	Ud	Arquetas de 60x60x50 cm.				
		Uds.			Parcial	Subtotal
	<i>De bajante</i>	8			8,000	
	<i>De paso</i>	6			6.000	
						14.000
			Total Ud :	14,000	187,56 €	2.625,84 €
7.1.6	Ud	Arquetas de 70x80x50 cm.				

		Uds.		Parcial	Subtotal
<i>Total</i>		3		3,000	3,000
			Total Ud :	3,00	244,59 €
7.2.1	Ud	Extintores de polvo 21 A.			
		Uds.		Parcial	Subtotal
<i>Total</i>		8		8,000	8,000
			Total Ud :	8,000	44,57 €
7.2.2	Ud	Extintores de polvo 34 A.			
		Uds.		Parcial	Subtotal
<i>Total</i>		3		3,000	3,000
			Total Ud :	3,000	56,09 €
7.2.3	Ud	BIEs de 45 mm.			
		Uds.		Parcial	Subtotal
<i>Total</i>		3		3,000	3,000
			Total Ud :	3,000	282,53 €
7.2.4	Ud	Pulsador de alarma.			
		Uds.		Parcial	Subtotal
<i>Total</i>		2		2,000	2,000
			Total Ud :	2,000	56,09 €
7.2.5	Ud	Exutorios SCTEH.			
		Uds.		Parcial	Subtotal
<i>Admisión</i>		5		5,000	
<i>Evacuación</i>		7		7,000	
					12,000
			Total Ud :	12,000	497,78 €
					5.973,36 €

7.3.1 Ud 3F CUB LED 100W CR VS.

	Uds.	Parcial	Subtotal
<i>Total</i>	39	39,000	39,000
Total Ud :	39,000	442,81 €	17.269,59 €

7.3.2 Ud STRAM PRISMATIC 1 4000K.

	Uds.	Parcial	Subtotal
<i>Total</i>	12	12,000	12,000
Total Ud :	12,000	85,71 €	1.028,52 €

7.3.3 Ud QUAD 3 4000 K Z.

	Uds.	Parcial	Subtotal
<i>Total</i>	13	13,000	13,000
Total Ud :	13,000	109,17 €	1.419,21 €

7.3.4 Ud MIX MINI 2 IP54 DIM PUSH 3000 K W.

	Uds.	Parcial	Subtotal
<i>Total</i>	12	12,000	12,000
Total Ud :	12,000	105,24 €	1.262,88 €

7.3.5 Ud DROP IP54 4000K WT.

	Uds.	Parcial	Subtotal
<i>Total</i>	26	26,000	26,000
Total Ud :	26,000	124,47 €	3.236,22 €

7.4.1 Ud Unidad de Tratamiento de Aire.

	Uds.	Parcial	Subtotal
<i>UTA</i>	1	1,000	1,000
Total Ud :	1,000	8236 €	8.236,00€

7.4.2 M² Aislamiento de lana de vidrio

	Long.	Perímetro	Parcial	Subtotal
<i>Tramo 40x56</i>	3	1,920	5,760	
<i>Tramo 30x44</i>	7	1,480	10,360	
<i>Tramo 30x38</i>	21	1,360	28,560	
<i>Tramo 20x26</i>	14	0,920	12,880	
<i>Tramo 30x44</i>	8,5	1,480	12,580	
				70,14
Total m² :		70,140	6,90 €	483,97 €

7.4.3 M² Conductos de ventilación

	Long.	Perímetro	Parcial	Subtotal
<i>Tramo 40x56</i>	3	1,920	5,760	
<i>Tramo 30x44</i>	7	1,480	10,360	
<i>Tramo 30x38</i>	34	1,360	46,240	
<i>Tramo 20x26</i>	19	0,920	17,480	
<i>Tramo 30x44</i>	10	1,480	14,800	
<i>Tramo 20x26</i>	3	0,920	2,760	
<i>Tramo 20x26</i>	4	0,920	3,680	
<i>Tramo 20x40</i>	7	1,200	8,400	
<i>Tramo 20x26</i>	3	0,920	2,760	
<i>Tramo 20x26</i>	4	0,920	3,680	
				110,160
Total m² :		110,160	26,33 €	2.900,51 €

Parcial nº 7 Resumen de instalaciones: 61.516,89 €

Presupuesto de ejecución material

1 Acondicionamiento del terreno	266.888,10 €
2 Cimentaciones	100.866,10 €
3 Estructuras	264.802,75 €
4 Cerramientos	151.148,18 €
5 Carpintería, cerrajería y ventilación	36.954,56 €
6 Urbanización interior de la parcela	31.963,40 €
7 Resumen de instalaciones	61.516,89 €
	<hr/>
Total	914.139,98 €

Total NOVECIENTOS CATORCE MIL CIENTO TREINTA Y NUEVE EUROS CON NOVENTA Y OCHO CÉNTIMOS.

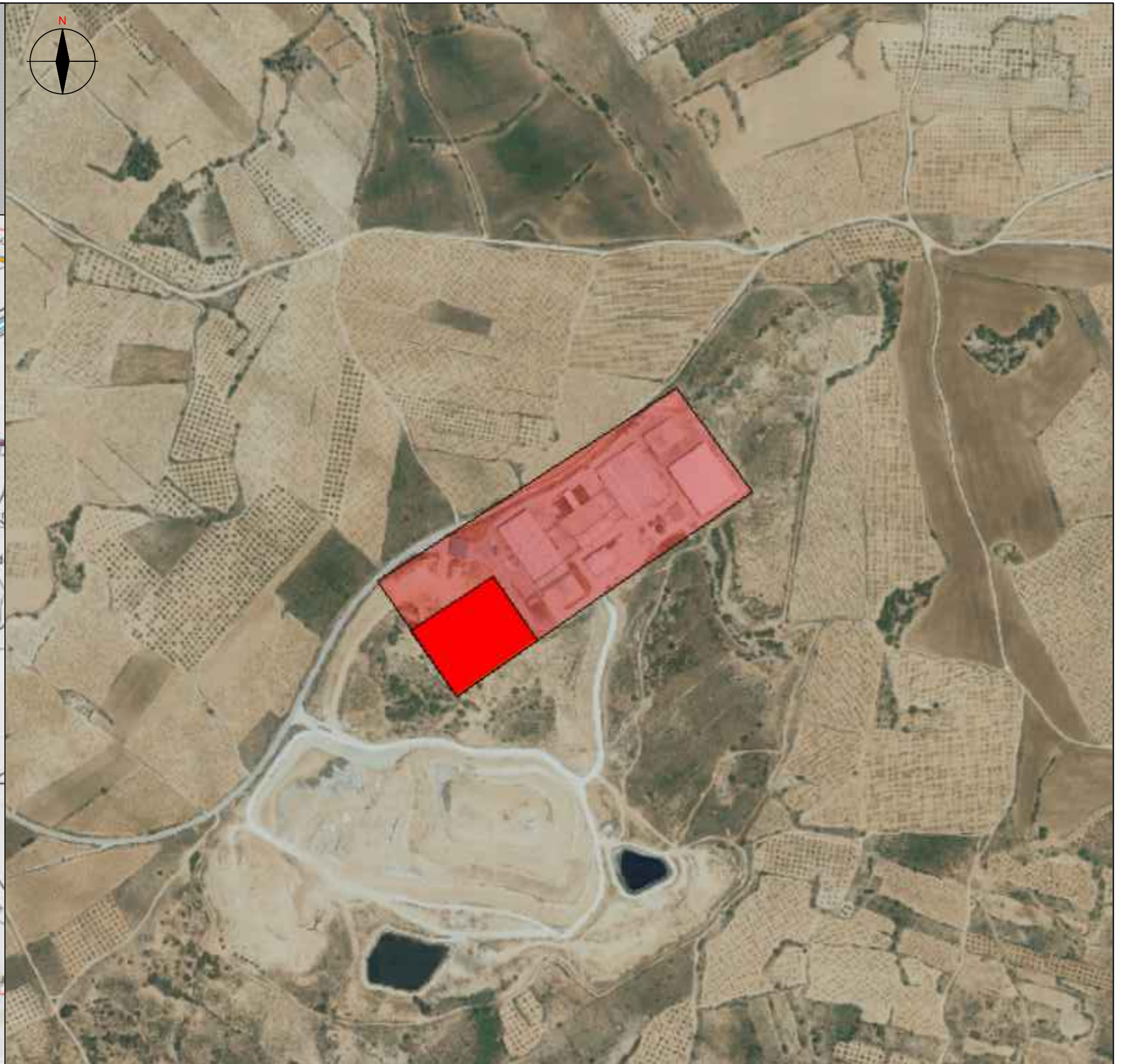
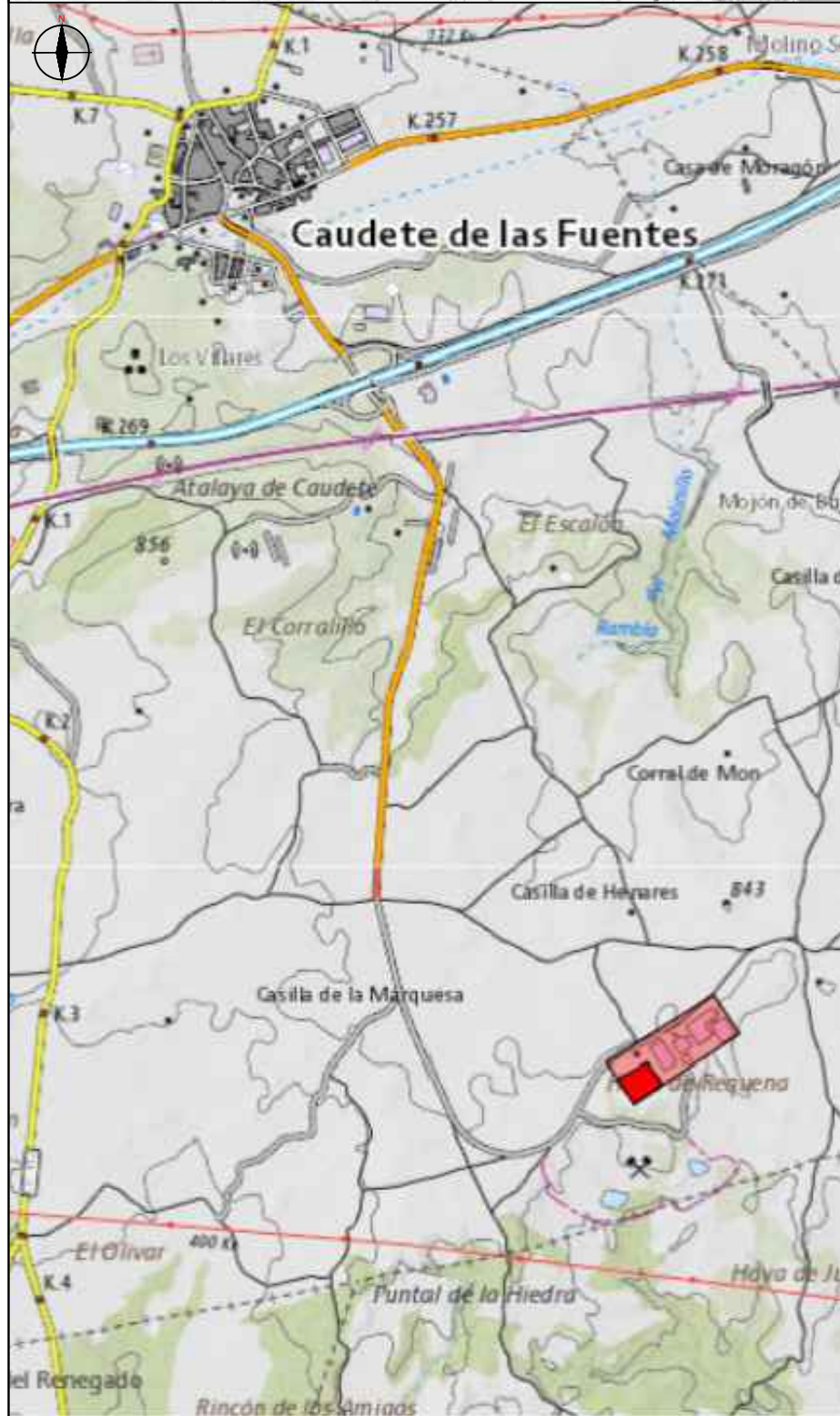
3. INDICADORES Y RESUMEN GENERAL DEL PRESUPUESTO

Capítulo	Importe (€)
1 Acondicionamiento del terreno	
1.1 Desbroce y limpieza	25.920,00
1.2 Excavaciones	11.763,45
1.3 Nivelación	231514,65
Total 1 Acondicionamiento del terreno:	266.888,10
2 Cimentaciones	
1.1 Regularización	4.406,73
1.2 Superficiales	89.765,39
1.3 Arriostramientos	6.693,98
Total 2 Cimentaciones:	100.866,10
3 Estructuras	
2.1 Acero	255.634,10
Total 3 Estructuras:	255.634,10
4 Cerramientos	
1.1 Metálicos	142.400,67
1.2 Lucernarios	8.747,51
Total 4 Cerramientos:	264.802,75
5 Carpintería, cerrajería y ventilación	
1.1 Puertas	22.745,70
1.2 Ventilación	12.458,96
1.3 Ventanas	1.749,90

	Total 5 Carpintería, cerrajería y ventilación:	36.954,56
<hr/>		
6 Urbanización interior de parcela		
<hr/>		
6.1 Vallado		31.963,40
	Total 6 Urbanización interior de parcela:	31.963,40
<hr/>		
7 Resumen de instalaciones		
7.1 Recogida de aguas pluviales		18.222,03
7.2 Protección contra incendios		7.457,96
7.3 Iluminación artificial		24.216,42
7.4 Climatización		11.620,48
	Total 7 Resumen de instalaciones:	61.516,89
<hr/>		
	Presupuesto de ejecución material (PEM)	914.139,98
13% de gastos generales		118.838,20
6% de beneficio industrial		54.848,40
	Presupuesto de ejecución por contrata (PEC = PEM + GG + BI)	1.087.826,58
21% IVA		228.443,581
	Presupuesto de ejecución por contrata con IVA (PEC = PEM + GG + BI + IVA)	1.316.270,16

Asciende el presupuesto de ejecución por contrata con IVA a la expresada cantidad de UN MILLÓN TRESCIENTOS DIECISÉIS MIL DOSCIENTOS SETENTA EUROS CON DIECISÉIS CÉNTIMOS.

PLANOS



TRABAJO FINAL DE MASTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL



Proyecto:
 Proyecto estructural de nave industrial de 2700 m2 destinada a selección de envases ligeros con capacidad de 5 t/h situada en la planta de tratamiento de RSU de Caudete de las Fuentes (Valencia). Diseño de instalaciones PCI, iluminación y climatización.

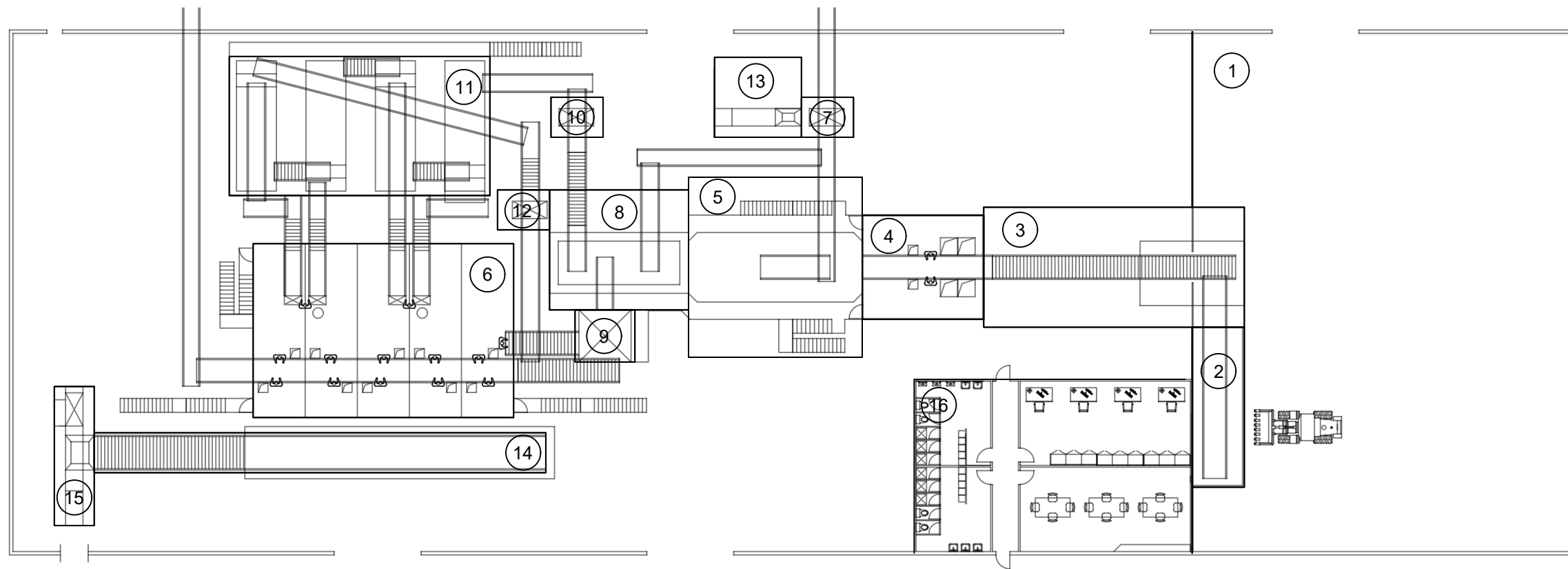
Plano: **Localización y emplazamiento**
 Autor: **Pablo Oleaga gutiérrez**

Fecha: **Junio 2022**
 Escala: **1:5000**

Nº Plano: **1**

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION



Leyenda	
1	Playa de descarga
2	Alimentador Horizontal
3	Alimentador principal
4	Triaje primario y abre Bolsas
5	Tromel
6	Triaje secundario y control de calidad
7	Sep. magnético 1
8	Sep. balístico
9	Aspirador de film
10	Sep. magnético 2
11	Sep. ópticos
12	Sep. inducción
13	Prensa de metal
14	Cinta a prensa
15	Prensa multimaterial
16	Zona de descanso

TRABAJO FINAL DE MASTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR INGENIERÍA INDUSTRIAL VALENCIA

Proyecto:
 Proyecto estructural de nave industrial de 2700 m2 destinada a selección de envases ligeros con capacidad de 5 t/h situada en la planta de tratamiento de RSU de Caudete de las Fuentes (Valencia). Diseño de instalaciones PCI, iluminación y climatización.

Plano:
 Distribución en planta

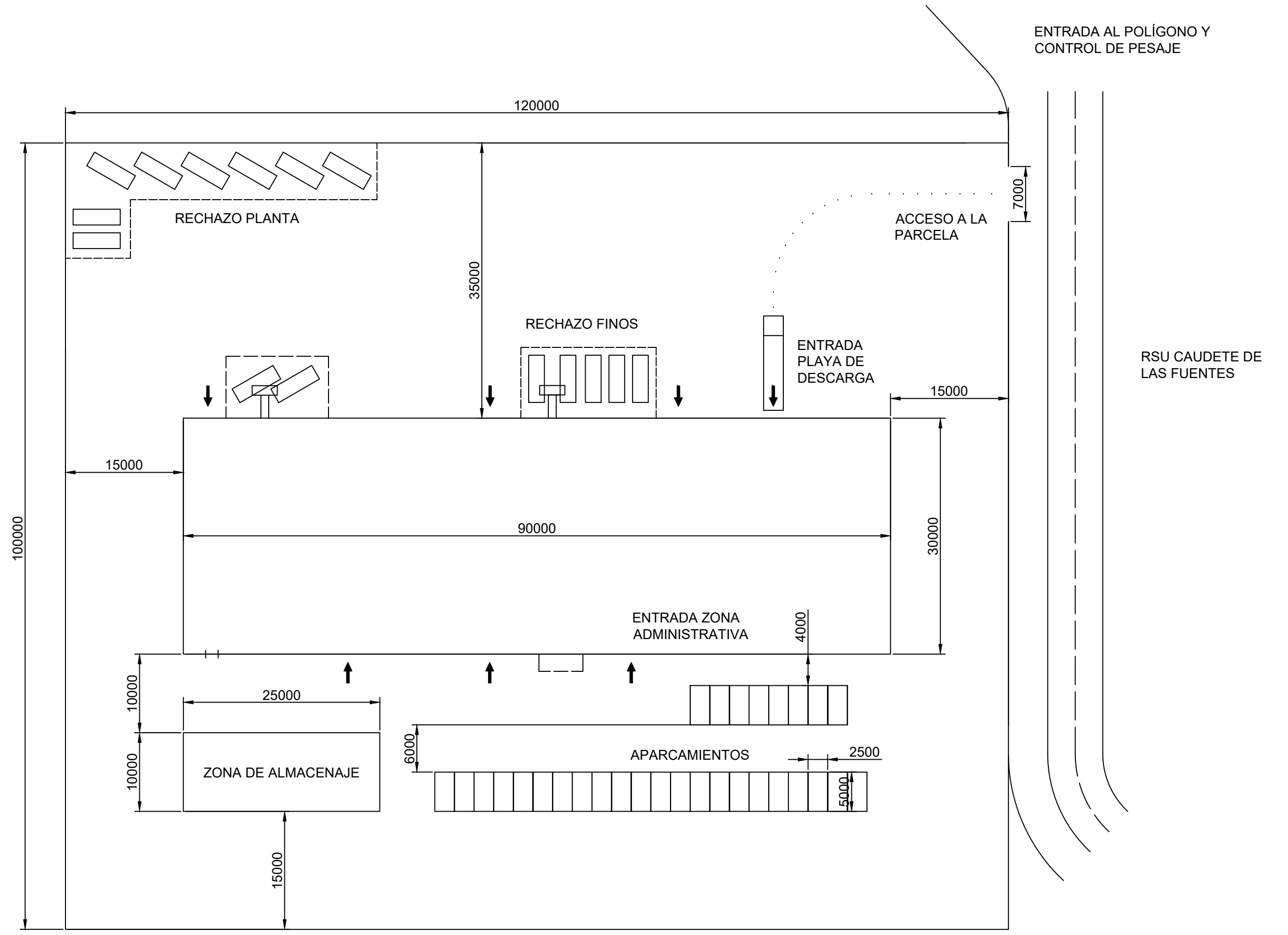
Autor:
 Pablo Oleaga gutierrez

Fecha:
 Junio 2022

Escala:
 1:300

Nº Plano:

2



TRABAJO FINAL DE MASTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL



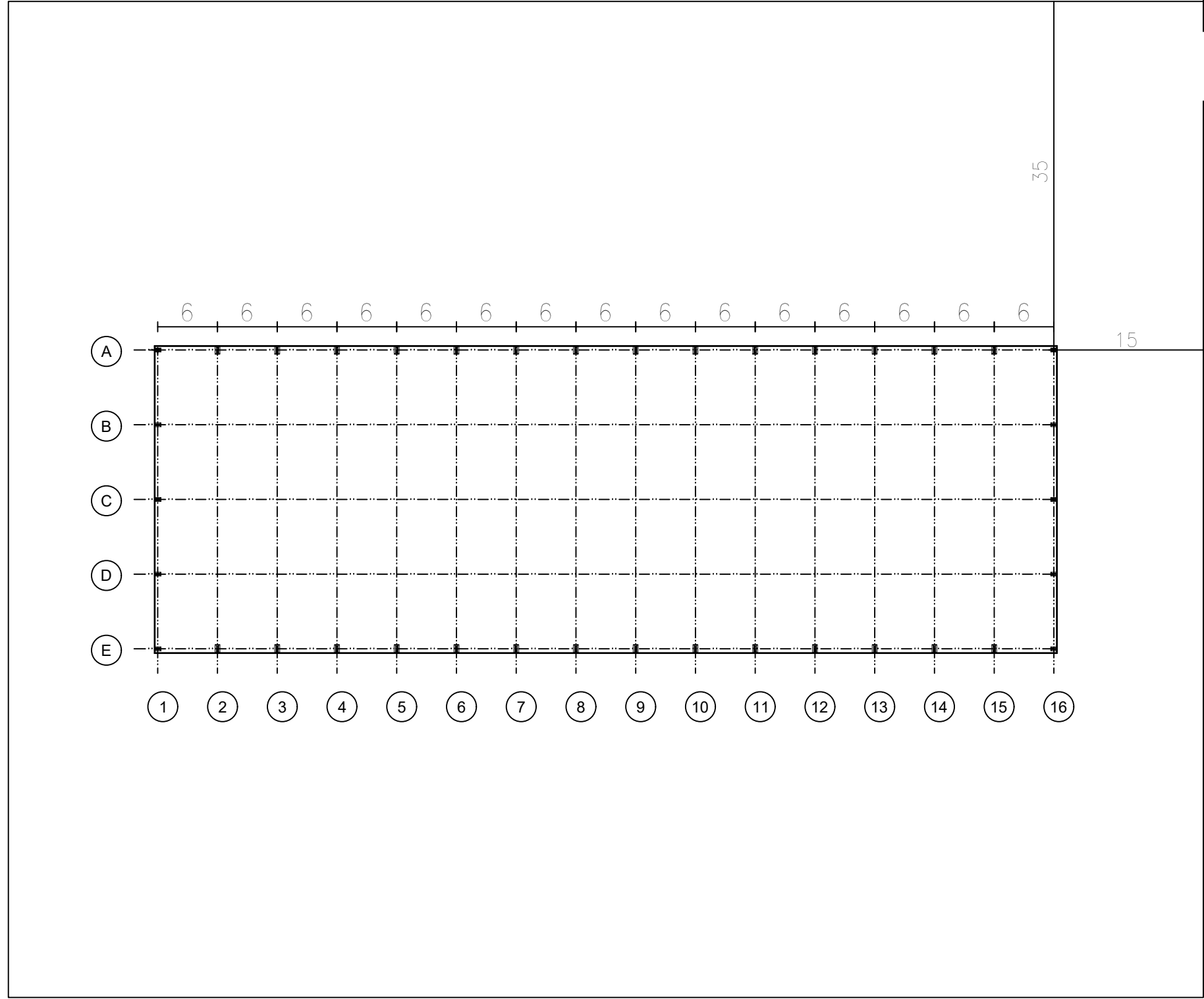
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR INGENIERÍA INDUSTRIAL VALENCIA

Proyecto: Proyecto estructural de nave industrial de 2700 m2 destinada a selección de envases ligeros con capacidad de 5 t/h situada en la planta de tratamiento de RSU de Caudete de las Fuentes (Valencia). Diseño de instalaciones PCI, iluminación y climatización.

Plano: Ordenación de la parcela
 Autor: Pablo Oleaga gutiérrez

Fecha: Junio 2022
 Escala: 1:500

Nº Plano: 3



TRABAJO FINAL DE MASTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR INGENIERÍA INDUSTRIAL VALENCIA

Proyecto:

Proyecto estructural de nave industrial de 2700 m2 destinada a selección de envases ligeros con capacidad de 5 t/h situada en la planta de tratamiento de RSU de Caudete de las Fuentes (Valencia). Diseño de instalaciones PCI, iluminación y climatización.

Plano:

Replanteo

Autor:

Pablo Oleaga gutiérrez

Fecha:

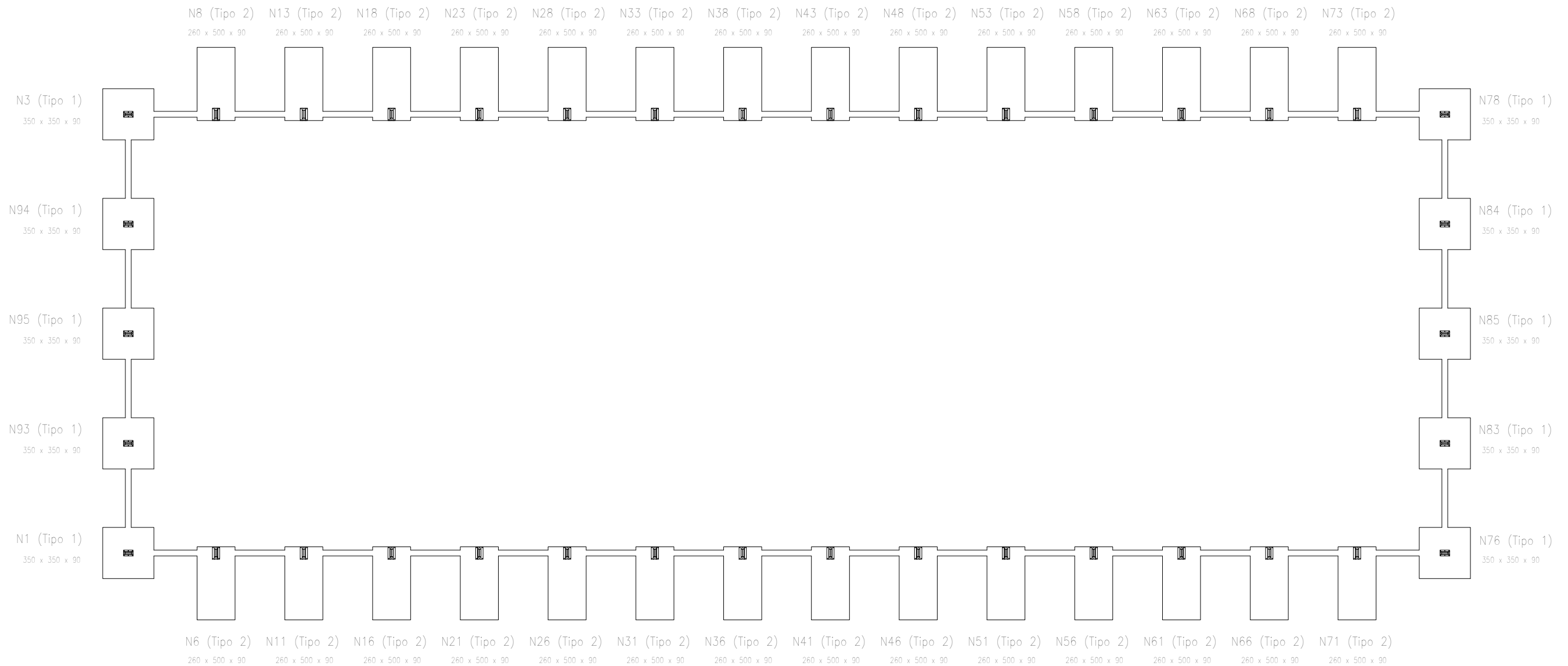
Junio 2022

Escala:

1:300

Nº Plano:

4



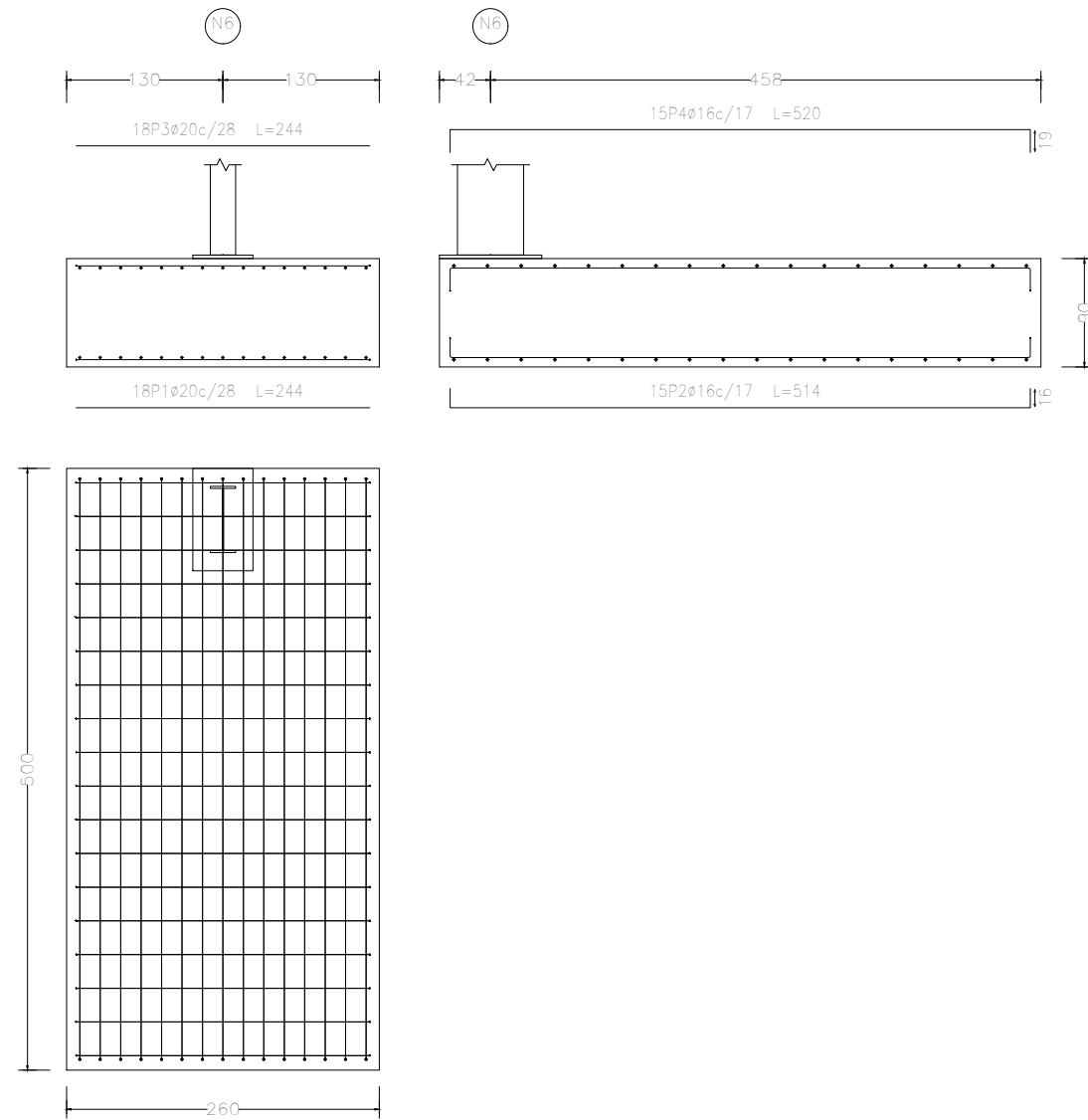
Unidades en cm

Calidad del hormigón de zapatas y vigas de atado	HA-25/B/30/Ila
Calidad del hormigón de limpieza	HL-150/B/Ila

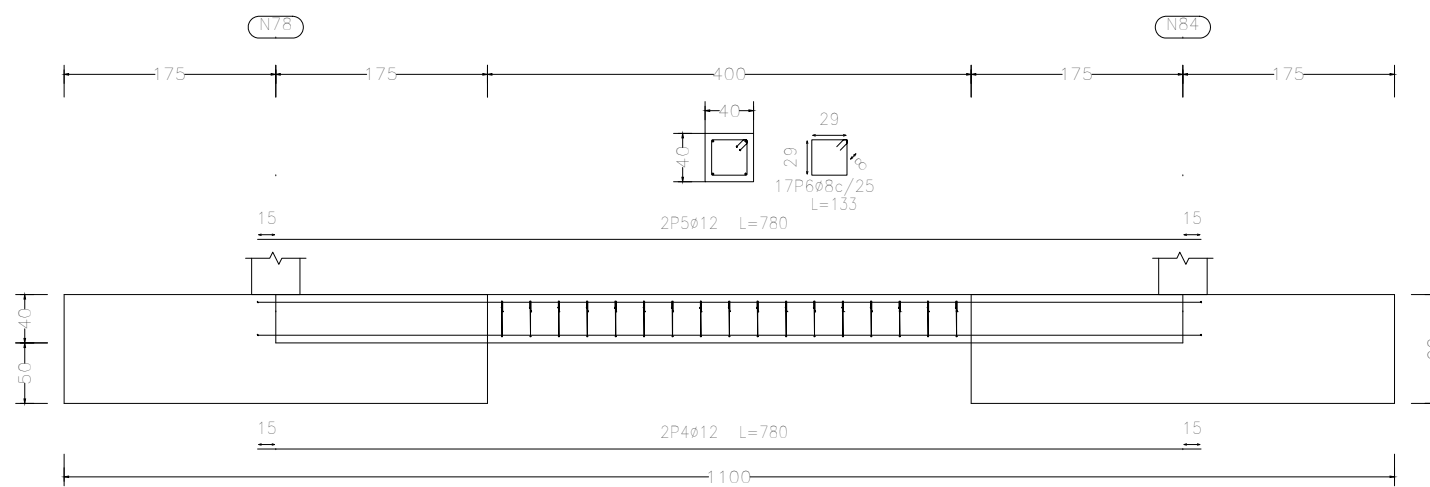
Resumen Acero Elemento, Viga y Placa de anclaje	Long. total (m)	Peso+10% (kg)	Total	Cuadro de arranques		
				Referencias	Pernos de Placas de Anclaje	Dimensión de Placas de Anclaje
B 500 S, Ys=1.15	∅8	699.6	304	N8, N13, N18, N23, N28, N33, N38, N43, N48, N53, N58, N63, N68, N73, N6, N11, N16, N21, N26, N31, N36, N41, N46, N51, N56, N61, N66 y N71	6 Pernos ∅ 32	Placa base (500x850x30)
	∅12	1005.6	982			
	∅16	4342.8	7540			
	∅20	4196.3	11384			
			20210	N3, N94, N95, N93, N1, N76, N83, N85, N84 y N78	8 Pernos ∅ 25	Placa base (400x650x30)

	Proyecto: Proyecto estructural de nave industrial de 2700 m2 destinada a selección de envases ligeros con capacidad de 5 t/h situada en la planta de tratamiento de RSU de Caudete de las Fuentes (Valencia). Diseño de instalaciones PCI, iluminación y climatización.	Plano:	Planta de cimentación	Fecha:	Junio 2022	Nº Plano: 5
		Autor:	Pablo Oleaga gutiérrez	Escala:	1:300	

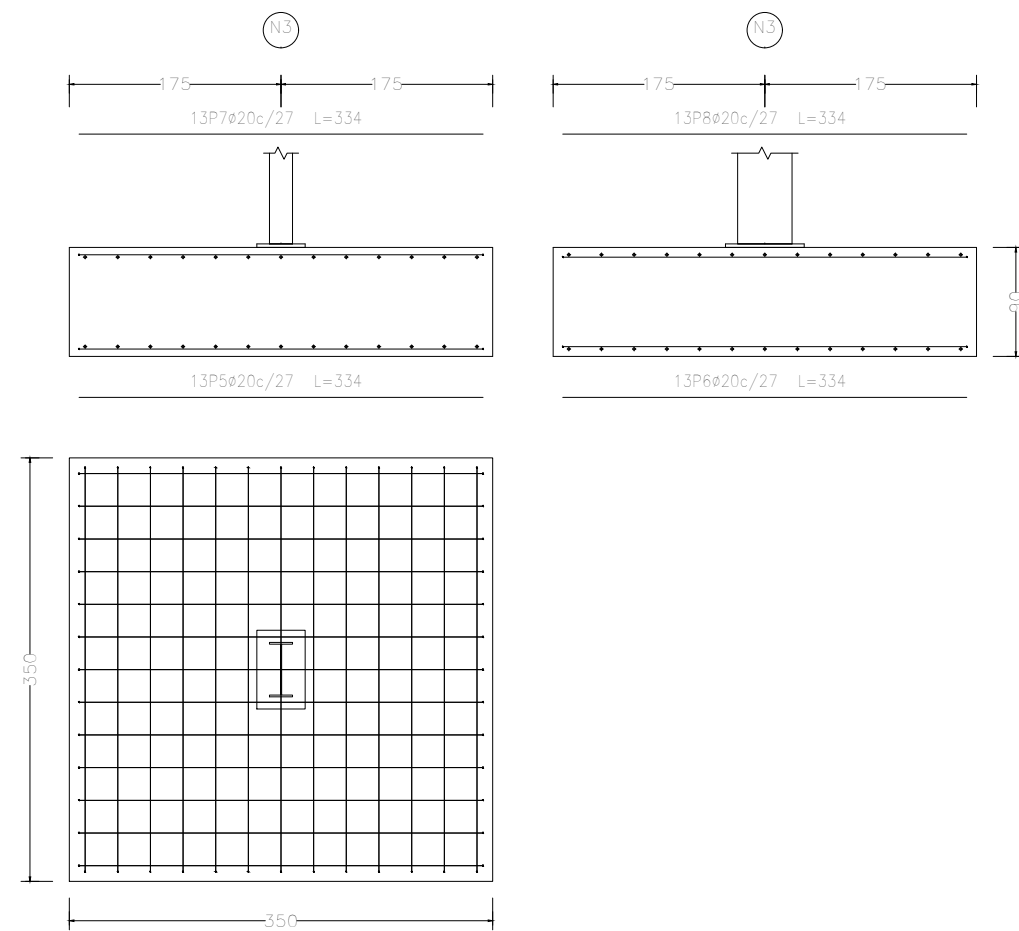
N8, N13, N18, N23, N28, N33, N38, N43, N48, N53, N58, N63, N68 y N73
 N6, N11, N16, N21, N26, N31, N36, N41, N46, N51, N56, N61, N66 y N71



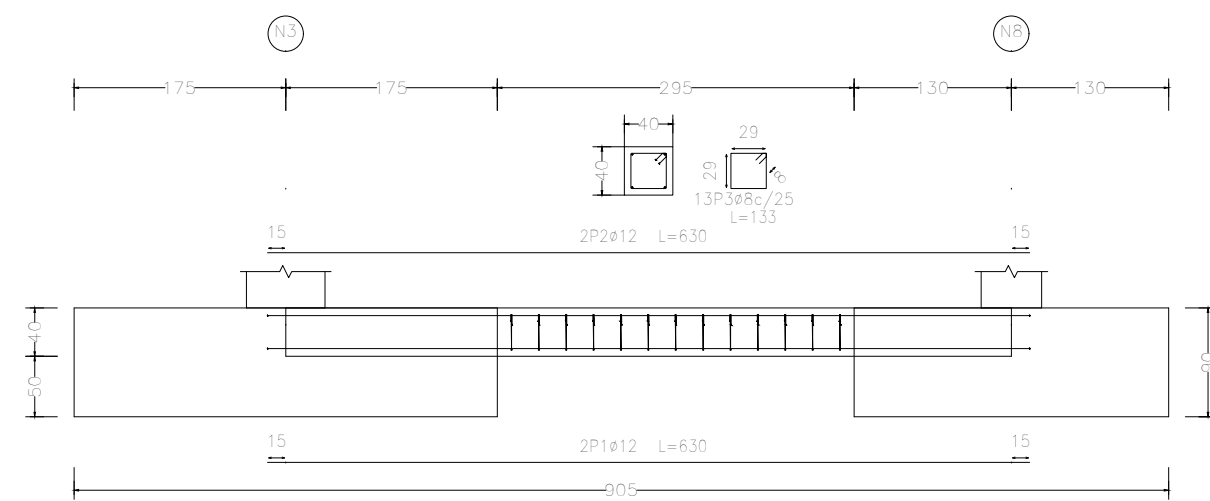
C [N78-N84], C [N84-N85], C [N85-N83], C [N83-N76], C [N1-N93], C [N93-N95], C [N95-N94] y C [N94-N3]



N3, N94, N95, N93, N1, N76, N83, N85, N84 y N78



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



Calidad del acero	B 500 S
Calidad del hormigón de zapatas y vigas de atado	HA-25/B/30/Ila
Calidad del hormigón de limpieza	HL-150/B/Ila

TRABAJO FINAL DE MASTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL



ESCUELA TÉCNICA
 SUPERIOR INGENIERÍA
 INDUSTRIAL VALENCIA

Proyecto:
 Proyecto estructural de nave industrial de 2700 m2 destinada a selección de envases ligeros con capacidad de 5 t/h situada en la planta de tratamiento de RSU de Caudete de las Fuentes (Valencia). Diseño de instalaciones PCI, iluminación y climatización.

Plano:

Cimentación

Autor:

Pablo Oleaga gutiérrez

Fecha:

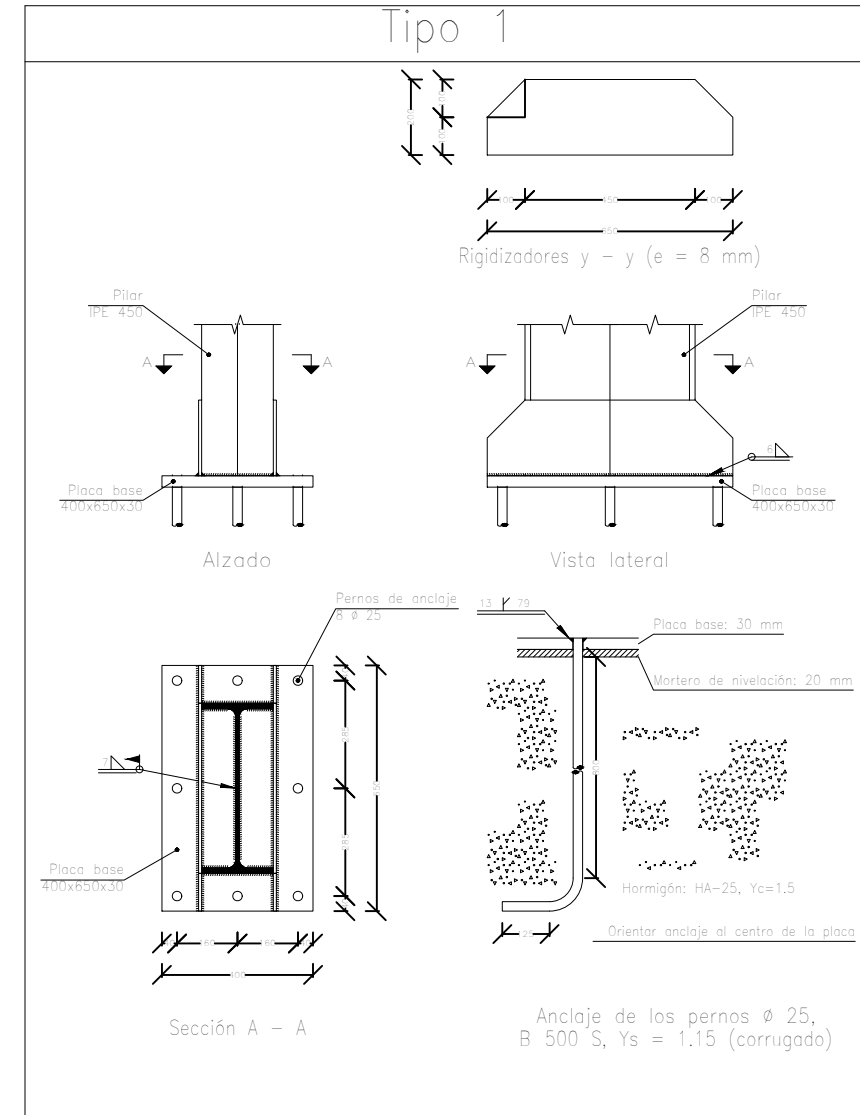
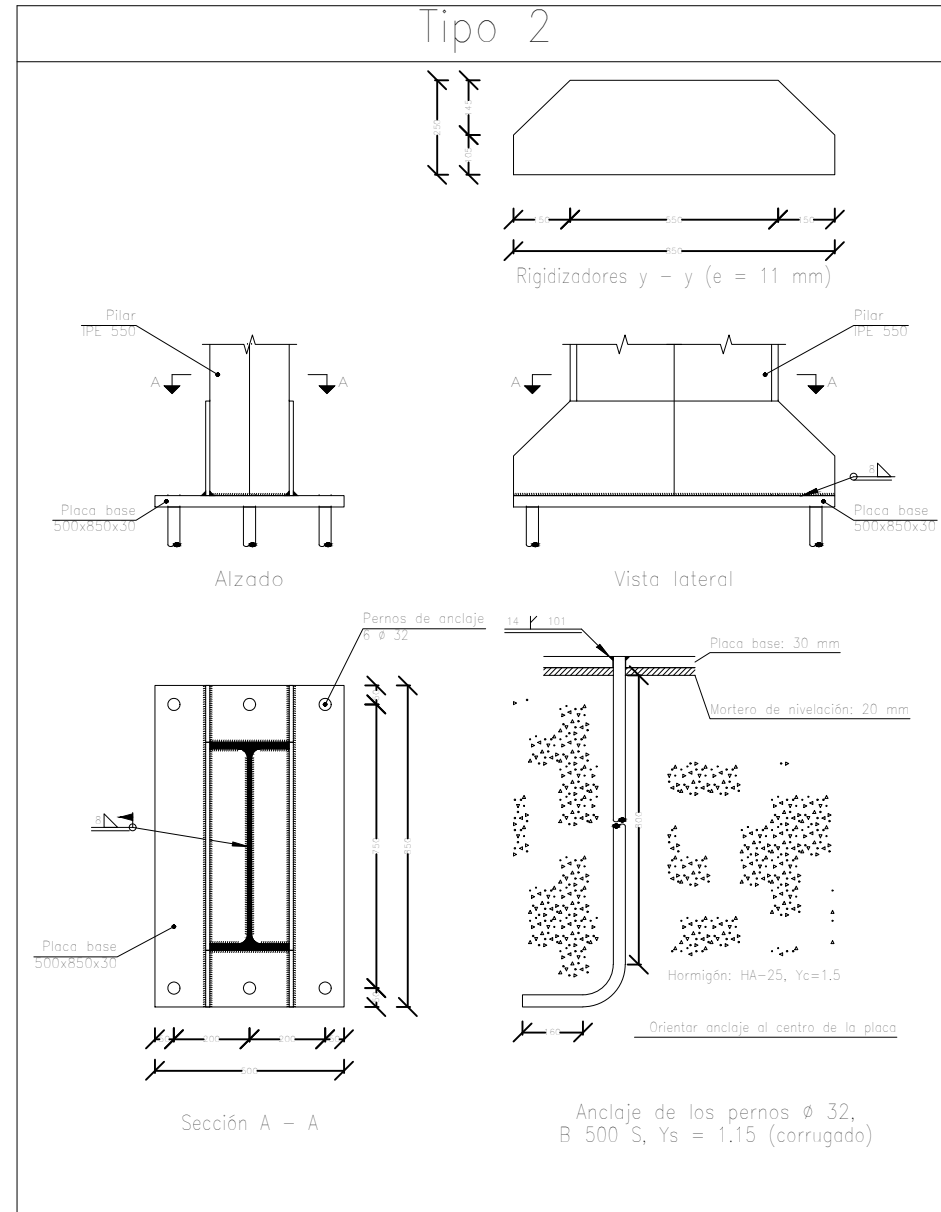
Junio 2022

Escala:

3:20

Nº Plano:

5.1



Placas de anclaje				
Material	Elementos	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Placa base	10	400x650x30	612.30
		28	500x850x30	2802.45
	Rigidizadores pasantes	20	650/450x200/100x8	150.72
		56	850/550x250/105x11	922.39
Total				4487.86
B 500 S, Ys = 1.15 (corrugado)	Pernos de anclaje	80	Ø 25 - L = 875 + 243	344.59
		168	Ø 32 - L = 882 + 311	1265.13
Total				1609.72

TRABAJO FINAL DE MASTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL



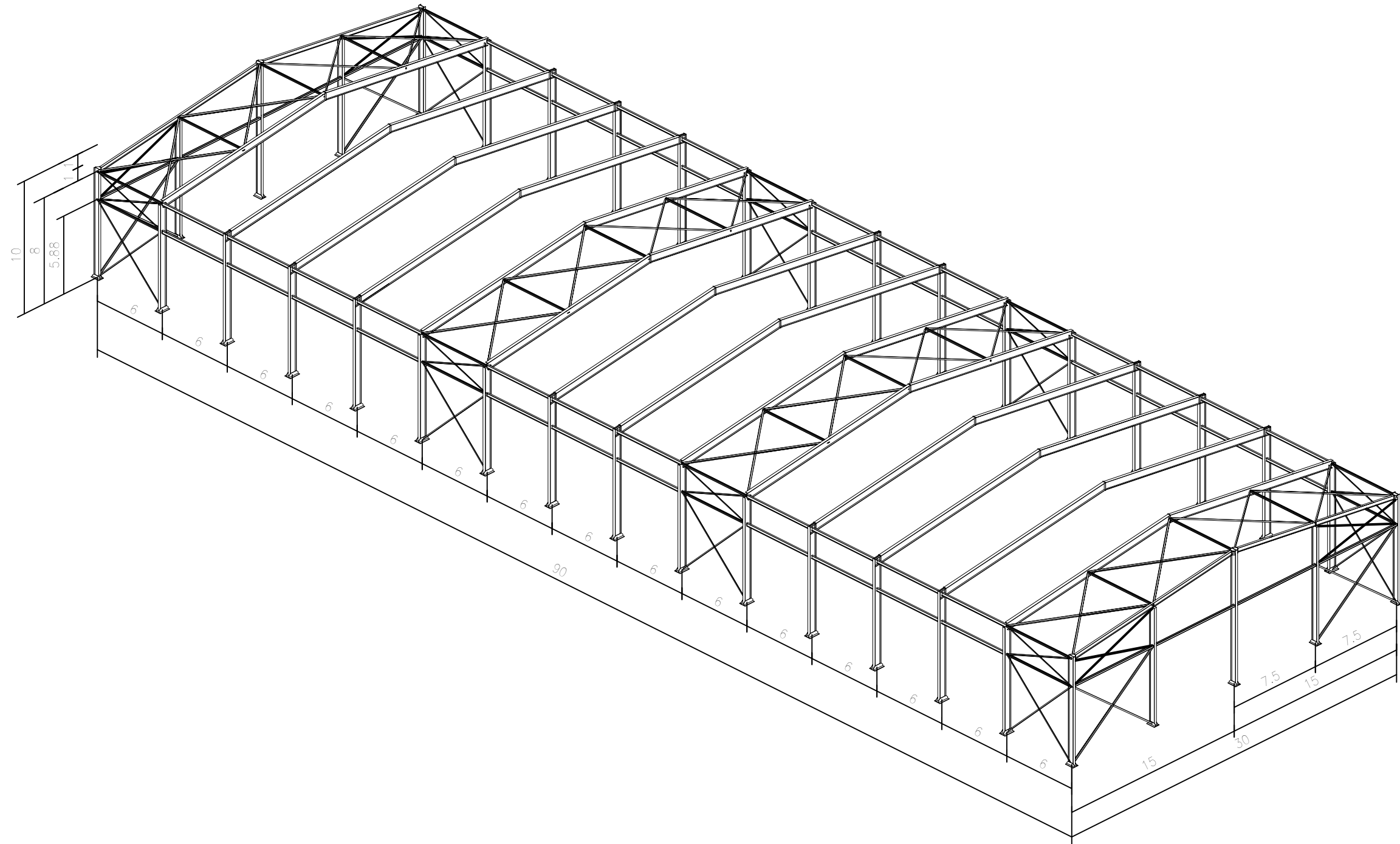
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR INGENIERÍA INDUSTRIAL VALENCIA

Proyecto: Proyecto estructural de nave industrial de 2700 m2 destinada a selección de envases ligeros con capacidad de 5 t/h situada en la planta de tratamiento de RSU de Caudete de las Fuentes (Valencia). Diseño de instalaciones PCI, iluminación y climatización.

Plano: **Detalles**
Autor: **Pablo Oleaga gutiérrez**

Fecha: **Junio 2022**
Escala: **1:20**

Nº Plano: **5.2**



Calidad del acero en pilares, jácenas, arriostramientos, vigas perimetrales y uniones	S275
Calidad del acero en correas y montantes	S235

TRABAJO FINAL DE MASTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

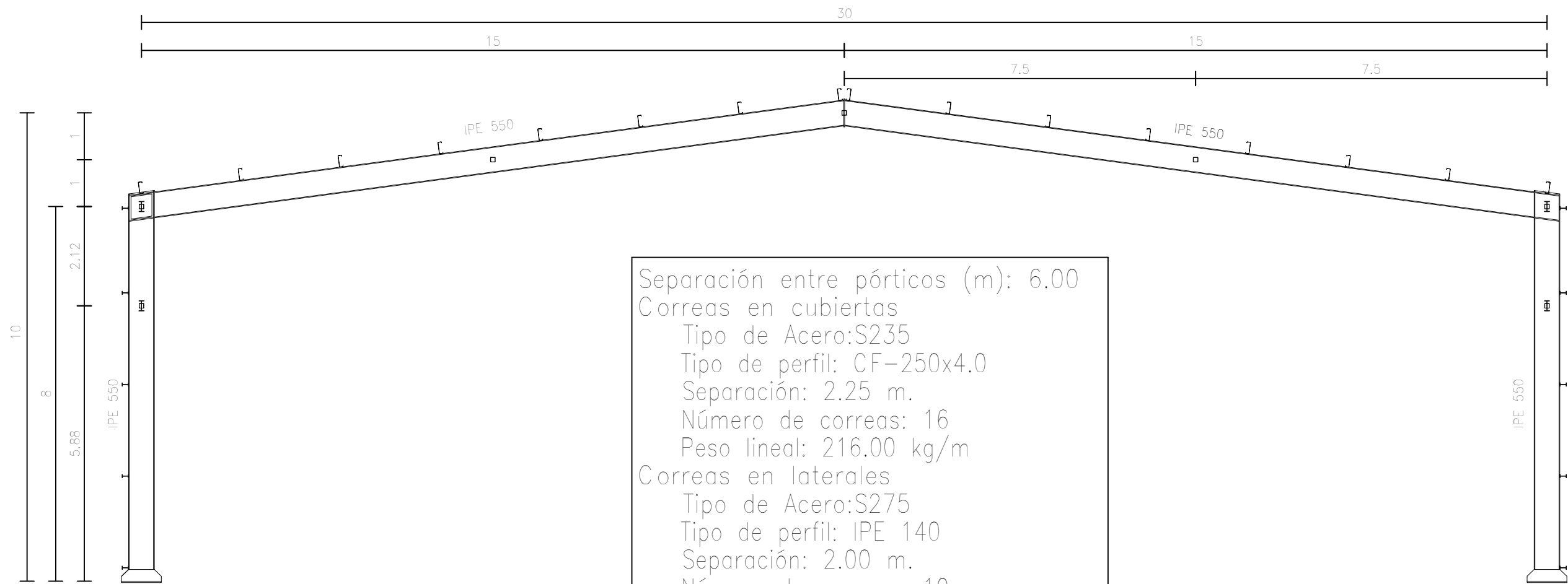
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR INGENIERÍA INDUSTRIAL VALENCIA

Proyecto:
Proyecto estructural de nave industrial de 2700 m2 destinada a selección de envases ligeros con capacidad de 5 t/h situada en la planta de tratamiento de RSU de Caudete de las Fuentes (Valencia). Diseño de instalaciones PCI, iluminación y climatización.

Plano: Estructura
Autor: Pablo Oleaga gutiérrez

Fecha: Junio 2022
Escala: 1:300

Nº Plano: 6



Separación entre pórticos (m): 6.00
 Correas en cubiertas
 Tipo de Acero: S235
 Tipo de perfil: CF-250x4.0
 Separación: 2.25 m.
 Número de correas: 16
 Peso lineal: 216.00 kg/m
 Correas en laterales
 Tipo de Acero: S275
 Tipo de perfil: IPE 140
 Separación: 2.00 m.
 Número de correas: 10
 Peso lineal: 128.74 kg/m

Calidad del acero en pilares, jácenas, arriostramientos, vigas perimetrales y uniones	S275
Calidad del acero en correas y montantes	S235

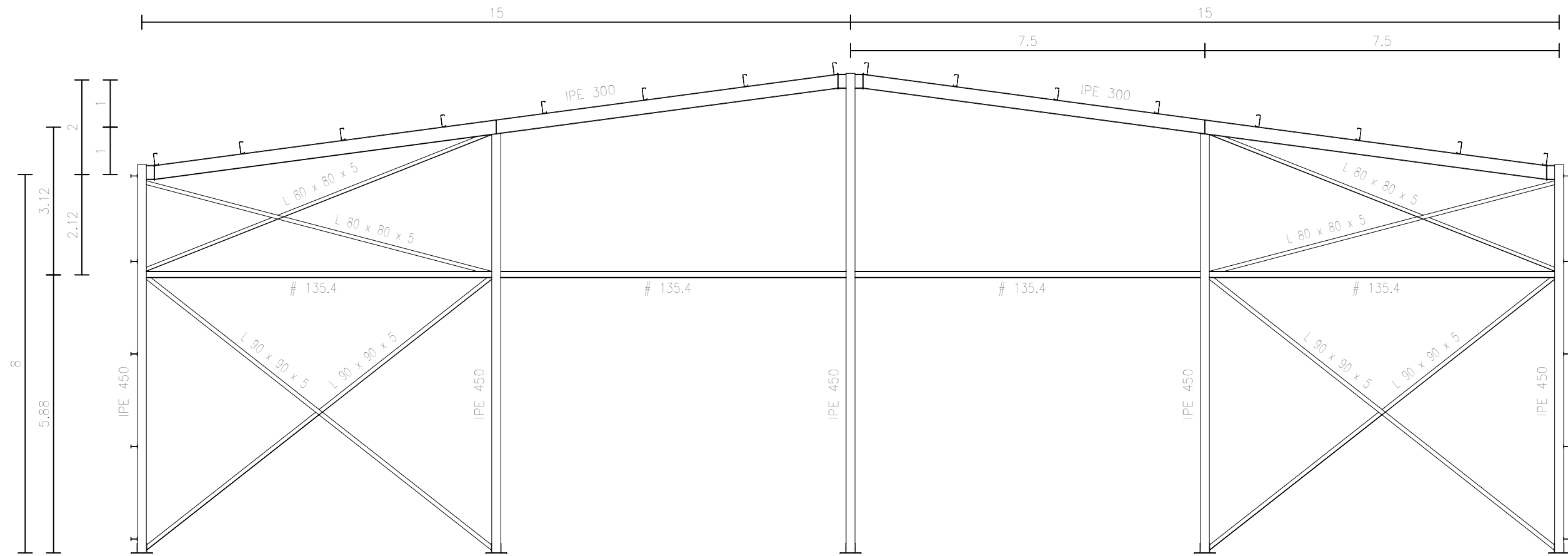
TRABAJO FINAL DE MASTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

Proyecto:
 Proyecto estructural de nave industrial de 2700 m2 destinada a selección de envases ligeros con capacidad de 5 t/h situada en la planta de tratamiento de RSU de Caudete de las Fuentes (Valencia). Diseño de instalaciones PCI, iluminación y climatización.

Plano: **Pórtico interior**
 Autor: **Pablo Oleaga Gutiérrez**

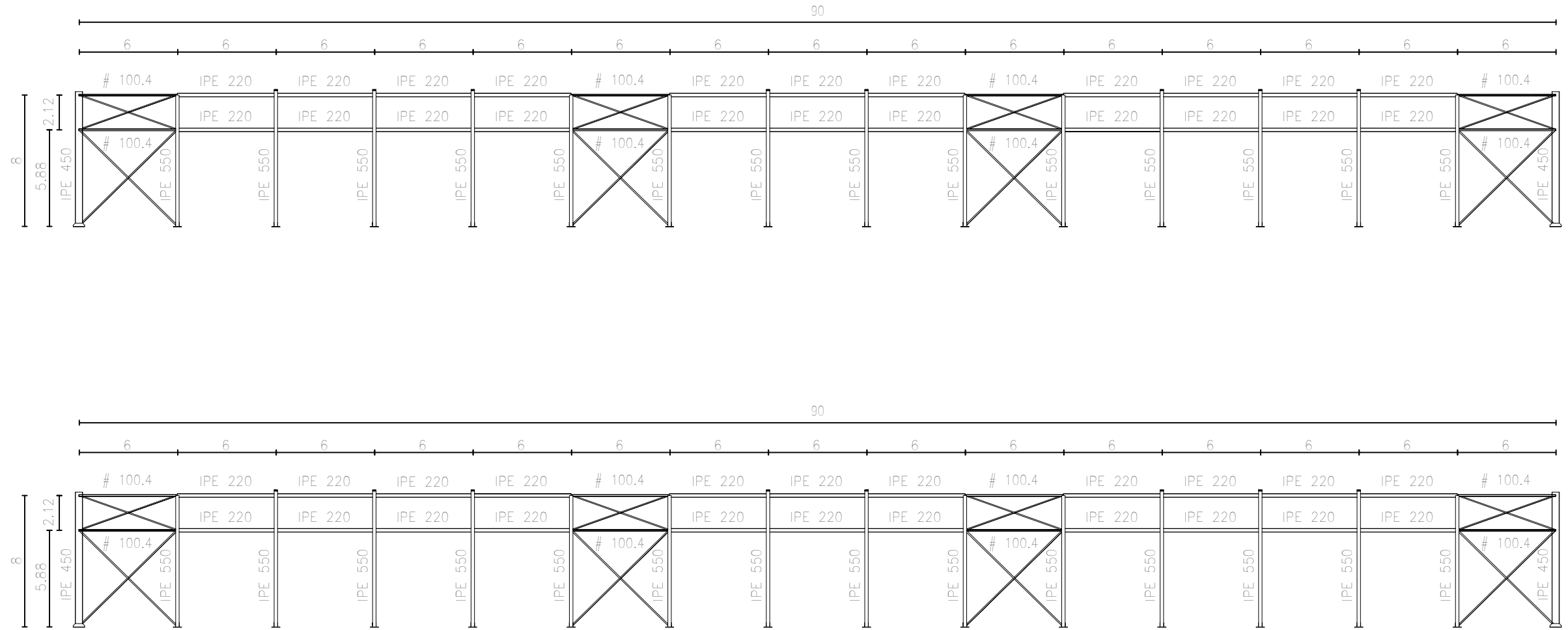
Fecha: **Junio 2022**
 Escala: **1:100**

Nº Plano: **6.1**




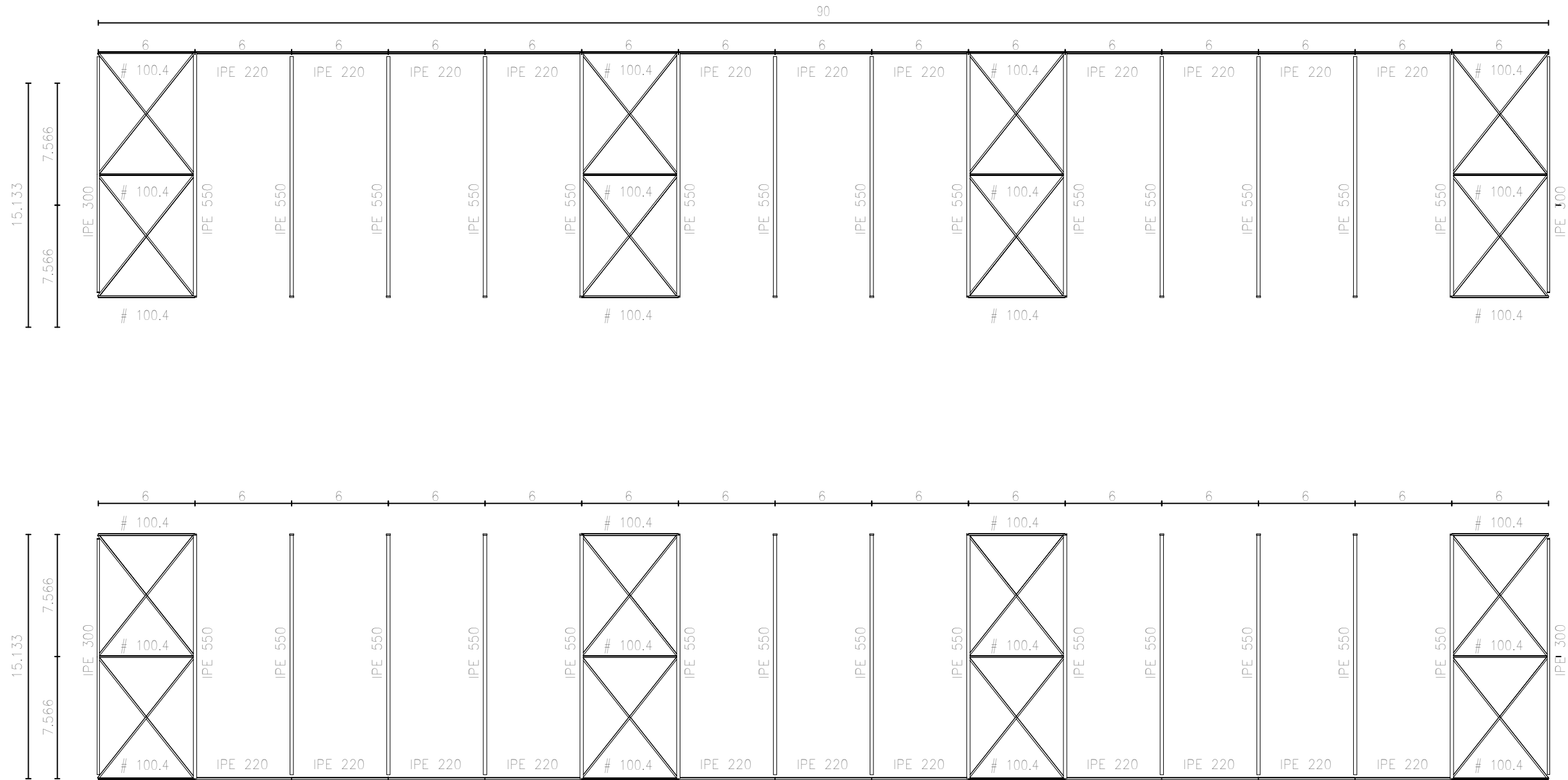
Calidad del acero en pilares, jácenas, arriostramientos, vigas perimetrales y uniones	S275
Calidad del acero en correas y montantes	S235

TRABAJO FINAL DE MASTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL 	Proyecto: Proyecto estructural de nave industrial de 2700 m2 destinada a selección de envases ligeros con capacidad de 5 t/h situada en la planta de tratamiento de RSU de Caudete de las Fuentes (Valencia). Diseño de instalaciones PCI, iluminación y climatización.	Plano: Pórtico de fachada	Fecha: Junio 2022	Nº Plano: 6.2
		Autor: Pablo Oleaga gutiérrez	Escala: 1:100	



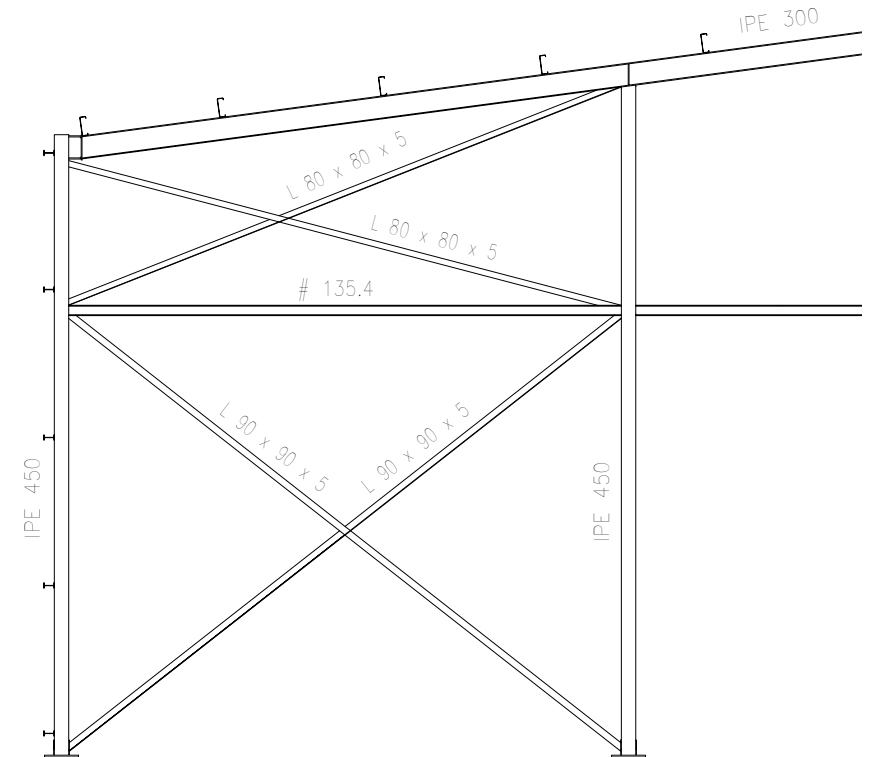
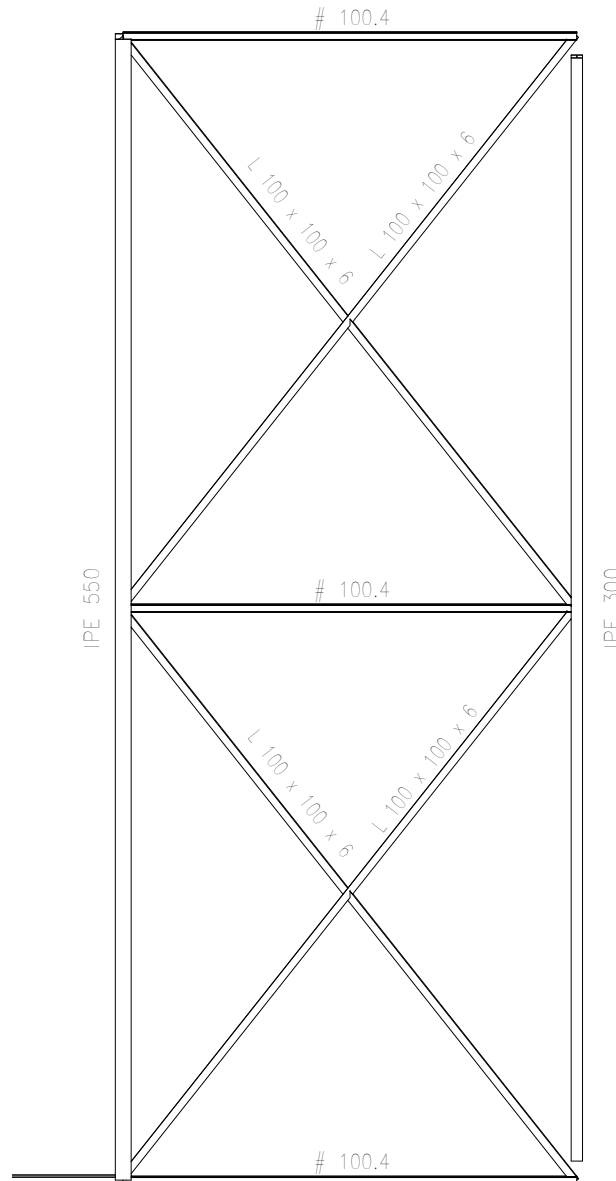
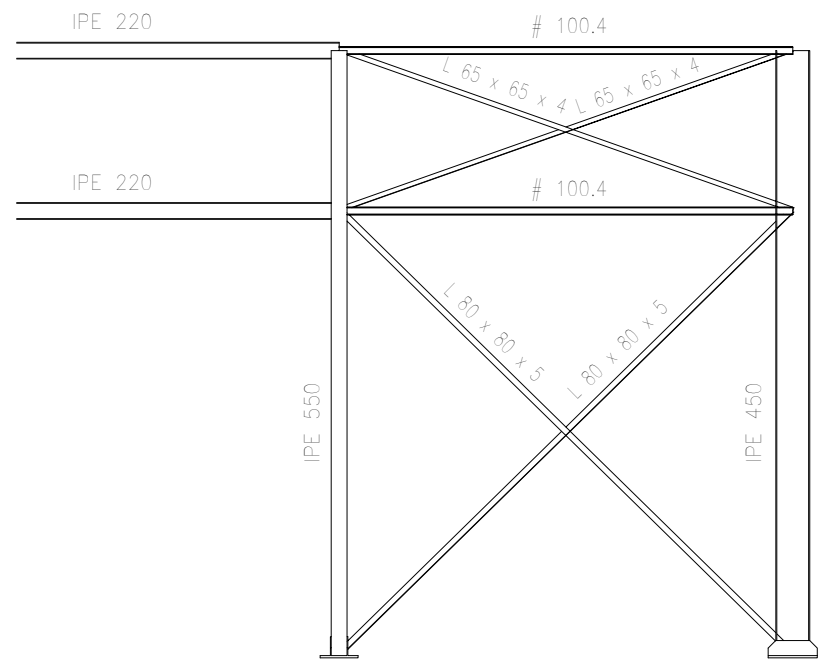
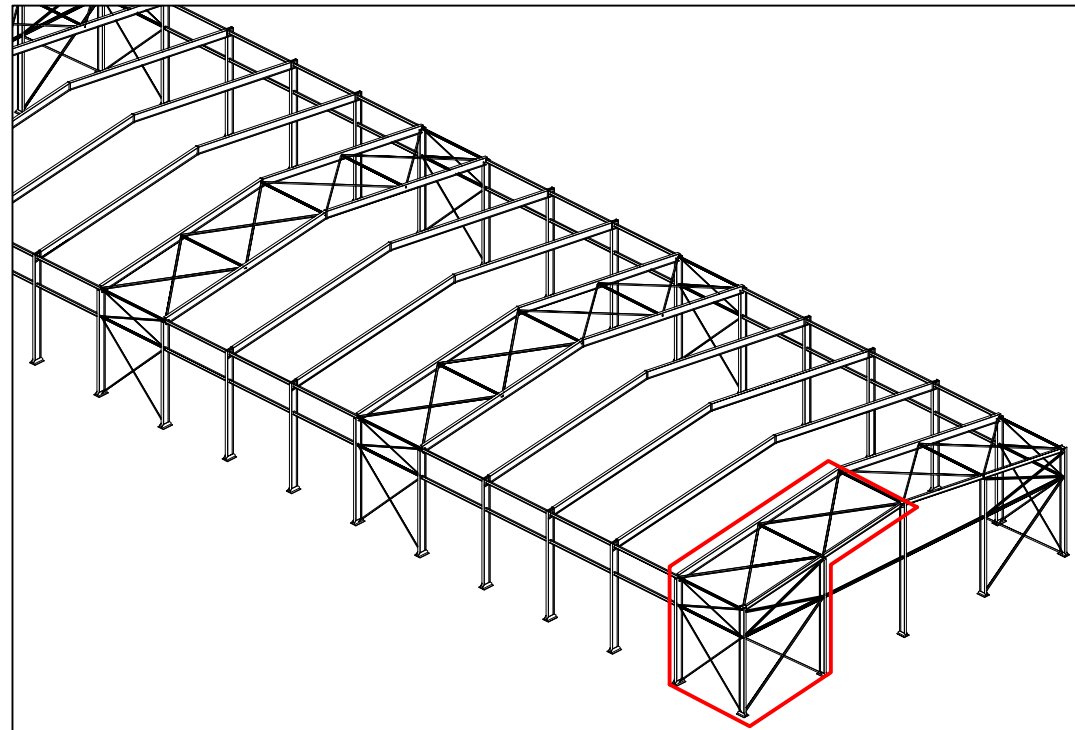
Calidad del acero en pilares, jácenas, arriostramientos, vigas perimetrales y uniones	S275
Calidad del acero en correas y montantes	S235

TRABAJO FINAL DE MASTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL 	Proyecto: Proyecto estructural de nave industrial de 2700 m2 destinada a selección de envases ligeros con capacidad de 5 t/h situada en la planta de tratamiento de RSU de Caudete de las Fuentes (Valencia). Diseño de instalaciones PCI, iluminación y climatización.	Plano:	Estructura de fachadas laterales	Fecha:	Junio 2022	Nº Plano: 6.3
		Autor:	Pablo Oleaga gutiérrez	Escala:	1:300	



Calidad del acero en pilares, jácenas, arriostramientos, vigas perimetrales y uniones	S275
Calidad del acero en correas y montantes	S235

<p>UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA</p>	<p>ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR INGENIERÍA INDUSTRIAL VALENCIA</p>	<p>Proyecto: Proyecto estructural de nave industrial de 2700 m2 destinada a selección de envases ligeros con capacidad de 5 t/h situada en la planta de tratamiento de RSU de Caudete de las Fuentes (Valencia). Diseño de instalaciones PCI, iluminación y climatización.</p>	Plano:	Estructura de cubierta	Fecha:	Junio 2022	Nº Plano: 6.4
			Autor:	Pablo Oleaga gutiérrez	Escala:	1:300	



Calidad del acero en pilares, jácenas, arriostramientos, vigas perimetrales y uniones	S275
Calidad del acero en correas y montantes	S235

TRABAJO FINAL DE MASTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR INGENIERÍA INDUSTRIAL VALENCIA

Proyecto:
 Proyecto estructural de nave industrial de 2700 m2 destinada a selección de envases ligeros con capacidad de 5 t/h situada en la planta de tratamiento de RSU de Caudete de las Fuentes (Valencia). Diseño de instalaciones PCI, iluminación y climatización.

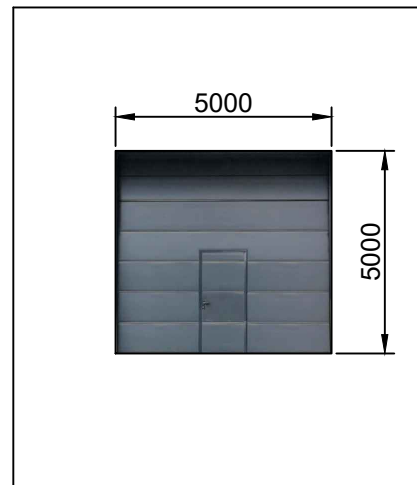
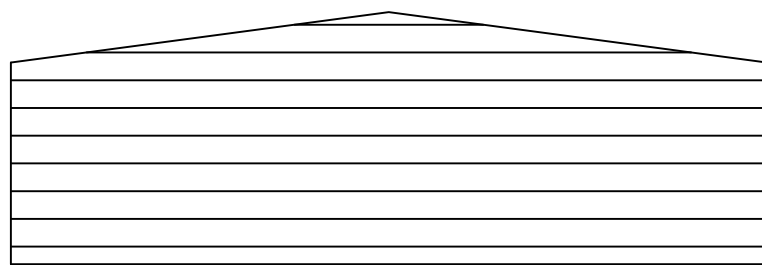
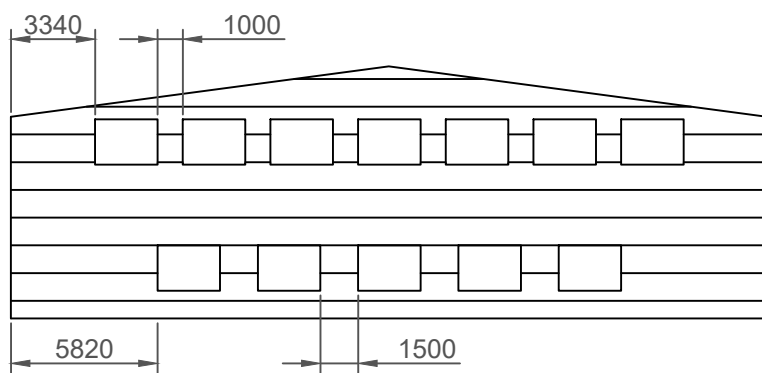
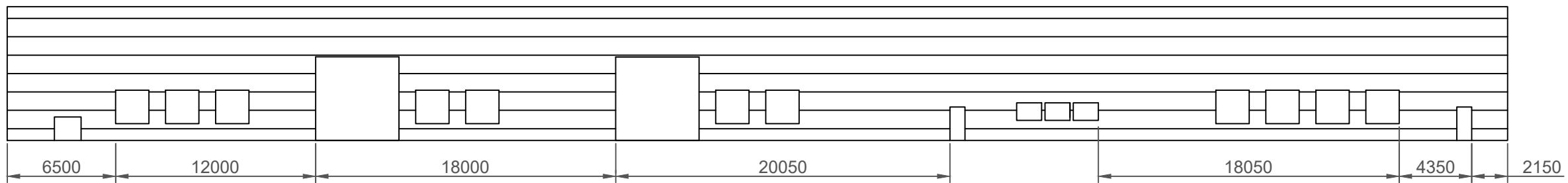
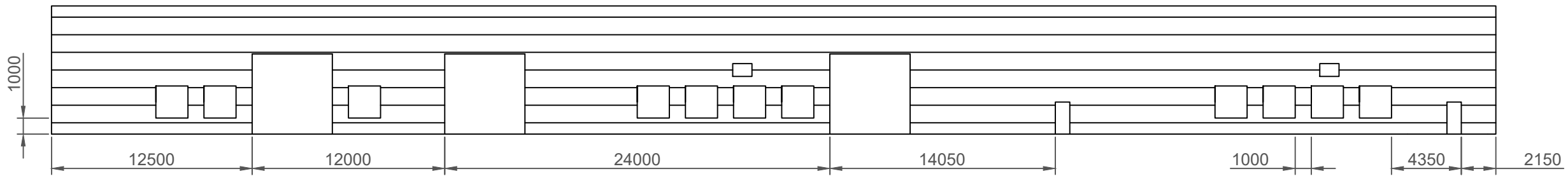
Plano:
Sistema de arriostramiento

Autor:
 Pablo Oleaga gutiérrez

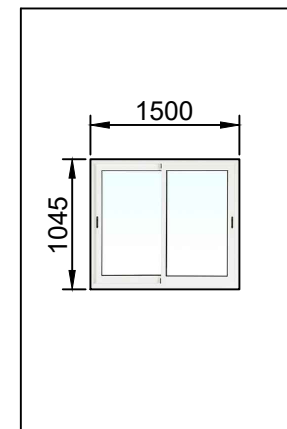
Fecha:
 Junio 2022

Escala:
 1:100

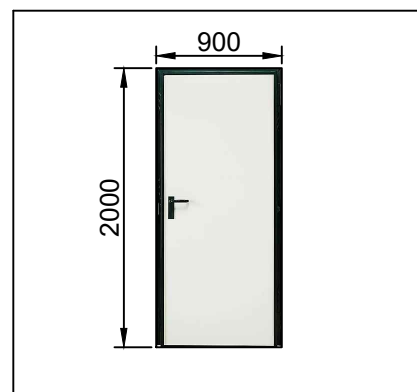
Nº Plano:
6.5



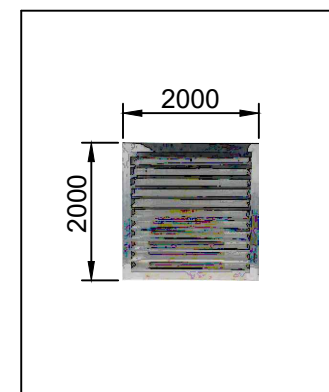
CERRAMIENTO	
Tipo	Seccional
Material	Acero
Observaciones	Zócalo de paneles rellenos de poliuretano de 40 mm con portillón de acceso peatonal
Unidades	5



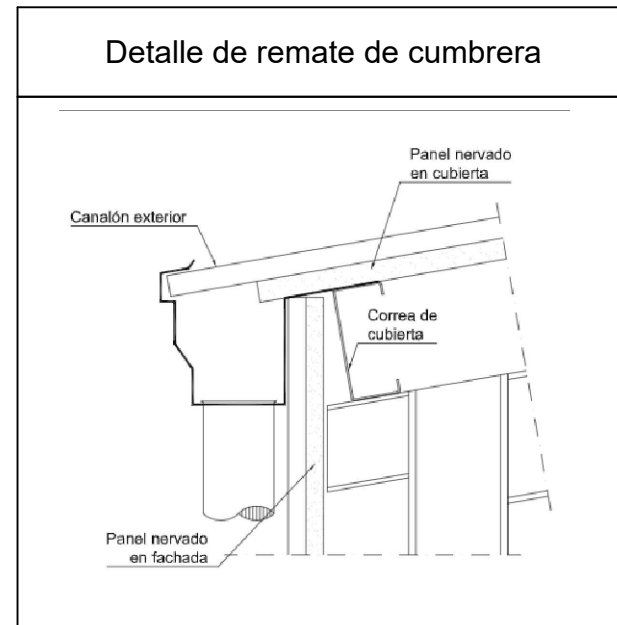
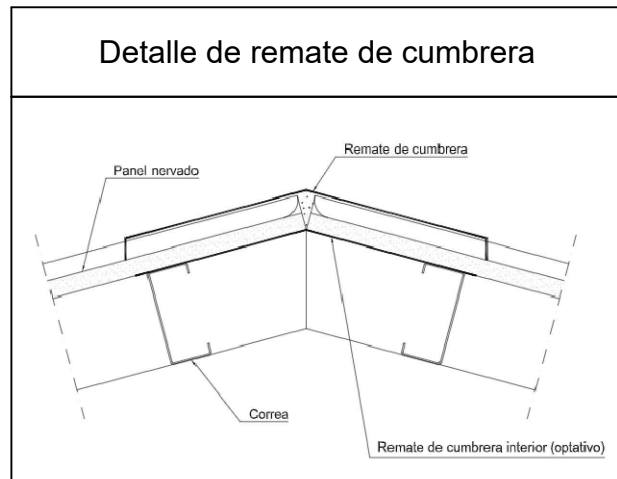
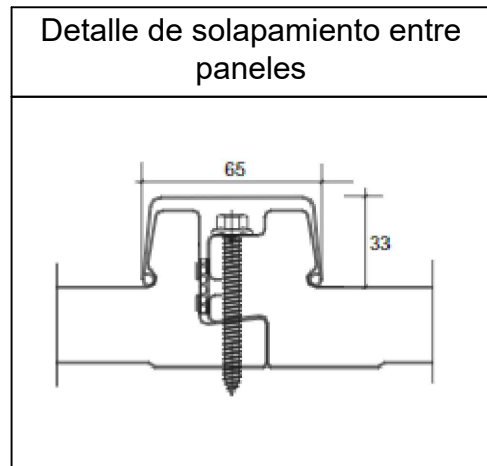
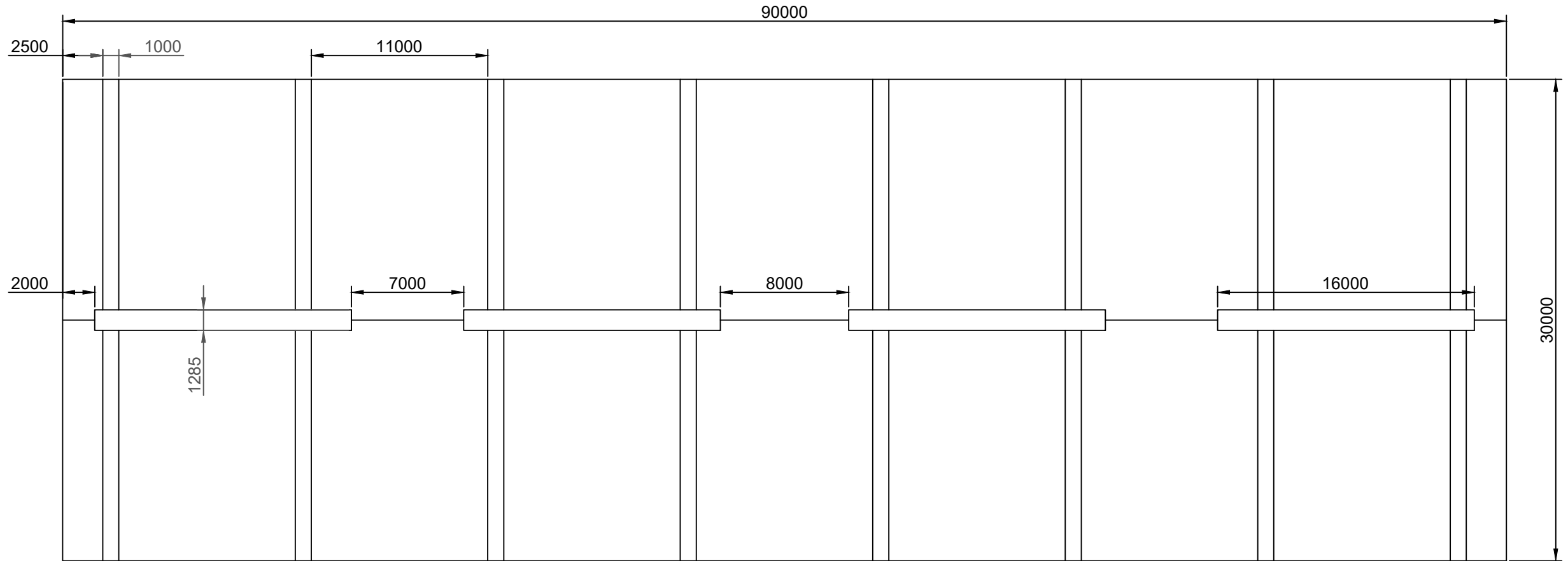
CARPINTERÍA	
Tipo	Corredera de dos hojas
Material	Aluminio
Observaciones	Acristalamiento 6 mm
Unidades	3



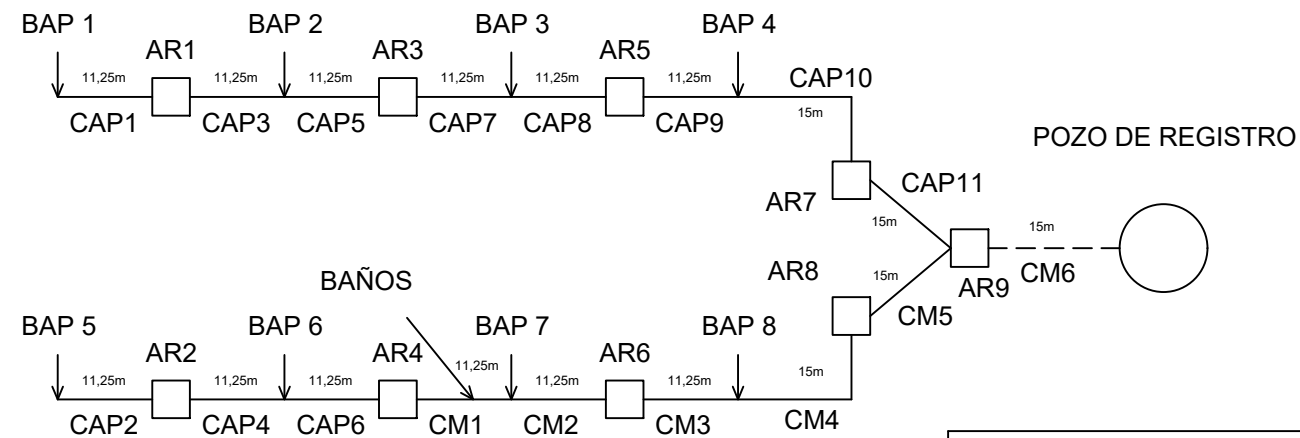
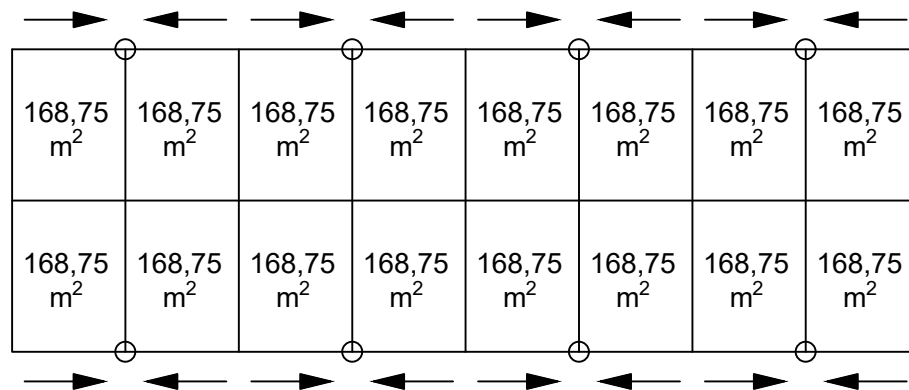
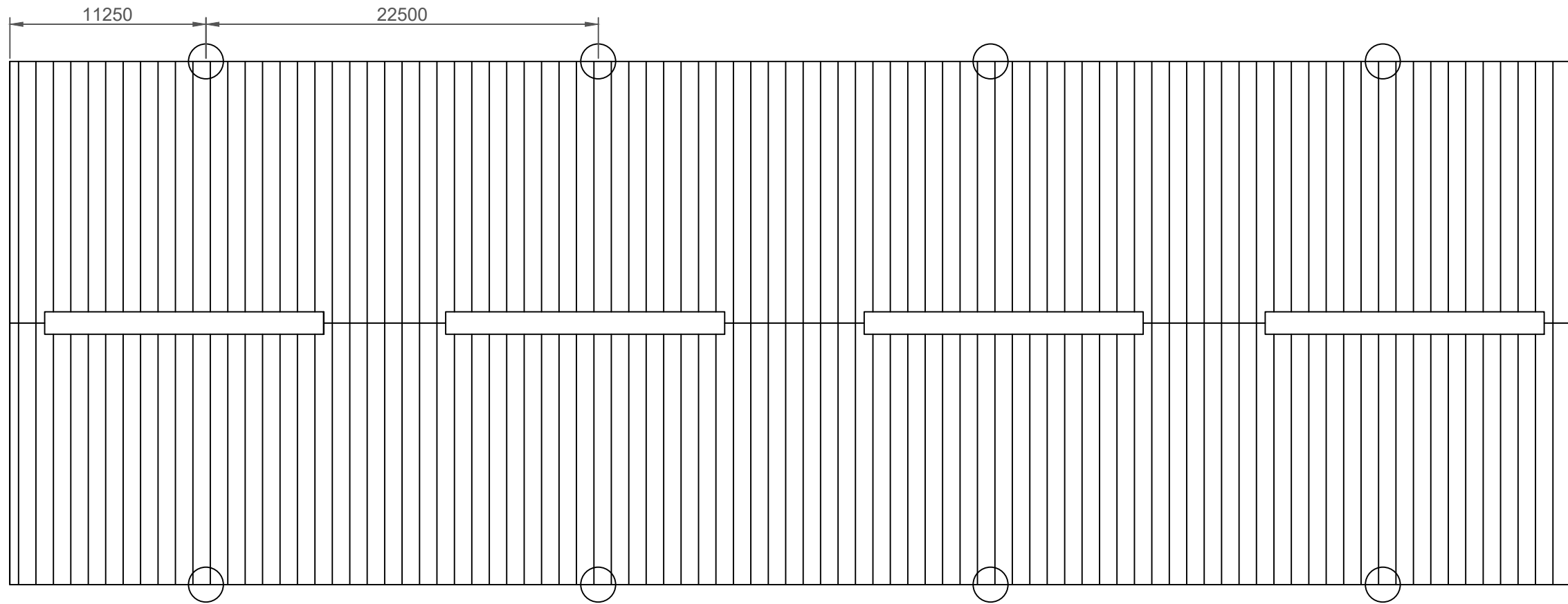
CERRAMIENTO	
Tipo	Abatible 1 hoja
Material	Acero
Observaciones	Puerta cortafuegos RF60 lacada en blanco
Unidades	4



VENTILACIÓN	
Tipo	Rejilla de lamas
Material	Aluminio
Observaciones	Rejilla de entrada de aire de ventilación
Unidades	22



Ventilación
Aireadores estáticos modelo G-500 de la marca Incoperfil
Iluminación natural
Placas de policarbonato celular translúcido de 30 mm de espesor de la marca Grupo Panel Sandwich



Cerramiento
 Paneles sandwich grecados de 1000 mm de anchura con relleno de espuma de poliuretano inyectado

Pluviales	
Canalones rectangulares	Chapa galvanizada, 350 cm ² 1% inclin
Bajantes	PVC, 160 mm Ø
CAP1-9, CM1-3	PVC, 200 mm Ø 2% inclin
CAP10-11, CM4-5	PVC, 250 mm Ø 2% inclin
CM6	PVC, 315 mm Ø 2% inclin
Arquetas de bajante/AR1-6	60 cm x 60 cm x 50 cm
AR7-9	70 cm x 80 cm x 50 cm

TRABAJO FINAL DE MASTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR INGENIERÍA INDUSTRIAL VALENCIA

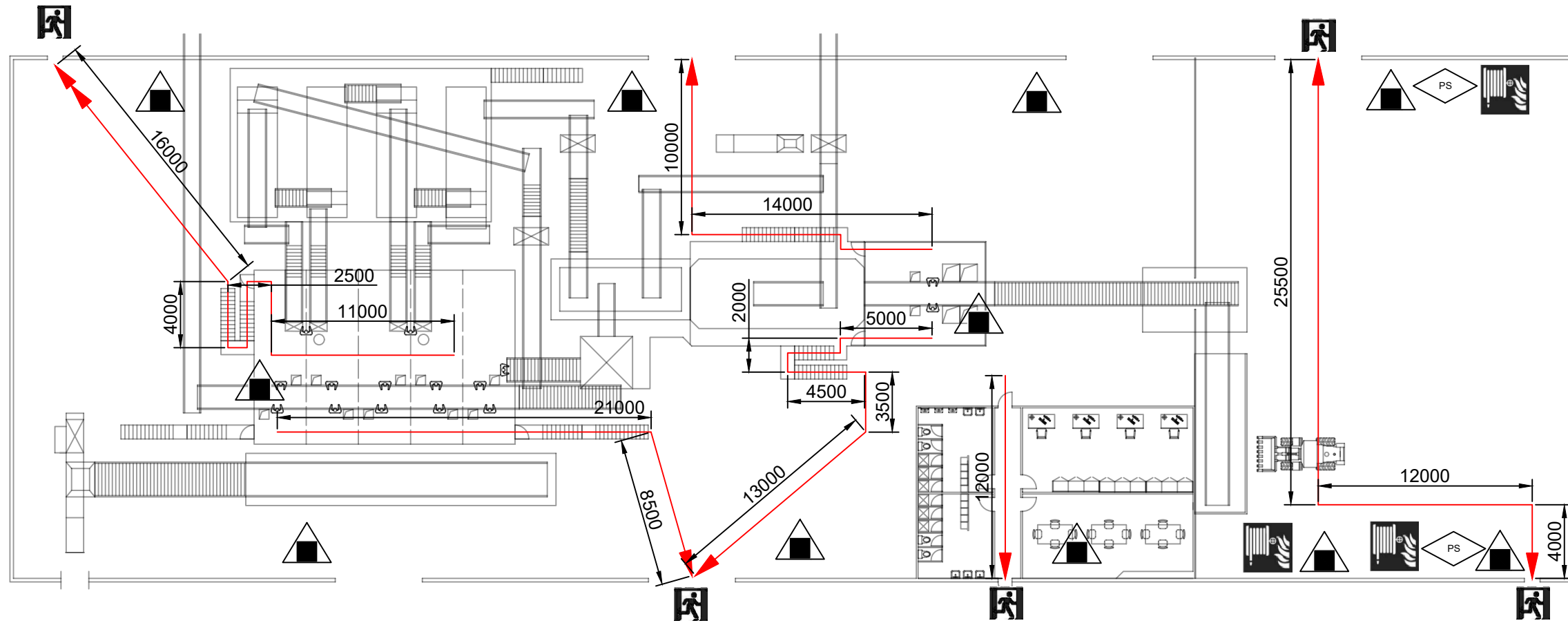
Proyecto: Proyecto estructural de nave industrial de 2700 m² destinada a selección de envases ligeros con capacidad de 5 t/h situada en la planta de tratamiento de RSU de Caudete de las Fuentes (Valencia). Diseño de instalaciones PCI, iluminación y climatización.

Plano: Cerramiento y pluviales
 Autor: Pablo Oleaga gutiérrez

Fecha: Junio 2022
 Escala: 1:300

Nº Plano:

9



Recorrido máximo	35 m	
Recorrido crítico	35 m	
Leyenda		
	Extintor de polvo	
	Pulsador de alarma manual	
	BIE	
	Salida de emergencia	
Sectores de incendio		
	S1 Playa de descarga	
	S2 Proceso	
	S2 Oficinas	

TRABAJO FINAL DE MASTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL



ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR INGENIERÍA
INDUSTRIAL VALENCIA

Proyecto:

Proyecto estructural de nave industrial de 2700 m2 destinada a selección de envases ligeros con capacidad de 5 t/h situada en la planta de tratamiento de RSU de Caudete de las Fuentes (Valencia). Diseño de instalaciones PCI, iluminación y climatización.

Plano:

Protección Contra Incendios

Autor:

Pablo Oleaga gutiérrez

Fecha:

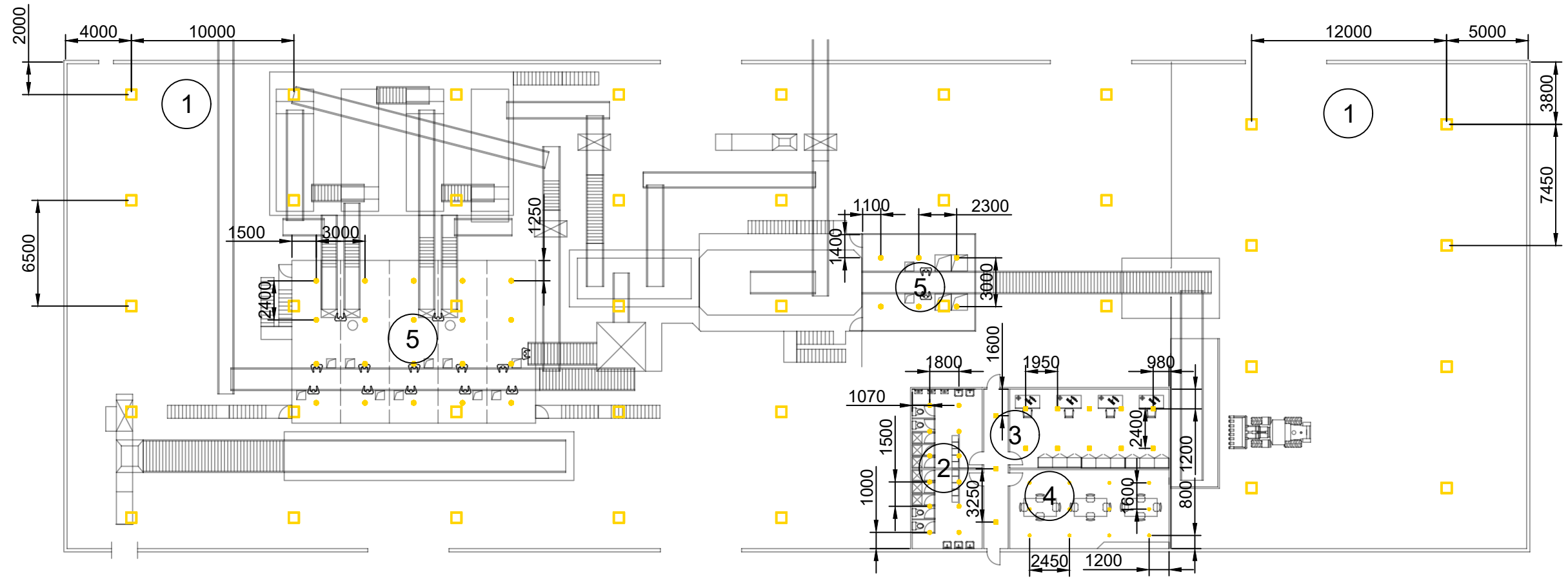
Junio 2022

Escala:

1:300

Nº Plano:

10



Índice	Fabricante	Nombre del artículo	Lámpara	Flujo luminoso	Factor de degradación	Potencia de conexión	Cantidad
1	3F Filippi	3F CUB LED 100W CR VS	1x LED L 100W - 4x25W - 840	13762 lm	0.80	110 W	39
2	Arkoslight	STRAM PRISMATIC 1 4000K WT	1x LED 4000K	1650 lm	0.80	10.5 W	12
3	Arkoslight	QUAD 3 4000K Z	1x LED 4000K	3050 lm	0.80	22 W	13
4	Arkoslight	MIX MINI 2 IP54 DIM PUSH 3000K W	1x LED 3000K	1050 lm	0.80	7 W	12
5	Arkoslight	DROP 4 IP54 4000K WT	1x LED 4100lm 4000K	4100 lm	0.80	27 W	26

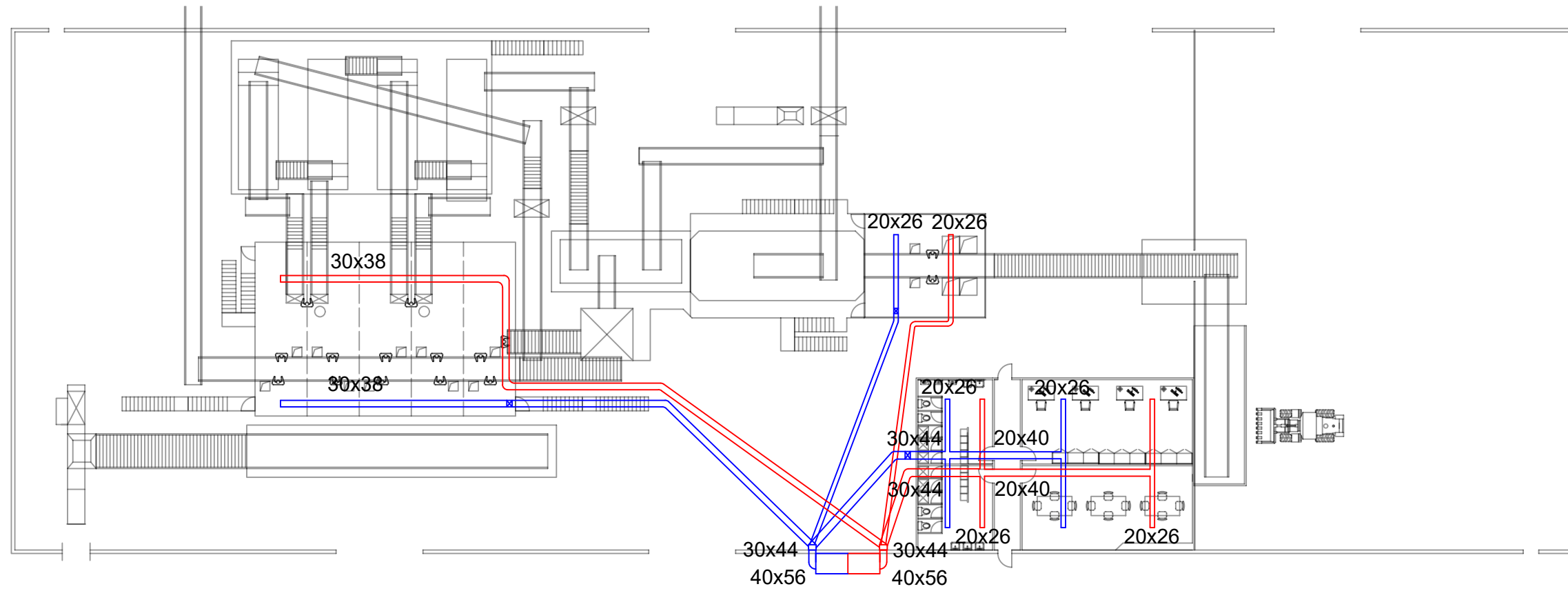
TRABAJO FINAL DE MASTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

Proyecto:
 Proyecto estructural de nave industrial de 2700 m2 destinada a selección de envases ligeros con capacidad de 5 t/h situada en la planta de tratamiento de RSU de Caudete de las Fuentes (Valencia). Diseño de instalaciones PCI, iluminación y climatización.



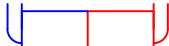

Plano: Cerramiento y pluviales
 Autor: Pablo Oleaga gutiérrez

Fecha: Abril 2021
 Escala: 1:300

Nº Plano: 11



Unidades en cm

Leyenda	
	Impulsión
	Retorno
	UTA
	Válvula VAV
UTA	
Caudal	5000 m ³ /h
Pot cal	22,07 kW
Pot refr	9,41 kW

TRABAJO FINAL DE MASTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL



ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR INGENIERÍA
INDUSTRIAL VALENCIA

Proyecto:
Proyecto estructural de nave industrial de 2700 m² destinada a selección de envases ligeros con capacidad de 5 t/h situada en la planta de tratamiento de RSU de Caudete de las Fuentes (Valencia). Diseño de instalaciones PCI, iluminación y climatización.

Plano:
Climatización

Autor:
Pablo Oleaga gutierrez

Fecha:
Junio 2022

Escala:
1:300

Nº Plano:

12