



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial

Proyecto de estructura metálica y de instalación eléctrica
de un pabellón deportivo situado en Vinarós (Castellón) de
4.025 metros cuadrados

Trabajo Fin de Máster

Máster Universitario en Ingeniería Industrial

AUTOR/A: Sancho Tena, Jesús

Tutor/a: Roldán Blay, Carlos

Cotutor/a: Lapuebla Ferri, Andrés

CURSO ACADÉMICO: 2023/2024

RESUMEN

El objetivo principal de este TFM consiste en el diseño y cálculo de una estructura metálica de dimensiones 115 x 35 metros para el uso deportivo, como puede ser un pabellón, así como la cimentación necesaria para la estructura correspondiente. Al mismo tiempo, se realizará el proyecto eléctrico de dicho edificio de uso deportivo diseñando y calculando las líneas eléctricas necesarias para las tomas de corriente y la iluminación. Para finalizar, también se realizará el cálculo y diseño de dos estructuras metálicas anexas a la estructura principal correspondiente a la zona de acceso y a los vestuarios. También se hará el proyecto eléctrico de estas zonas.

Palabras Clave: Diseño estructural; Pabellón deportivo; Estructuras metálicas; Cimentación; Proyecto eléctrico; Iluminación deportiva; Cálculo de estructuras.

RESUM

L'objectiu principal d'aquest TFM consisteix en el disseny i el càlcul d'una estructura metàl·lica de dimensions 115 x 35 metres per a l'ús esportiu, com pot ser un pavelló, així com la fonamentació necessària per a l'estructura corresponent. Alhora, es realitzarà el projecte elèctric de l'edifici d'ús esportiu dissenyant i calculant les línies elèctriques necessàries per les tomes de corrent i la il·luminació. Per finalitzar, també es realitzarà el càlcul i disseny de dues estructures metàl·liques annexes a l'estructura principal corresponent a la zona d'accés i als vestidors. També es realitzarà el projecte elèctric d'aquestes zones.

Paraules clau: Disseny estructural; Pavelló esportiu; Estructures metàl·liques; Fonamentació; Projecte elèctric; Il·luminació esportiva; Càlcul d'estructures.

ABSTRACT

The main objective of this TFM consists of the design and calculation of a metal structure measuring 115 x 35 meters for sports use, such as a pavilion, as well as the necessary foundation for the corresponding structure. At the same time, the electrical project of said sports building will be carried out, designing and calculating the electrical lines necessary for power outlets and lighting. Finally, the calculation and design of two metal structures attached to the main structure corresponding to the access area and the changing rooms will also be carried out. The electrical project for these areas will also be done.

Palabras Clave: Structural designs; Sports pavilion; Metal structures; Foundation; Electrical project; Sports lighting; Structural calculation.

ÍNDICE GENERAL

DOCUMENTO I. MEMORIA

DOCUMENTO II. ANEXO DE CÁLCULO ESTRUCTURAL

DOCUMENTO III. ANEXO DE CÁLCULO ELÉCTRICO

DOCUMENTO IV. PLIEGO DE CONDICIONES

DOCUMENTO V. PRESUPUESTO

DOCUMENTO VI. PLANOS

DOCUMENTO I

MEMORIA

ÍNDICE DE LA MEMORIA

1.	Objeto del proyecto	12
2.	Motivación	12
3.	Alcance	12
4.	Antecedentes	12
5.	Situación y emplazamiento	13
5.1.	Descripción de la parcela y distribución.	14
6.	Normas y referencias	15
6.1.	Normas aplicadas cálculo de estructura.....	15
6.2.	Normas aplicadas cálculo eléctrico.....	16
6.3.	Programas de cálculo.....	16
7.	Descripción de la estructura	17
7.1.	Descripción general de la estructura	17
7.2.	Materiales	18
7.3.	Pórtico de fachada y sistema arriostramiento.....	19
7.4.	Pórtico interior tipo	19
7.5.	Arriostramientos en fachada lateral, cubierta y viga perimetral	20
7.6.	Placas de anclaje	21
7.7.	Cimentación	24
7.8.	Correas.....	27
8.	Descripción instalación eléctrica.....	28
8.1.	Resumen instalación a realizar	28
8.2.	Potencia prevista	28
8.3.	Descripción de las instalaciones de enlace.....	30
8.3.1.	Centro de transformación.....	30
8.3.2.	Caja general de protección y medida	30
8.3.2.1.	Puesta a tierra CGP	30

8.3.3. Equipos de medida	31
8.3.4. Línea general de alimentación/derivación individual.....	31
8.3.4.1. Descripción: Longitud, sección, diámetro tubo	31
8.3.4.2. Canalizaciones.....	31
8.3.4.3. Conductores.....	31
8.3.4.4. Tubos protectores.....	31
8.3.4.5. Conductor de protección	31
8.4. Descripción instalación interior	32
8.4.1. Clasificación y caracterización instalaciones según riesgo	32
8.4.1.1. Locales de pública concurrencia (ITC-BT-28)	32
8.4.1.2. Locales húmedos (ITC BT 30)	32
8.4.1.3. Canalizaciones.....	32
8.4.1.4. Aparamenta	33
8.4.1.5. Alumbrado	33
8.5. Cuadro general de distribución	33
8.5.1. Características y composición.....	33
8.6. Líneas de distribución y canalización.....	35
8.6.1. Sistema de instalación elegido	36
8.6.2. Descripción: longitud, sección y diámetro del tubo	36
8.6.3. Número de circuitos, destinos y puntos de utilización.....	36
8.6.4. Conductor de protección.	37
8.7. Suministros complementarios	37
8.7.1. Socorro.....	37
8.7.2. Reserva.....	37
8.7.3. Duplicado	38
8.8. Alumbrado de emergencia	38
8.8.1. Alumbrado de seguridad	38
8.8.2. Alumbrado de reemplazamiento.....	39
8.8.3. Emplazamiento alumbrado de seguridad.....	39
8.9. Línea de puesta a tierra	39
8.9.1. Tomas de tierra (electrodos)	39
8.9.2. Conductores de tierra o línea de enlace.....	40
8.9.3. Borne principal de tierra.....	40

8.9.4. Conductores de protección	41
8.10. Red de equipotencialidad.	41
8.11. Instalación con fines especiales.....	41
9. Presupuesto	42
9.1. Acondicionamiento del terreno.....	42
9.2. Cimentaciones	42
9.3. Estructura.....	42
9.4. Fachadas y cubiertas.....	42
9.5. Instalaciones	42
9.6. Gestión de residuos	42
9.7. Seguridad y salud.....	42
9.8. Resumen del presupuesto	43
10. Bibliografía	44

Índice de las figuras

Figura 1. Situación/Localización de la parcela.	13
Figura 2. Distribución interior parcela.	14
Figura 3. Dimensiones campo reglamentario Fútbol Sala.....	15
Figura 4. Alzado pórtico interior junto con edificio anexo para vestuarios/almacenamiento (cotas en metros).....	17
Figura 5. Planta donde se ubican los edificios anexos (cotas en metros).....	17
Figura 6. Vista 3D de la estructura metálica y la cimentación.	18
Figura 7. Alzado del pórtico de fachada (cotas en metros)	19
Figura 8. Alzado pórtico interior	19
Figura 9. Unión cumbrera (IPE400 con cartelas).....	20
Figura 10. Unión en coronación (unión pilar y jacena)	20
Figura 11. Arriostramientos laterales.....	21
Figura 12. Arriostramientos en cubierta.	21
Figura 13. Distribución diferentes placas de anclaje.....	21
Figura 14. Placa de anclaje tipo 1 (PA1)	22
Figura 15. Placa de anclaje tipo 2 (PA2)	22
Figura 16. Placa de anclaje tipo 3 (PA3)	23
Figura 17. Placa de anclaje tipo 4 (PA4)	23
Figura 18. Placa de anclaje tipo 5 (PA5)	24
Figura 19. Zapata tipo pórtico fachada nave principal.....	24
Figura 20. Zapata tipo pilares exteriores nave principal.....	25
Figura 21. Zapata tipo pilares interiores nave almacén/vestuarios.....	25
Figura 22. Zapata tipo pilares de fachada nave almacén/vestuarios.....	26
Figura 23. Zapata tipo pilares exteriores nave almacén/vestuarios.	26
Figura 24. Zapata tipo pilares nave recepción/hall.....	27
Figura 25. Viga de atado.....	27
Figura 26. Unión tipo correa-ejió n-perfil (fuente: www.kmsteel.es)	27
Figura 27. Potencia tomas de fuerza.....	28
Figura 28. Potencia iluminación pistas de juego.....	29

Figura 29. Potencia iluminación hall/vestuarios	29
Figura 30. Potencia total instalada.....	30
Figura 31. Esquema TT.	30
Figura 32. Sección mínima conductor de protección.....	31
Figura 33. Locales pública concurrencia	32
Figura 34. Distribución cuadros eléctricos.....	33
Figura 35. Cuadro Secundarios Instalación	34
Figura 36. Cuadro Secundario 1	34
Figura 37. Cuadro secundario 2	35
Figura 38. Bandeja perforada.....	36
Figura 39. Diámetro mínimo en función número y sección conductores.....	36
Figura 40. Secciones mínimas conductores de tierra	40
Figura 41. Sección conductores de protección	41
Figura 42. Resumen presupuesto.....	43
Figura 43. Valor básico de la velocidad del viento.....	49
Figura 44. Mapa peligrosidad sísmica (fuente: NSCE).....	52
Figura 45. Coeficientes parciales de seguridad para las acciones (fuente: CTE-DB-SE).....	53
Figura 46. Coeficientes de simultaneidad (fuente: CTE-DB-SE)	54
Figura 47. Pórtico a analizar.....	62
Figura 48. Placa anclaje N31.....	97
Figura 49. Placa anclaje N192	101
Figura 50. Pórtico de fachada.....	105
Figura 51. Placa anclaje pórtico fachada.....	109
Figura 52. Vigas perimetrales de estudio.....	113
Figura 53. Zapatas del proyecto.....	114
Figura 54. I consumo trifásico.....	126
Figura 55. I consumo monofásico	126
Figura 56. Fórmulas caídas de tensión.....	126
Figura 57. Tipo de luminarias utilizadas en el edificio.....	127
Figura 58. Luminarias zona recepción/vestíbulo	127

Figura 59. Luminarias zona vestuarios y almacén.....	128
Figura 60. Luminarias para la zona de juego.....	128
Figura 61. Potencia receptores fuerza zona recepción/vestíbulo.....	129
Figura 62. Potencia receptores fuerza zona vestuarios/almacén.....	129
Figura 63. Tabla intensidades admisibles.....	131
Figura 64. Tabla factores de corrección por agrupamiento.....	131
Figura 65. Tabla factores de corrección para temperaturas ambientales.....	132
Figura 66. Valores K.....	132
Figura 67. Secciones alimentación cuadros.....	132
Figura 68. Circuito alumbrado bajo criterio térmico.....	133
Figura 69. Circuito alumbrado bajo criterio caída tensión.....	134
Figura 70. Circuitos fuerza bajo criterio térmico.....	135
Figura 71. Circuitos fuerza bajo criterio caída de tensión.....	135
Figura 72. Protección contra sobrecargas.....	136
Figura 73. Protección líneas frente sobrecargas.....	136
Figura 74. Circuitos alumbrado frente sobrecargas.....	137
Figura 75. Circuitos de fuerza frente a sobrecargas.....	138
Figura 76. Resistencia y reactancia Red/Trafo.....	139
Figura 77. Corriente cortocircuito líneas generales.....	139
Figura 78. Corriente cortocircuito y poder de corte circuitos alumbrado.....	139
Figura 79. Corriente cortocircuito y poder de corte circuitos de fuerza.....	140
Figura 80. Resistividad en función del terreno.....	141
Figura 81. Tabla 5 ITC-BT-18.....	141
Figura 82. Resistencia conductor enterrado y picas.....	141
Figura 83. Tensión de contacto puesta a tierra.....	142
Figura 84. Cálculos batería de condensadores.....	142

MEMORIA

1. Objeto del proyecto

El objeto de este trabajo de Final de Máster es el diseño y cálculo de una estructura metálica y la correspondiente instalación eléctrica para un pabellón polideportivo ubicado en la localidad de Vinaròs (Castellón).

Se procederá a calcular tanto la estructura metálica como su cimentación, así como la instalación eléctrica correspondiente a las tomas de corriente principales y las luminarias.

2. Motivación

Mediante la realización de este proyecto se pretende poner en práctica, así como afianzar los conocimientos adquiridos en los estudios realizados durante estos años en la Universitat Politècnica de València, tanto los conocimientos del Grado de Tecnologías Industriales (GITI) así como el Máster de Ingeniería Industrial (MUII) en el cual se ha realizado la especialidad de construcción e instalaciones industriales. La principal motivación para realizar este tipo de proyecto ha sido poder aprender a diseñar y calcular estructuras metálicas, así como el diseño de las líneas eléctricas y encontrarse con todas sus dificultades para poder adentrarse dentro del mundo referente a las estructuras metálicas y electricidad.

3. Alcance

El diseño y cálculo de la estructura metálica para el pabellón polideportivo se va a realizar utilizando el grupo de programas de cálculo de CYPE Ingenieros en concreto el módulo de CYPE 3D, así como el Generador de Pórticos. Para poder realizar las mediciones tanto de la estructura metálica como de las líneas eléctricas se realizarán mediante el módulo Arquímedes también del grupo de programas de CYPE Ingenieros.

Para realizar tanto los planos como los unifilares correspondientes se utilizará el programa AUTOCAD.

El cálculo de las líneas eléctricas se realizará haciendo uso de la normativa correspondiente, así como de las hojas de cálculo EXCEL.

4. Antecedentes

En la localidad de Vinaròs (Castellón) ha crecido exponencialmente tanto la oferta como la cantidad de personas que realizan deporte. Actualmente, esta localidad cuenta únicamente con un pabellón polideportivo compuesto por 2 pistas de juego. Ante el aumento de gente que

practica deporte, ha creado la necesidad de construir un nuevo pabellón polideportivo para dar cabida a toda la oferta y gente que practica deporte.

Con la construcción de este nuevo polideportivo, se duplicará el espacio actual, así como renovando las instalaciones municipales y creando bienestar para la población de la localidad.

5. Situación y emplazamiento

Las parcelas se encuentran situadas en la zona residencial de Vinaròs (Castellón) situado al lado del pabellón municipal existente para así poder complementar la demanda deportiva municipal debido al incremento de la práctica de deporte en la localidad. Así también se encuentra cerca de la parada de autobuses de la localidad, así como de diferentes parkings de gran capacidad.

En la manzana que se ha escogido para ubicar el polideportivo, se encuentran las siguientes parcelas:

- Parcela 1: CL PAI SUR 17 SECUNDARIA 4-8 (Ref Catastral. 6240701BE8864S)
- Parcela 2: CL PAI SUR 17 PRIMARIA 2-7 (Ref Catastral. 6240702BE8864S)
- Parcela 3: CL PAI SUR 17 PRIMARIA 2-5 (Ref Catastral. 6240703BE8864S)
- Parcela 4: CL PAI SUR 17 SECUNDARIA 4-4 (Ref Catastral. 6240704BE8864S)
- Parcela 5: CL PAI SUR 17 PRIMARIA 2-3 (Ref Catastral 6240707BE8864S)
- Parcela 6: CL PAI SUR 17 SECUNDARIA 4-2 (Ref Catastral 6240705BE8864S)
- Parcela 7: CL PAI SUR 17 PRIMARIA 2-1 (Ref Catastral. 6240706BE8864S)

El conjunto de estas parcelas anteriormente descritas formará la parcela donde se ubicará el pabellón que se va a calcular en dicho trabajo final de Máster. La parcela definitiva tendrá las dimensiones de 180 metros de longitud por 61 metros de ancho, así siendo una superficie de 11.242 m².



Figura 1. Situación/Localización de la parcela.

5.1. Descripción de la parcela y distribución.

La nave industrial metálica que se va a diseñar es de 4.025 m², con pórticos a dos aguas de luz 35 metros y una longitud de 115 metros. La altura en cumbre del pabellón es de 12 metros con una inclinación de cubierta de 10°.

En un principio, la distribución dentro de la parcela descrita será de la siguiente manera que se muestra en la siguiente figura.

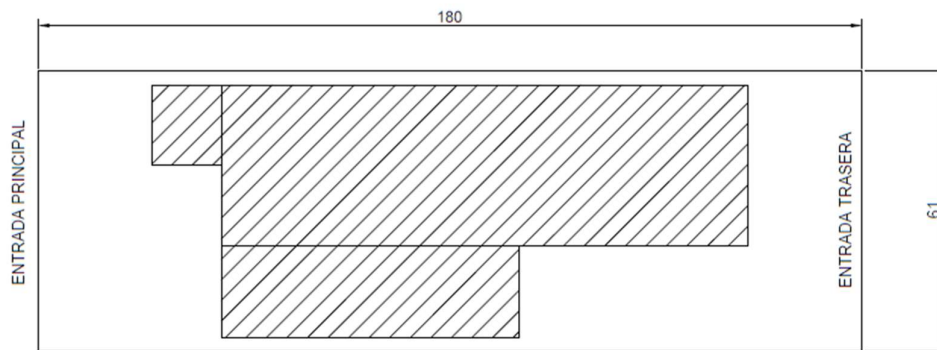


Figura 2. Distribución interior parcela.

Como se puede observar en la figura 2, el edificio quedará centrado en la parcela. La parte del Hall estará ubicada la entrada principal que queda alineada justo con la calle principal actual, así como una entrada trasera que queda justamente por la parte de atrás del edificio. En la entrada principal se ubicará una zona verde con distintos árboles, así como mobiliario urbano para el descanso y espera de la gente que vaya a hacer uso de las instalaciones.

Las dimensiones interiores y la distribución se han diseñado teniendo en cuenta las dimensiones de las Normas Reglamentarias de Campos Pequeños del Consejo Superior de Deportes (CSD), en concreto siguiendo la de Fútbol Sala, al ser el deporte que utiliza mas espacio dentro de la pista reglamentaria de juego.

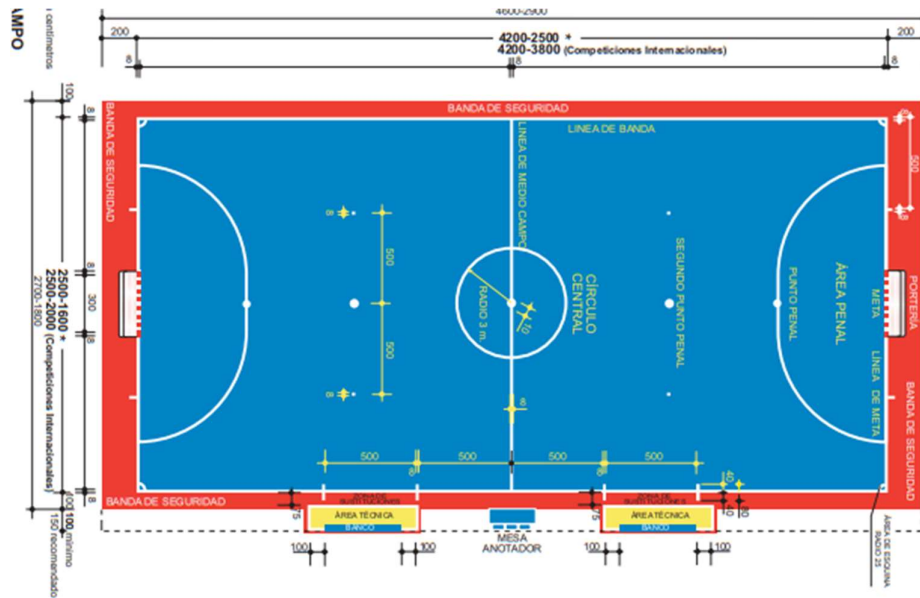


Figura 3. Dimensiones campo reglamentario Fútbol Sala

Por lo tanto, para competiciones internacionales (medida mas restrictiva), con un largo de 42 metros y con un ancho de 27 metros, se puede concluir que el pabellón deportivo podría albergar dichas pistas en su interior.

6. Normas y referencias

6.1. Normas aplicadas cálculo de estructura

Las normas y normativa aplicada en el cálculo de las diferentes estructuras metálicas son las relativas al Código Técnico de la Edificación (CTE) Real decreto 314/2006, en concreto las siguientes descritas a continuación:

- Documento Básico de Seguridad Estructural (DB-SE)
- Documento Básico de Seguridad Estructural Acciones en la Edificación (DB-SE-AE)
- Documento Básico de Seguridad Estructural Cimientos (DB-SE-C)
- Documento Básico de Seguridad Estructural Acero (DB-SE-A)

También se han seguido los criterios referentes al Código Estructural aprobado con el Real Decreto 470/2021.

6.2. Normas aplicadas cálculo eléctrico

En cuanto a la normativa aplicable al proyecto, se han tenido en cuenta las siguientes normas y reglamentos.

ESTATALES

- REBT-2002: Reglamento electrotécnico de baja tensión e Instrucciones técnicas complementarias (ITC) BT 01 a BT 51.
- REAL DECRETO por el que se modifican diversas normas reglamentarias en materia de seguridad industrial para adecuarlas a la Ley 17/2009, de 23 de noviembre, sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio, y a la Ley 25/2009, de 22 de diciembre, de modificación de diversas leyes para su adaptación a la Ley sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio.
- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- REAL DECRETO 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.

NORMAS UNE OBLIGADO CUMPLIMIENTO

- UNE 20-460-94 Parte 5-523: Intensidades admisibles en los cables y conductores aislados.
- UNE 20-434-90: Sistema de designación de cables.
- UNE 20-435-90 Parte 2: Cables de transporte de energía aislados con dieléctricos secos extruidos para tensiones de 1 a 30kV.
- UNE 20-460-90 Instalaciones eléctricas. Protección contra las sobreintensidades.
- UNE 20-460-90 Instalaciones eléctricas. Puesta a tierra y conductores de protección.
- UNE-EN 60947-2: Aparata de baja tensión. Interruptores automáticos.
- Anexo B: Interruptores automáticos con protección incorporada por intensidad diferencial residual.
- UNE-EN 60947-3: Aparata de baja tensión. Interruptores, seccionadores, interruptores-seccionadores y combinados fusibles.
- UNE-EN 60269-1: Fusibles de baja tensión.
- UNE-EN 60898: Interruptores automáticos para instalaciones domésticas y análogas para la protección contra sobreintensidades.

6.3. Programas de cálculo

Ha sido utilizado para el cálculo de la estructura metálica el grupo de programas de CYPE Ingenieros. En concreto, se han empleado los módulos de Generador de Pórticos para el diseño de los pórticos y correas, así como el módulo CYPE 3D para el correspondiente cálculo de la estructura metálica, así como de las cimentaciones.

El presupuesto se ha calculado utilizando el módulo Arquímedes de CYPE Ingenieros.

Para el cálculo de las luminarias correspondientes, se ha empleado el programa DIALUX para obtener las luminarias necesarias.

Para el cálculo de las líneas eléctricas se ha utilizado el programa de cálculo EXCEL.

Finalmente, para realizar los diagramas unifilares, así como los planos necesarios se ha empleado el programa AUTOCAD.

7. Descripción de la estructura

7.1. Descripción general de la estructura

La nave principal se encuentra formada por dos aguas. El ancho de la estructura principal es de 35 metros de luz por 115 metros de profundidad. La altura en cumbrera de la nave es de 12 metros, así como la altura en el alero de la nave es de 9 metros, siendo la inclinación de la cubierta de 10 grados. Hay dos edificios anexos a esta estructura principal, uno es entrada/hall al pabellón (15 x 17.5 metros) y el otro ubicado en un lateral con uso planteado para almacenamiento y vestuarios de las instalaciones (20 x 65 metros).

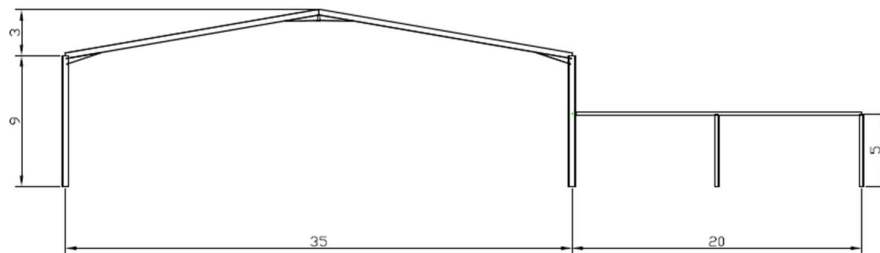


Figura 4. Alzado pòrtico interior junto con edificio anexo para vestuarios/almacenamiento (cotas en metros)

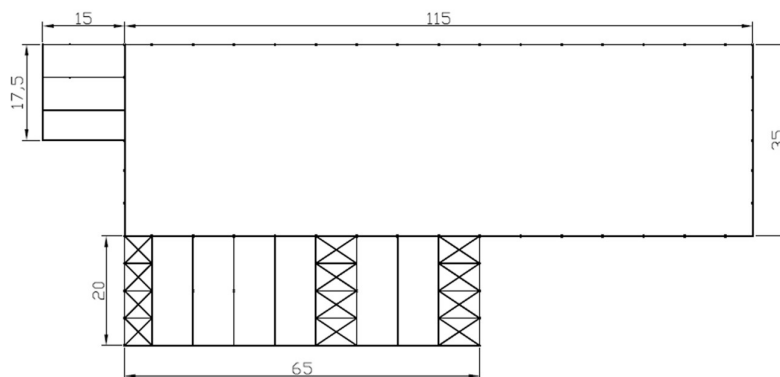


Figura 5. Planta donde se ubican los edificios anexos (cotas en metros).

La estructura principal dispone de diferentes subsistemas estructurales tales como el pòrtico de fachada con los correspondientes arriostramientos, el sistema contraviento de la cubierta que se ha resuelto con una viga tipo Pratt, las diferentes cruces de San Andrés laterales y

arriostramientos intermedios distribuidos proporcionalmente. En el edificio destinado a almacén/vestuarios y para el hall/recepción se ha seguido las mismas indicaciones que se han comentado anteriormente. También se han atado todas las cabezas de los pilares y un punto intermedio de los pilares con vigas perimetrales. En los subsistemas intermedios de arriostramiento se localizarán las juntas de dilatación del edificio. Se solucionarán mediante uniones con ejiones de agujero colisos en las correas para poder absorber las dilataciones que se puedan producir por efecto la acción térmica.

En cuanto a lo referente a la cimentación, se ha optado por las zapatas exteriores que sean todas rectangulares centradas. Todo el sistema de cimentación se ha atado con vigas de atado de hormigón.

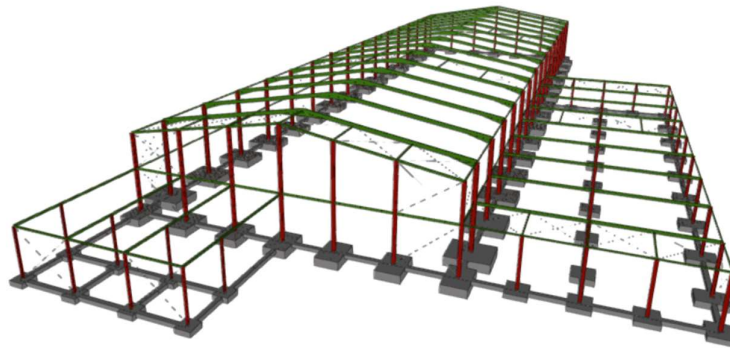


Figura 6. Vista 3D de la estructura metálica y la cimentación.

7.2. Materiales

Los materiales que se han utilizado, tanto para la estructura metálica principal como los edificios anexos, es acero estructural S275. Los pilares se han propuesto como perfiles HEB, mientras que las vigas son perfiles tipo IPE. Las vigas de atado perimetrales también son perfiles tipo IPE y las cruces, para los arriostramientos, se han propuesto con Redondos.

Para las correas, se han utilizado perfiles conformados en frío de tipo CF con calidad S275.

Se ha utilizado el acero B500SD para el acero correspondiente en el armado tanto de las zapatas y de las vigas de atado, así como en los pernos de anclaje.

Para la cimentación, se ha utilizado hormigón armado, siendo el hormigón estructural (de acuerdo al Código Estructural) con las características siguientes:

- HA-25/F/20/XC2

Siguiendo los criterios del CTE-DB-SE, en todas las cimentaciones, previo a la colocación de los armados y del hormigón estructural, se coloca una capa de hormigón de limpieza. Siendo este hormigón de las siguientes características:

- HL-150/B/20

7.3. Pórtico de fachada y sistema arriostramiento

El pórtico de fachada de la nave principal está conformado por 7 perfiles con diferentes separaciones entre ellos de 6 y 5.50 metros respectivamente. Las jácenas de los pórticos de fachada son de perfiles IPE 200 y los pilares del pórtico son HEB 320.

El sistema de arriostramiento se ha diseñado colocando un montante, colocado a 5 metros, de perfil tubular hueco SHS 160x3.0. Los arriostramientos están colocados en los extremos y están formados por barras redondas de perfil R18.

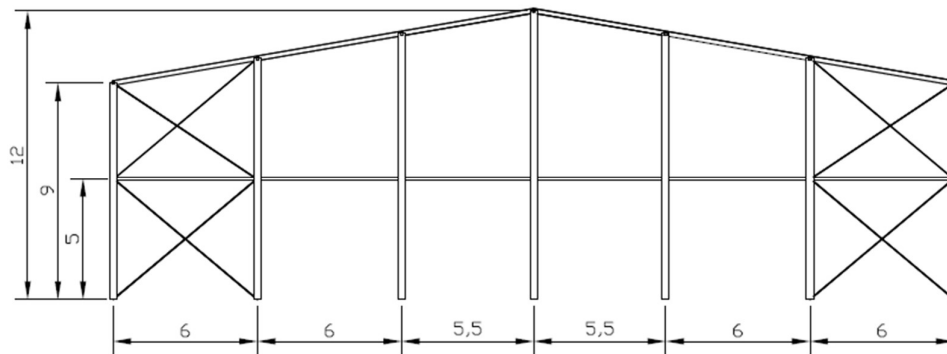


Figura 7. Alzado del pórtico de fachada (cotas en metros)

7.4. Pórtico interior tipo

La estructura principal está formada por 15 pórticos interiores formados por pilares con perfil HEB 450 y las jácenas por perfiles IPE450 reforzados con cartelas.

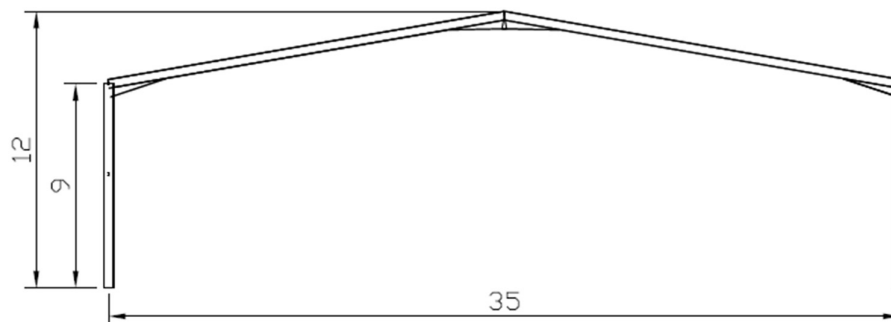


Figura 8. Alzado pórtico interior

A continuación, se muestra un ejemplo de las dos uniones tipo de los pórticos interiores, en primer lugar, será la unión en la cumbrera y la siguiente será la unión en la coronación (unión entre pilar y jácena).

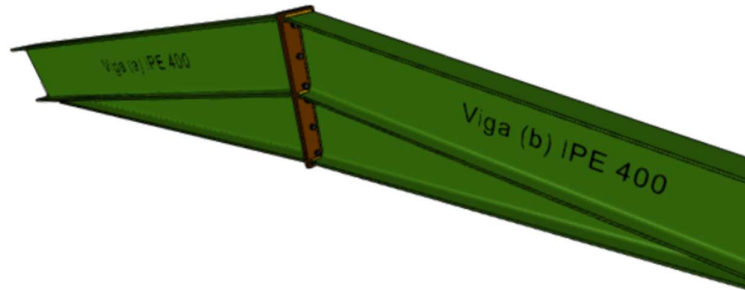


Figura 9. Unión cumbrera (IPE400 con cartelas)

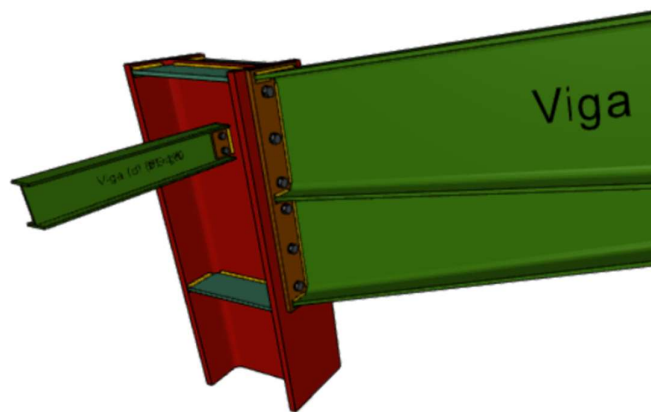


Figura 10. Unión en coronación (unión pilar y jácena)

7.5. Arriostramientos en fachada lateral, cubierta y viga perimetral

La estructura metálica principal cuenta con 14 vanos con una crujía de 7.50 metros, exceptuando los vanos que engloban al pórtico de fachada que tienen una crujía de 5 metros.

Existen dos vigas perimetrales que realizan el atado perimetralmente de la estructura. Estas vigas están formadas por perfiles IPE 120. La primera de ellas colocada a 5 metros y la segunda a 9 metros (altura del pilar).

Se encuentran arriostramientos de cruz de San Andrés en los laterales en 4 vanos, tal y como se aprecia en la figura 10 (a continuación). Los montantes están formados por perfiles IPE120, mientras que los tirantes están formados por redondos.

Los arriostramientos de cubierta se solucionan con vigas tipo Pratt y están entre los mismos pórticos que los arriostramientos laterales. Los perfiles de los montantes son de perfil tubular hueco SHS 110x3.0, mientras que los tirantes están formados por redondos.



Figura 11. Arriostramientos laterales.

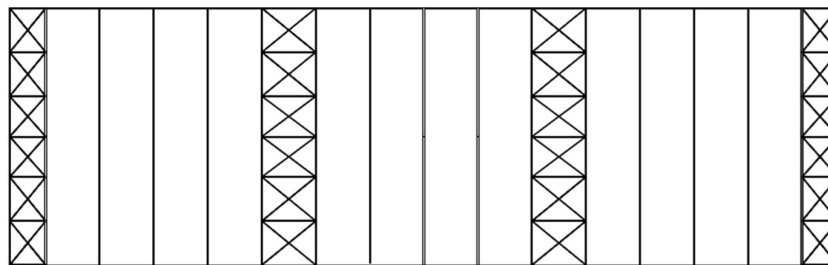


Figura 12. Arriostramientos en cubierta.

7.6. Placas de anclaje

Hay diferentes placas de anclaje tanto en la estructura principal como en los edificios anexos. En la figura que se muestra a continuación, se observan los diferentes tipos.

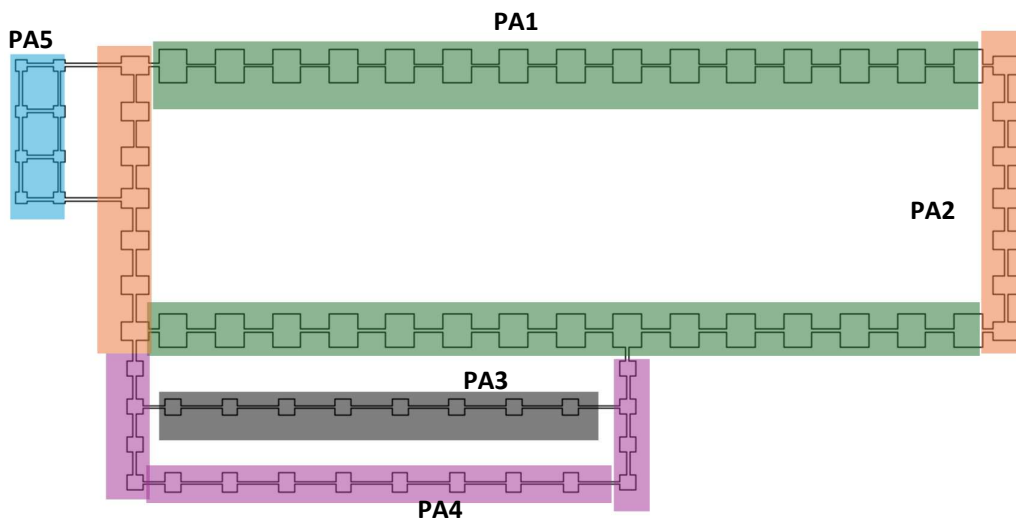


Figura 13. Distribución diferentes placas de anclaje

La placa de anclaje diseñada para los pilares exteriores de la nave principal de perfiles HEB450 tiene una placa base de dimensiones 700 x 850 mm con un espesor de 30 mm. También cuenta con dos rigidizadores paralelos al eje Y de dimensiones 220 x 55 mm con un espesor de 12 mm. Los pernos de anclaje son 6 de diámetro 40 con patilla a 90 grados con una longitud de 650 mm.

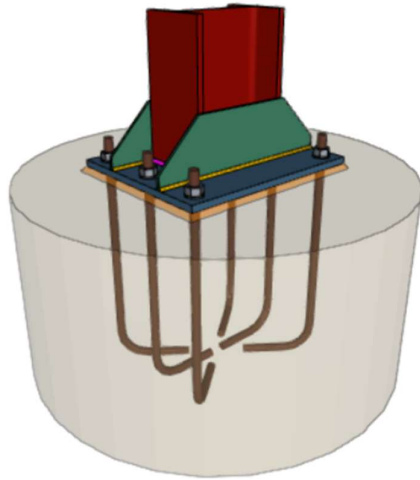


Figura 14. Placa de anclaje tipo 1 (PA1)

La placa de anclaje diseñada para los pilares del pórtico de fachada y contrafachada de la nave principal de perfiles HEB320 tiene una placa base de dimensiones 600 x 650 mm con un espesor de 22 mm. También cuenta con dos rigidizadores paralelos al eje Y de dimensiones 200 x 40 mm con un espesor de 9 mm. Los pernos de anclaje son 8 de diámetro 25 con patilla a 90 grados con una longitud de 450 mm.

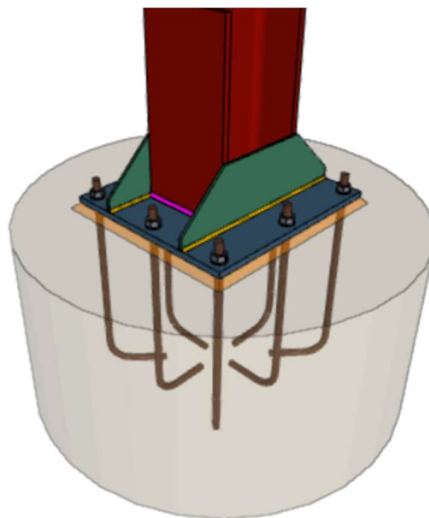


Figura 15. Placa de anclaje tipo 2 (PA2)

La placa de anclaje diseñada para los pilares del pórtico de fachada y contrafachada y pilares exteriores (más desfavorables, se ha cogido esta placa de anclaje para unificar todos del mismo tipo) de la nave anexa con uso para vestuarios/almacén de perfiles HEB260 tiene una placa base de dimensiones 500 x 500 mm con un espesor de 18 mm. También cuenta con dos rigidizadores paralelos al eje Y con un espesor de 7 mm. Los pernos de anclaje son 4 de diámetro 25 con patilla a 90 grados con una longitud de 350 mm.

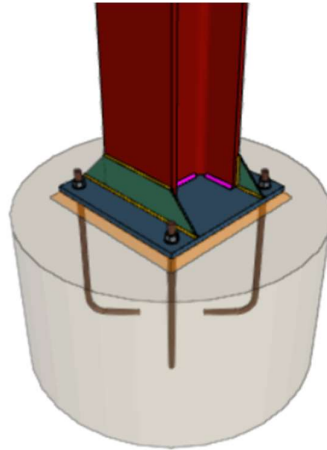


Figura 16. Placa de anclaje tipo 3 (PA3)

La placa de anclaje diseñada para los pilares interiores de la nave anexa con uso para vestuarios/almacén de perfiles HEB260 tiene una placa base de dimensiones 550 x 550 mm con un espesor de 20 mm. También cuenta con dos rigidizadores paralelos al eje Y con un espesor de 8 mm. Los pernos de anclaje son 4 de diámetro 25 con patilla a 90 grados con una longitud de 400 mm.

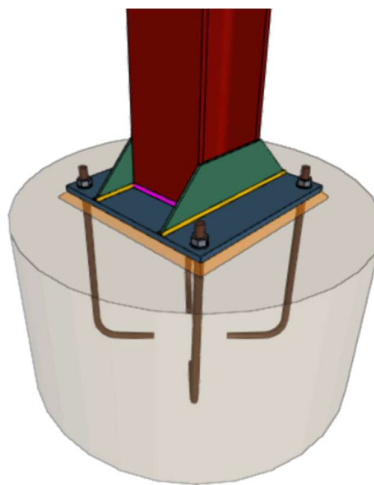


Figura 17. Placa de anclaje tipo 4 (PA4)

La placa de anclaje diseñada para los pilares de la nave anexa con uso para recepción/hall de perfiles HEB180 tiene una placa base de dimensiones 300 x 300 mm con un espesor de 11 mm. Los pernos de anclaje son 4 de diámetro 16 con patilla a 90 grados con una longitud de 300 mm.

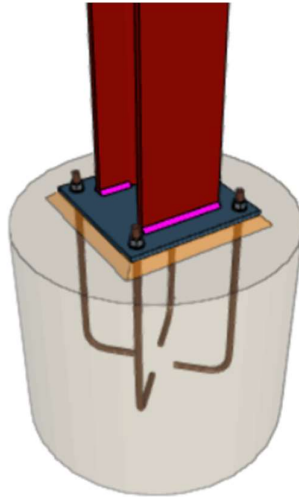


Figura 18. Placa de anclaje tipo 5 (PA5)

7.7. Cimentación

Se han diseñado 6 tipos de zapatas distintos. Las zapatas son de hormigón armado conformado con hormigón estructural HA-25/F/20/XC2 con una base de hormigón de limpieza y el armado está formado por acero estructural B500SD. Todas ellas cuentan tanto con armado superior como armado inferior. A continuación, se describe cada tipo de zapata.

Las zapatas situadas en los pórticos de fachada de la nave principal son rectangulares centradas, con un ancho de zapata de 245 x 360 cm con un canto de 85 cm, con armado superior e inferior en X y en Y.

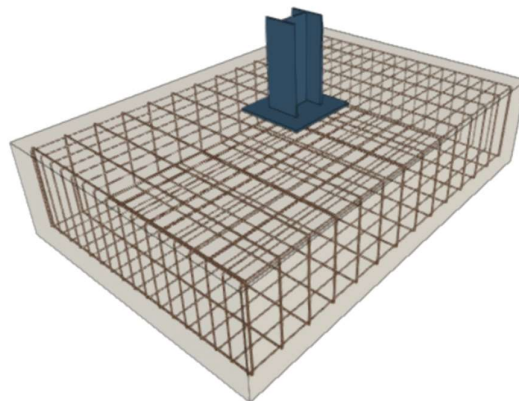


Figura 19. Zapata tipo pórtico fachada nave principal.

Las zapatas situadas en los pilares exteriores de la nave principal son rectangulares centradas, con un ancho de zapata de 375 x 440 cm con un canto de 95 cm, con armado superior e inferior en X y en Y.

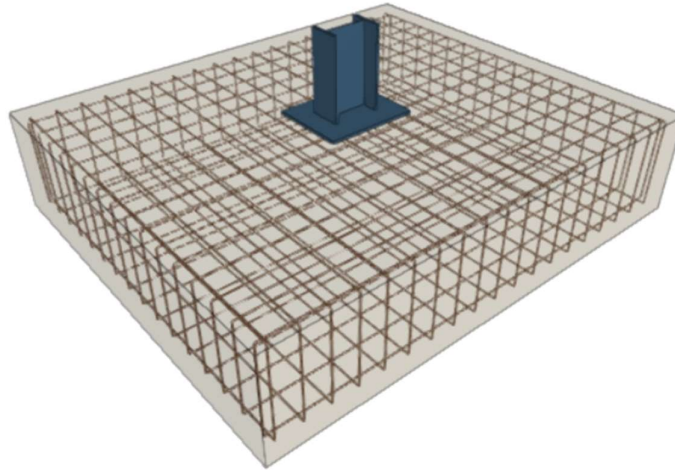


Figura 20. Zapata tipo pilares exteriores nave principal.

Las zapatas situadas en los pilares interiores de la nave anexa con uso para vestuarios/almacén son cuadradas, con un ancho de zapata de 210 x 210 cm con un canto de 60 cm, con armado superior e inferior en X y en Y.

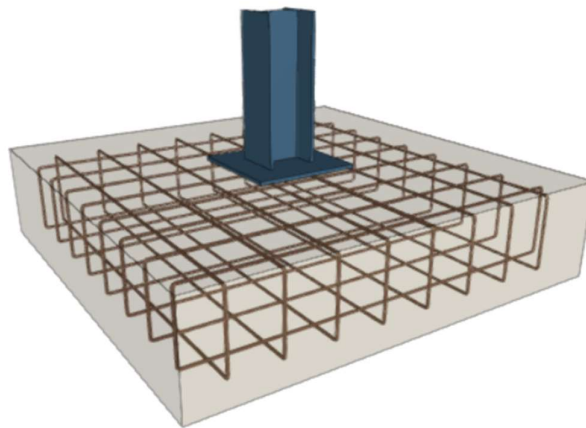


Figura 21. Zapata tipo pilares interiores nave almacén/vestuarios.

Las zapatas situadas en los pilares de fachada de la nave anexa con uso para vestuarios/almacén son rectangulares excéntricas, con un ancho de zapata de 195 x 215 cm con un canto de 45 cm, con armado superior e inferior en X y en Y.

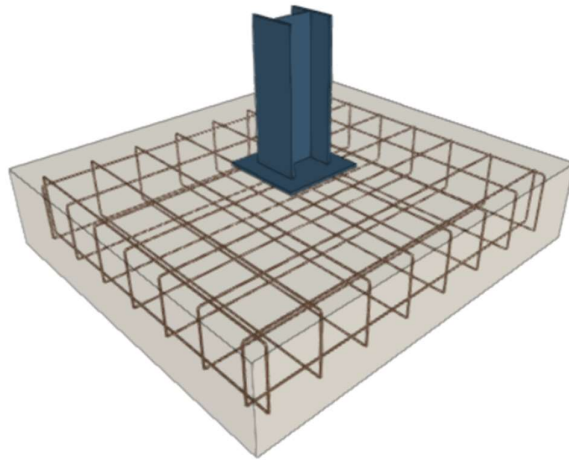


Figura 22. Zapata tipo pilares de fachada nave almacén/vestuarios.

Las zapatas situadas en los pilares exteriores de la nave anexa con uso para vestuarios/almacén son rectangulares excéntricas, con un ancho de zapata de 230 x 180 cm con un canto de 70 cm, con armado superior e inferior en X y en Y.

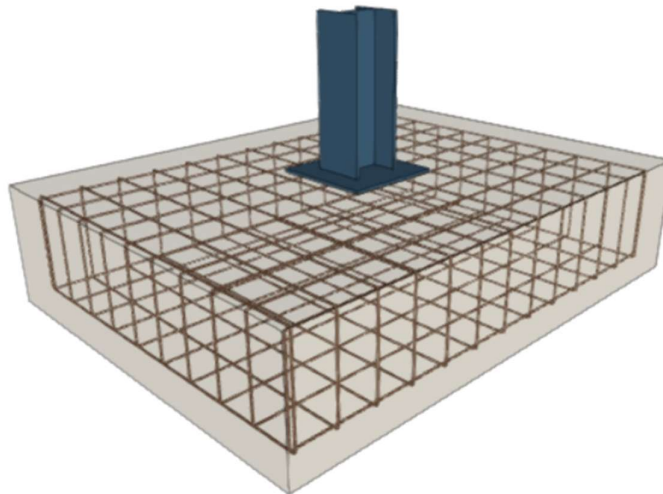


Figura 23. Zapata tipo pilares exteriores nave almacén/vestuarios.

Las zapatas situadas en los pilares de la nave anexa con uso para hall/recepción son cuadradas, con un ancho de zapata de 150 x 150 cm con un canto de 50 cm, con armado superior e inferior en X y en Y.

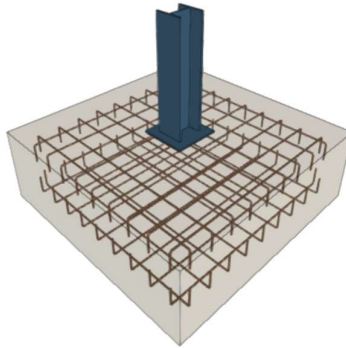


Figura 24. Zapata tipo pilares nave recepción/hall

Respecto a las vigas de atado utilizadas, son de dimensiones de 40 cm de ancho por 40 cm de canto con un armado superior e inferior con barras de diámetro 12 mm y con los estribos de diámetro 8 mm con una calidad de acero de B500SD.

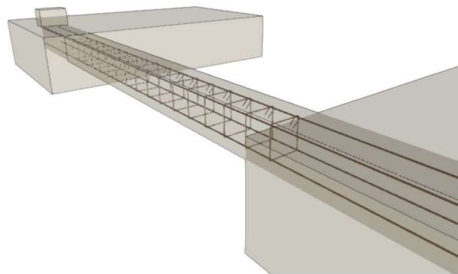


Figura 25. Viga de atado.

7.8. Correas

Para las correas, se ha optado por los perfiles tipo CF, en concreto las correas tanto para la cubierta como para los laterales. son CF 180 x 3.0 con una separación entre correas de 0.75 metros.

La unión de estas correas con los perfiles estructurales se realiza mediante ejiones, cuya unión se muestra en la siguiente figura.

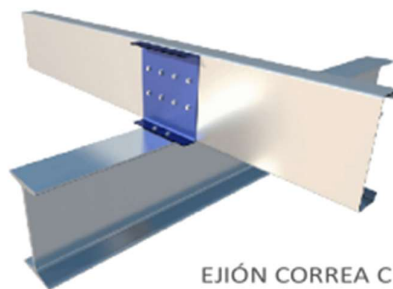


Figura 26. Unión tipo correa-ejión-perfil (fuente: www.kmsteel.es)

8. Descripción instalación eléctrica

8.1. Resumen instalación a realizar

El proyecto está compuesto por una edificación principal, destinada al uso deportivo de la misma, es decir, dos pistas de juego y anexas a esta edificación se encuentran dos edificaciones con diferente uso. La primera de ellas es de uso de recepción(hall), mientras que el otro es de uso de vestuarios y almacén. Dentro de la parcela, anteriormente descrita, se ubicará el centro de transformación que servirá de suministro al pabellón ya que la red eléctrica de la compañía suministradora no posee de ningún transformador cercano al cual se pueda conectar. A continuación del transformador se conectará el cuadro general de protección del pabellón, del cual derivarán los cuadros secundarios de cada estancia.

8.2. Potencia prevista

En el cálculo de potencia prevista del edificio se va a tener en cuenta la potencia total instalada por cada circuito, a la cual se va a proceder un coeficiente de simultaneidad de 0,7 para el alumbrado, mientras que el coeficiente de simultaneidad para la fuerza es de 0,6.

FUERZA HALL/VESTUARIO					
UBICACIÓN	CIRCUITO	TC	TERMO	I _{TOT} (A)	POT (KW)
Vestuario 1	F0.1	3		3.43	0.75
Vestuario 2	F0.2	3		3.43	0.75
Vestuario 3	F0.3	3		3.43	0.75
Vestuario 4	F0.4	3		3.43	0.75
Vestuario 5	F0.5	3		3.43	0.75
Vestuario 6	F0.6	3		3.43	0.75
Vestuario 7	F0.7	3		3.43	0.75
Vestuario 8	F0.8	3		3.43	0.75
Termo 1	F0.9		1	14.49	3.00
Termo 2	F0.10		1	14.49	3.00
Termo 3	F0.11		1	14.49	3.00
Termo 4	F0.12		1	14.49	3.00
Termo 5	F0.13		1	14.49	3.00
Termo 6	F0.14		1	14.49	3.00
Termo 7	F0.15		1	14.49	3.00
Termo 8	F0.16		1	14.49	3.00
Almacen	F0.17	7		8.01	1.75
Cuarto termo	F0.18	2		2.29	0.50
Cuarto electrico 1	F0.19	1		1.14	0.25
Cuarto electrico 2	F0.20	1		1.14	0.25
Hall-1	F0.21	6		6.86	1.50
Hall-2	F0.22	5		5.72	1.25
Motor puerta	F0.23		1	4.58	1.00
	TOTAL			173.15	36.50

Figura 27. Potencia tomas de fuerza.

ILUMINACIÓN PISTAS DE JUEGO	
CIRCUITO	POTENCIA INSTALADA (kW)
AL23	1.120
AL24	1.120
AL25	1.120
AL26	1.120
AL27	1.120
AL28	1.120
AL29	1.120
AL30	1.120
AL31	1.120
AL32	1.120
TOTAL	11.200

Figura 28. Potencia iluminación pistas de juego

ILUMINACIÓN HALL/VESTUARIOS	
CIRCUITO	POTENCIA INSTALADA (kW)
AL1	0.0975
AL2	0.0975
AL3	0.13
AL4	0.13
AL5	0.0325
AL6	0.065
AL7	0.065
AL8	0.131
AL9	0.109
AL10	0.109
AL11	0.1635
AL12	0.196
AL13	0.1635
AL14	0.195
AL15	0.217
AL16	0.217
AL17	0.217
AL18	0.217
AL19	0.217
AL20	0.217
AL21	0.217
AL22	0.217
TOTAL	3.421

Figura 29. Potencia iluminación hall/vestuarios

CIRCUITO	Pinstalada (kW)	Psimult (kW)
Fuerza	36.50	21.90
Iluminación hall/vestuarios	3.42	2.39
Iluminación pistas de juego	11.20	7.84
TOTAL	51.12	32.13

Figura 30. Potencia total instalada.

Como se puede observar en la tabla anterior, la potencia total instalada que se prevé es de 51,12 kW. Aunque teniendo en cuenta los coeficientes de simultaneidad descritos anteriormente, la potencia simultánea es de 32,13 kW con suministro trifásico.

8.3. Descripción de las instalaciones de enlace

8.3.1. Centro de transformación

La potencia de suministro en baja tensión es de 32.13 kW (< 50 kW), según el artículo 46 del Real Decreto 1955/2000, no es necesario hacer uso de un centro de transformación. Pero, como en este proyecto, no se ha tenido en cuenta la instalación de climatización y otras necesidades derivadas de las actividades deportivas, se va a proceder a instalar un centro de transformación para posibles instalaciones futuras, que seguramente superen la potencia de 50 kW, condición indispensable para la colocación de un centro de transformación. La ubicación del CT se puede observar en los planos del proyecto.

En un primer momento, no es necesario colocar ningún transformador, pero se dejará preparada la instalación para futuras ampliaciones.

8.3.2. Caja general de protección y medida

No se prevé la instalación de una caja de protección y medida, debido a que se trata de un centro de transformación particular.

8.3.2.1. Puesta a tierra CGP

El CGP se ha diseñado teniendo en cuenta que la puesta a tierra será realizada mediante un esquema TT.

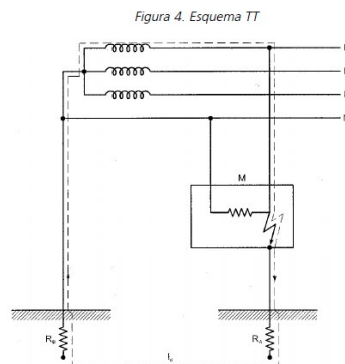


Figura 31. Esquema TT.

8.3.3. Equipos de medida

Los equipos de medida necesarios se situarán junto al CGP, en fachada, siendo fácilmente accesibles para la empresa suministradora.

El contador será de tipo digital, con posibilidad de discriminación horaria y programable para diferentes tarifas disponibles. La medida será de tipo indirecta, por lo que será necesario instalar un módulo de transformadores calibrados.

Las características de los equipos de medida se corresponden a las normalizadas por la empresa de suministro de energía según el contrato adoptado.

8.3.4. Línea general de alimentación/derivación individual

8.3.4.1. Descripción: Longitud, sección, diámetro tubo

La línea general de alimentación se instalará enterrada con una longitud de 10 m, distancia entre el Centro de transformación y el CGP.

Se instalará una línea de suministro trifásica de 4x35 mm² + TTx35 mm²

8.3.4.2. Canalizaciones

La derivación individual discurrirá bajo tubo empotrado en todo su camino, disposición tipo B1, según la Norma UNE 20460-5-523:2004.

8.3.4.3. Conductores

Los conductores tienen la siguiente denominación normalizada:

RZ1-K(AS) 0,6/1 kV, 3x35 mm² + TTx35 mm² Cu.

8.3.4.4. Tubos protectores

Se utilizará tubo clasificado como "no propagador de la llama" de 75 mm de diámetro exterior.

8.3.4.5. Conductor de protección

Se utilizará un conductor RZ1-K(AS) 0,6/1 kV, 1x35 mm² cumpliendo con la dimensión mínima de la toma de tierra según la tabla 2 de la ITC-BT-18 REBT.

Sección de los conductores de fase de la instalación S (mm ²)	Sección mínima de los conductores de protección S_p (mm ²)
$S \leq 16$	$S_p = S$
$16 < S \leq 35$	$S_p = 16$
$S > 35$	$S_p = S/2$

Figura 32. Sección mínima conductor de protección

8.4. Descripción instalación interior

8.4.1. Clasificación y caracterización instalaciones según riesgo

El diseño de la instalación interior se ha dimensionado y diseñado siguiendo el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, incidiendo en las Instrucciones Técnicas Complementarias 28 (Locales de Pública Concurrencia) y la 30 (Locales húmedos).

8.4.1.1. Locales de pública concurrencia (ITC-BT-28)

Según la ITC 28, un pabellón deportivo se clasifica como un local de espectáculo y actividades recreativas, por lo tanto, se trata de un local de pública concurrencia.

- **Locales de espectáculos y actividades recreativas:**

Cualquiera que sea su capacidad de ocupación, como por ejemplo, cines, teatros, auditorios, estadios, pabellones deportivos, plazas de toros, hipódromos, parques de atracciones y ferias fijas, salas de fiesta, discotecas, salas de juegos de azar.

- **Locales de reunión, trabajo y usos sanitarios:**

- Cualquiera que sea su ocupación, los siguientes: Templos, Museos, Salas de conferencias y congresos, casinos, hoteles, hostales, bares, cafeterías, restaurantes o similares, zonas comunes en agrupaciones de establecimientos comerciales, aeropuertos, estaciones de viajeros, estacionamientos cerrados y cubiertos para más de 5 vehículos, hospitales, ambulatorios y sanatorios, asilos y guarderías
- Si la ocupación prevista es de más de 50 personas: bibliotecas, centros de enseñanza, consultorios médicos, establecimientos comerciales, oficinas con presencia de público, residencias de estudiantes, gimnasios, salas de exposiciones, centros culturales, clubes sociales y deportivos

Figura 33. Locales pública concurrencia

8.4.1.2. Locales húmedos (ITC BT 30)

Según la ITC 30, se definen a los locales húmedos como: *“locales o emplazamientos húmedos son aquellos cuyas condiciones ambientales se manifiestan momentánea o permanentemente bajo la forma de condensación en el techo y paredes, manchas salinas o moho aún cuando no aparezcan gotas, ni el techo o paredes estén impregnadas de agua”*.

En el caso de estudio, son locales húmedos todos los vestuarios.

8.4.1.3. Canalizaciones

Las canalizaciones del proyecto serán estancas, utilizándose para terminales, empalmes y conexiones de las mismas, dispositivos que presenten un grado de protección correspondiente a la caída vertical de gotas de agua (IPX1).

Los conductores tendrán una tensión asignada de 450/750 V y discurrirán por el interior de tubos:

- Empotrados: según las especificaciones de la ITC-BT-21.
- En superficie: según lo especificado en la ITC-BT-21, pero con un grado de resistencia a la corrosión 3.

Los conductores tendrán una tensión asignada de 0,6/1 kV y discurrirán por:

- En el interior de huecos de la construcción.
- Fijados en superficie mediante dispositivos hidrófugos y aislantes.

8.4.1.4. Aparamenta

Las cajas de conexión, interruptores, tomas de corriente y toda la aparamenta utilizada, deberá tener un grado de protección correspondiente a la caída vertical de gotas de agua, IPX1. Sus cubiertas y las partes accesibles de los accionamientos no deberán ser metálicos.

8.4.1.5. Alumbrado

Los receptores de alumbrado estarán protegidos contra la caída vertical de agua, IPX1 y no serán de clase 0.

8.5. Cuadro general de distribución

8.5.1. Características y composición

El cuadro general de distribución alimenta a 2 subcuadros y además se ha instalado una batería de condensadores para poder compensar la reactiva.

En concreto, el cuadro alimenta a:

- Cuadro Secundario Hall/Vestíbulo-Pistas de juego
- Cuadro Secundario Vestuarios/Almacén

En concreto, en la siguiente figura, se puede observar la correspondiente distribución mencionada anteriormente.

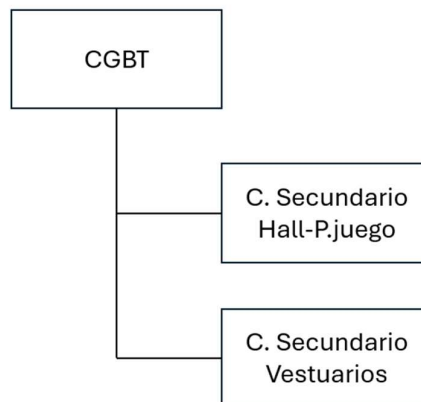


Figura 34. Distribución cuadros eléctricos.

El cuadro general está protegido con un interruptor automático trifásico de 4 polos de 63 A con un poder de corte de 20 kA.

Además, cada línea que alimenta a los cuadros secundarios se encuentra protegida contra sobrecargas y cortocircuitos por un interruptor magnetotérmico trifásico, y contra los contactos indirectos por interruptores diferenciales. En los diferentes esquemas unifilares (planos) se puede observar detalladamente.

Línea	S (mm ²)	Magnetotérmico		Diferencial	
		Polos, In (A)	P. de corte (kA)	Polos, In (A)	Sens (mA)
Línea 1 (C.sec 1)	4x16 + TTx16 Cu	4 x 40	20	4x63	300
Línea 2 (C.sec 2)	4x16 + TTx16 Cu	4 x 40	20	4x63	300

Figura 35. Cuadro Secundarios Instalación

Cuadro Secundario 1. Hall/Recepción-Pista de juego					
Línea	S (mm ²)	Magnetotérmico		Diferencial	
		Polos, In (A)	P. de corte (kA)	Polos, In (A)	Sens (mA)
AL1	2x1,5 + TTx1,5 Cu	2 x 10	10	2x25	30
AL2	2x1,5 + TTx1,5 Cu	2 x 10	10		
AL3	2x1,5 + TTx1,5 Cu	2 x 10	10		
AL4	2x1,5 + TTx1,5 Cu	2 x 10	10	2x25	30
AL5	2x1,5 + TTx1,5 Cu	2 x 10	10		
AL23	2x4 + TTx4 Cu	2 x 20	10		
AL24	2x4 + TTx4 Cu	2 x 20	10	4x25	30
AL25	2x4 + TTx4 Cu	2 x 20	10		
AL26	2x4 + TTx4 Cu	2 x 20	10		
AL27	2x4 + TTx4 Cu	2 x 20	10	4x25	30
AL28	2x4 + TTx4 Cu	2 x 20	10		
AL29	2x4 + TTx4 Cu	2 x 20	10		
AL30	2x4 + TTx4 Cu	2 x 20	10	4x25	30
AL31	2x4 + TTx4 Cu	2 x 20	10		
AL32	2x4 + TTx4 Cu	2 x 20	10		
F0.20	2x2,5 + TTx2,5 Cu	2 x 16	10	4x25	30
F0.21	2x2,5 + TTx2,5 Cu	2 x 16	10		
F0.22	2x2,5 + TTx2,5 Cu	2 x 16	10		
F0.23	2x2,5 + TTx2,5 Cu	2 x 16	10		

Figura 36. Cuadro Secundario 1

Cuadro Secundario 2. Vestuarios/Almacén					
Línea	S (mm ²)	Magnetotérmico		Diferencial	
		Polos, In (A)	P. de corte (kA)	Polos, In (A)	Sens (mA)
AL6	2x1,5 + TTx1,5 Cu	2 x 10	6	2x25	30
AL7	2x1,5 + TTx1,5 Cu	2 x 10	6		
AL8	2x1,5 + TTx1,5 Cu	2 x 10	6	2x25	30
AL9	2x1,5 + TTx1,5 Cu	2 x 10	6		
AL10	2x1,5 + TTx1,5 Cu	2 x 10	6	2x25	30
AL11	2x1,5 + TTx1,5 Cu	2 x 10	6		
AL12	2x1,5 + TTx1,5 Cu	2 x 10	6	2x25	30
AL13	2x1,5 + TTx1,5 Cu	2 x 10	6		
AL14	2x1,5 + TTx1,5 Cu	2 x 10	6	2x25	30
AL15	2x1,5 + TTx1,5 Cu	2 x 10	6		
AL16	2x1,5 + TTx1,5 Cu	2 x 10	6	2x25	30
AL17	2x1,5 + TTx1,5 Cu	2 x 10	6		
AL18	2x1,5 + TTx1,5 Cu	2 x 10	6	2x25	30
AL19	2x1,5 + TTx1,5 Cu	2 x 10	6		
AL20	2x1,5 + TTx1,5 Cu	2 x 10	6	2x25	30
AL21	2x1,5 + TTx1,5 Cu	2 x 10	6		
AL22	2x1,5 + TTx1,5 Cu	2 x 10	6	2x25	30
F0.1	2x2,5 + TTx2,5 Cu	2 x 16	6	4x25	30
F0.2	2x2,5 + TTx2,5 Cu	2 x 16	6		
F0.3	2x2,5 + TTx2,5 Cu	2 x 16	6	4x25	30
F0.4	2x2,5 + TTx2,5 Cu	2 x 16	6		
F0.5	2x2,5 + TTx2,5 Cu	2 x 16	6	4x25	30
F0.6	2x2,5 + TTx2,5 Cu	2 x 16	6		
F0.7	2x2,5 + TTx2,5 Cu	2 x 16	6	4x25	30
F0.8	2x2,5 + TTx2,5 Cu	2 x 16	6		
F0.9	2x4 + TTx4 Cu	2 x 20	6	4x25	30
F0.10	2x4 + TTx4 Cu	2 x 20	6		
F0.11	2x4 + TTx4 Cu	2 x 20	6	4x25	30
F0.12	2x4 + TTx4 Cu	2 x 20	6		
F0.13	2x4 + TTx4 Cu	2 x 20	6	4x25	30
F0.14	2x4 + TTx4 Cu	2 x 20	6		
F0.15	2x4 + TTx4 Cu	2 x 20	6	4x25	30
F0.16	2x4 + TTx4 Cu	2 x 20	6		
F0.17	2x2,5 + TTx2,5 Cu	2 x 16	6	4x25	30
F0.18	2x2,5 + TTx2,5 Cu	2 x 16	6		
F0.19	2x2,5 + TTx2,5 Cu	2 x 16	6	2x25	30

Figura 37. Cuadro secundario 2

8.6. Líneas de distribución y canalización.

Cada circuito estará constituido por los cables unipolares y su correspondiente tensión de aislamiento. Esta composición se ha seleccionado de forma particular en cada una de las zonas de instalación.

8.6.1. Sistema de instalación elegido

La instalación de las líneas será sobre bandejas perforadas para cables unipolares en contacto con el aire libre. Concretamente se trata del método de instalación F de la tabla 52-B1 de la norma UNE 20460 5.523.



Figura 38. Bandeja perforada

8.6.2. Descripción: longitud, sección y diámetro del tubo

Los tubos serán flexibles de PVC no propagador de llama y podrán discurrir tanto por el falso techo como empotrados a las paredes o bajo suelo flotante.

Los diámetros se han escogido dependiendo del número y sección de los conductores que deberán ir en su interior, siguiendo el criterio de la Tabla 2 de la ITC-BT-21 (Instalaciones interiores o receptoras (tubos y canales protectores))

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

Figura 39. Diámetro mínimo en función número y sección conductores.

8.6.3. Número de circuitos, destinos y puntos de utilización

El número de circuitos, destinos y puntos de utilización de cada circuito se pueden observar tanto en los apartados anteriores como en el anejo de cálculo y planos.

Para los circuitos que discurren del cuadro general a los cuadros secundarios se han escogido conductores XLPE3 (trifásicos), mientras que para las líneas finales de cada cuadro secundario

se han escogido conductores PVC2 (monofásicos). Todos los conductores serán de baja emisión de humos y baja toxicidad RZ1.

8.6.4. Conductor de protección.

Los conductores de protección se han dimensionado cumpliendo con la dimensión mínima de la toma de tierra según la tabla 2 de la ITC-BT-18 REBT.

8.7. Suministros complementarios

Según la ITC-BT-28, además del alumbrado de emergencia, los locales de pública concurrencia deberán disponer también de suministros complementarios, si se da el caso.

Según el artículo 10 del REBT 2002, los suministros complementarios se definen como:

“Suministros complementarios o de seguridad son los que, a efectos de seguridad y continuidad de suministro, complementan a un suministro normal. Estos suministros podrán realizarse por dos empresas diferentes o por la misma Empresa, cuando se disponga, en el lugar de utilización de la energía, de medios de transporte y distribución independientes, o por el usuario mediante medios de producción propios. Se considera suministro complementario aquel que aun partiendo del mismo transformador, dispone de línea de distribución independiente del suministro normal desde su mismo origen en baja tensión. Se clasifican en suministro de socorro, suministro de reserva y suministro duplicado:

*a) **Suministro de socorro** es el que está limitado a una potencia receptora mínima equivalente al 15 por 100 del total contratado para el suministro normal.*

*b) **Suministro de reserva** es el dedicado a mantener un servicio restringido de los elementos de funcionamiento indispensables de la instalación receptora, con una potencia mínima del 25 por 100 de la potencia total contratada para el suministro normal.*

*c) **Suministro duplicado** es el que es capaz de mantener un servicio mayor del 50 por 100 de la potencia total contratada para el suministro normal.”*

8.7.1. Socorro

Según la ITC-BT-28, *“Deberán disponer de suministro de socorro los locales de espectáculos y actividades recreativas cualquiera que sea su ocupación y los locales de reunión, trabajo y usos sanitarios con una ocupación prevista de más de 300 personas.”*

Es decir, como se trata de un pabellón, definido como un local de espectáculo o actividades recreativas, se debe disponer de suministro de socorro. Debido al alcance del TFM no se ha considerado en los cálculos.

8.7.2. Reserva

Según la ITC-BT-28, *“Deberán disponer de suministro de reserva:*

- Hospitales, clínicas, sanatorios, ambulatorios y centros de salud.*
- Estaciones de viajeros y aeropuertos.*
- Estacionamientos subterráneos para más de 100 vehículos.*

- *Establecimientos comerciales o agrupaciones de éstos en centros comerciales de más de 2.000 m² de superficie.*
- *Estadios y pabellones deportivos.*

Cuando un local se pueda considerar tanto en el grupo de locales que requieren suministro de socorro como en el grupo que requieren suministro de reserva, se instalará suministro de reserva.”

Como el caso de estudio trata de un pabellón deportivo, es necesario el suministro de reserva. Debido al alcance del TFM no se ha considerado en los cálculos.

8.7.3. Duplicado

Según la ITC-BT-28, *“En aquellos locales singulares, tales como los establecimientos sanitarios, grandes hoteles de más de 300 habitaciones, locales de espectáculos con capacidad para más de 1.000 espectadores, estaciones de viajeros, estacionamientos subterráneos con más de 100 plazas, aeropuertos y establecimientos comerciales o agrupaciones de éstos en centros comerciales de más de 2.000 m² de superficie, las fuentes propias de energía deberán poder suministrar, con independencia de los alumbrados especiales, la potencia necesaria para atender servicios urgentes indispensables cuando sean requeridos por la autoridad competente.”*

En el caso de estudio, no cumple los requisitos mínimos para que sea considerado la instalación de un suministro duplicado.

8.8. Alumbrado de emergencia

La instalación de alumbrado de emergencia tiene por objeto asegurar, en caso de fallo de la alimentación del alumbrado normal, un nivel mínimo de iluminación del local y accesos hasta las salidas, para una eventual evacuación o iluminar los puntos críticos del local.

La alimentación del alumbrado de emergencia será automática con corte breve.

Dentro de este alumbrado de emergencia se incluyen el alumbrado de seguridad y el alumbrado de reemplazamiento.

8.8.1. Alumbrado de seguridad

Se define como alumbrado de seguridad al alumbrado de emergencia previsto de garantizar la seguridad de las personas a la hora de evacuar la zona.

Este alumbrado se encuentra previsto para funcionar automáticamente cuando se produce un fallo del alumbrado general o cuando la tensión de este baje a menos de 70% del valor nominal.

El alumbrado de seguridad se ejecutará con equipos autónomos. La fuente de alimentación, baterías se recargarán automáticamente de la red de alimentación del alumbrado.

Dentro del alumbrado de seguridad se incluye el alumbrado de evacuación, el alumbrado ambiente o antipánico de zonas de alto riesgo.

8.8.2. Alumbrado de reemplazamiento.

El alumbrado de reemplazamiento es aquel alumbrado de emergencia que permite la continuidad de las actividades normales.

Cuando el alumbrado de reemplazamiento proporcione una iluminación inferior al alumbrado normal, se usará únicamente para terminar el trabajo con seguridad.

8.8.3. Emplazamiento alumbrado de seguridad

Se instalará el alumbrado de seguridad en los siguientes hitos.

- En todos los recintos cuya ocupación sea mayor de 100 personas.
- Los recorridos generales de evacuación de zonas destinadas a usos residencial u hospitalario y los de zonas destinadas a cualquier otro uso que estén previstos para la evacuación de más de 100 personas.
- En los aseos generales de planta en edificios de acceso público.
- En los locales que alberguen equipos generales de las instalaciones de protección.
- En las salidas de emergencia y en las señales de seguridad reglamentarias.
- En todo cambio de dirección de la ruta de evacuación.
- En toda intersección de pasillos con las rutas de evacuación.
- Cerca (1) de las escaleras, de manera que cada tramo de escaleras reciba una iluminación directa.
- Cerca (1) de cada cambio de nivel.
- Cerca (1) de cada puesto de primeros auxilios.
- Cerca (1) de cada equipo manual destinado a la prevención y extinción de incendios.
- En los cuadros de distribución de la instalación de alumbrado de las zonas indicadas anteriormente.

El alumbrado de seguridad proporcionará una iluminancia mínima de 5 lux al nivel de operación.

8.9. Línea de puesta a tierra

La línea de puesta a tierra se dimensiona de forma que su resistencia de tierra, en cualquier circunstancia previsible, no sea superior al valor especificada para ella.

Este valor de resistencia de tierra será tal que cualquier masa no pueda dar lugar tensiones de contacto superiores a:

- 24 V en local o emplazamiento conductor.
- 50 V en los demás casos.

8.9.1. Tomas de tierra (electrodos)

Cuando se proceda a realizar las cimentaciones, se instalará en el fondo de estas un cable rígido de cobre desnudo de sección mínima de 35 mm². La profundidad nunca será menor de 0'8 m. De esta forma se creará un anillo cerrado que interese a todo el perímetro de la edificación. En el caso que nos ocupa, a este anillo se le unirán otras líneas cruzadas para formar una malla. A

la misma malla se conectará la estructura metálica del edificio. Las conexiones se realizarán mediante soldadura aluminotérmica o autógena.

Los electrodos en caso de ser necesarios serán picas de cobre de 14 mm de diámetro exterior, y un mínimo de 1,5 metros de longitud, que se enterrarán verticalmente en el fondo de las arquetas de registro. Cuando se necesiten acoplar varios electrodos para conseguir una resistencia de tierra admisible, la separación entre éstos será por lo menos de 3 metros.

La distancia entre las tomas de tierra del centro de transformación más cercano y las tomas de tierra de la finca y otros elementos conductores enterrados en los locales de utilización serán al menos igual a 15 metros.

Las guías metálicas de los ascensores, montacargas, antenas, calderas, tuberías metálicas, depósitos metálicos, estructuras metálicas y sus armaduras, carpinterías metálicas exteriores e interiores, etc. Y otros servicios del edificio se conectarán a la red de tierras.

8.9.2. Conductores de tierra o línea de enlace

Según la ITC-BT-18 las secciones mínimas convencionales de los conductores de tierra o líneas de enlace con el electrodo de puesta a tierra son:

TIPO	Protegido mecánicamente	No protegido mecánicamente
Protegido contra la corrosión*	Según apartado 3.4	16 mm ² Cobre 16 mm ² Acero Galvanizado
No protegido contra la corrosión		25 mm ² Cobre 50 mm ² Hierro
* La protección contra la corrosión puede obtenerse mediante una envolvente		

Figura 40. Secciones mínimas conductores de tierra

8.9.3. Borne principal de tierra

Los puntos de puesta a tierra se situarán:

- En el local o lugar del cuadro general de protecciones.
- En la base de la estructura metálica del ascensor.
- En el punto de ubicación de la caja general de protección.
- En cualquier local donde se prevea la instalación de elementos destinados a servicios generales o especiales, y que, por su clase de aislamiento o condiciones de instalación, deban ponerse a tierra.

En el caso de estudio, se considera el borne principal de tierra el situado en el cuadro general de protecciones (CGP). Este punto de puesta a tierra deberá estar situado junto al CGP, a efectos de ser utilizada como punto para mediciones, o durante la ejecución, mantenimiento o reparación de la red de distribución.

8.9.4. Conductores de protección

Los conductores de protección son aquellos encargados de unir eléctricamente las masas de una instalación a ciertos elementos con el fin de asegurar la protección contra contactos indirectos.

En el circuito de conexión a tierra, los conductores de protección unirán las masas al conductor de tierra. Hay otros casos que reciben igualmente el nombre de conductores de protección como el caso de aquellos que unen las masas:

- Al neutro de la red.
- A un relé de protección.

La sección de los conductores de protección se seleccionará en función de los conductores de fase según la siguiente figura.

Sección de los conductores de fase de la instalación S (mm ²)	Sección mínima de los conductores de protección S_p (mm ²)
$S \leq 16$	$S_p = S$
$16 < S \leq 35$	$S_p = 16$
$S > 35$	$S_p = S/2$

Figura 41. Sección conductores de protección

8.10. Red de equipotencialidad.

No procede en el TFM.

8.11. Instalación con fines especiales

No procede en el TFM.

9. Presupuesto

El presupuesto ha sido calculado mediante el módulo Arquímedes de CYPE Ingenieros.

A continuación, se muestra un resumen de los diferentes costes del proyecto agrupado en capítulos.

9.1. Acondicionamiento del terreno

En esta partida, se han tenido en cuenta todos los trabajos necesarios para poder acondicionar la parcela, movimiento de las tierras y nivelación del terreno.

El total de los costes ascienden a 28.664,47 €.

9.2. Cimentaciones

En esta partida se han incluido los trabajos de excavación de zapatas, así como el hormigón de limpieza necesario y el hormigón y acero para conformar las zapatas y las vigas de atado.

El total de costes de esta partida ascienden a 142.954,35 €

9.3. Estructura

En este apartado, se han incluido los kg de acero para conformar la estructura, tanto pilares, jácenas, arriostramientos y placas de anclaje.

El total de costes de esta partida ascienden a 513.963,00 €

9.4. Fachadas y cubiertas

En esta partida, se incluyen la compra e instalación de los paneles necesarios para conformar la cubierta y las fachadas.

El total de costes de esta partida ascienden a 483.454,25 €

9.5. Instalaciones

El coste de instalaciones corresponde a la adquisición e instalación de todos los elementos necesarios para la instalación eléctrica del proyecto.

El total de costes de esta partida ascienden a 34.489,01 €

9.6. Gestión de residuos

En esta partida, se describen los costes de la gestión de los residuos derivados de la propia obra en su fase de ejecución.

El total de costes de esta partida ascienden a 7.306,94 €

9.7. Seguridad y salud

En este apartado, se incluyen los gastos referidos a la materia de seguridad y salud en obra.

El total de costes de esta partida ascienden a 34.325,00 €

9.8. Resumen del presupuesto

A continuación, se muestra un resumen desglosado de todas las partidas, así como el precio estimado de cada partida.

	Importe (€)
1. Acondicionamiento del terreno	28.664,47 €
2. Cimentaciones	142.954,35 €
3. Estructuras	513.963,00 €
4. Fachadas y cubiertas	483.454,25 €
5. Instalaciones	34.489,01 €
6. Gestión de residuos	7.306,94 €
7. Seguridad y salud	34.325,00 €
Presupuesto ejecución material (PEM)	1.245.157,02 €
13% Gastos generales	161.870,42 €
6% Beneficio industrial	74.709,42 €
Presupuesto ejecución contrata (PEC)	1.481.736,86 €
21% IVA	311.164,74 €
Presupuesto base licitación (PEC + IVA)	1.792.901,60 €

Asciende el presupuesto de ejecución por contrata con IVA a la expresada cantidad de **UN MILLÓN SETECIENTOS NOVENTA Y DOS MIL NOVECIENTOS UN EUROS CON SESENTA CÉNTIMOS**.

En la siguiente figura, se puede observar que los gastos más significativos de la obra provienen de la estructura y de las fachadas y cubierta.

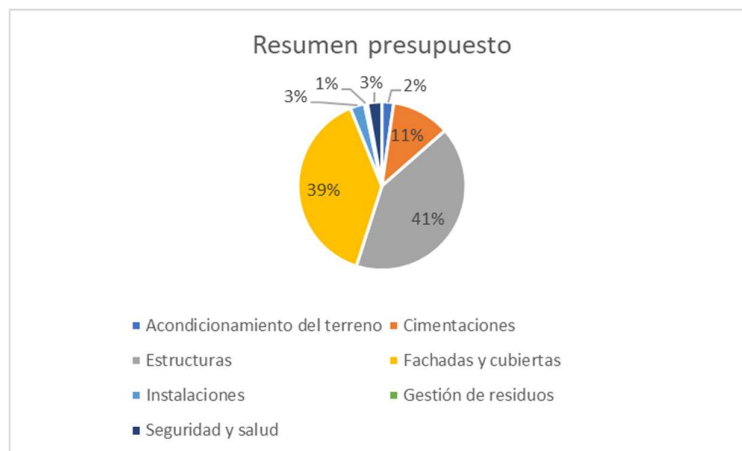


Figura 42. Resumen presupuesto

10. Bibliografía

1. Sede electrónica del Catastro. [Consulta:01-07-2024]. Disponible en: <https://www1.sedecatastro.gob.es/>
2. Código técnico de la edificación CTE-Documento Básico Seguridad Estructural [Consulta:16-08-2024]. Disponible en: <https://www.codigotecnico.org/pdf/Documentos/SE/DBSE.pdf>
3. Código técnico de la edificación CTE-Documento Básico Seguridad Estructural Cimientos [Consulta:21-08-2024]. Disponible en: <https://www.codigotecnico.org/pdf/Documentos/SE/DBSE-C.pdf>
4. Código técnico de la edificación CTE-Documento Básico Seguridad Estructural Acero [Consulta:16-08-2024]. Disponible en: <https://www.codigotecnico.org/pdf/Documentos/SE/DBSE-A.pdf>
5. Real Decreto 470/2021, de 29 de junio. Código Estructural
6. CSD Normas NIDE. [Consulta:01-07-2024] <https://www.csd.gob.es/es/csd/instalaciones/politicas-publicas-de-ordenacion/normativa-tecnica-de-instalaciones-deportivas/normas-nide>
7. Real Decreto 842/2002. REBT-2002. Reglamento electrotécnico de baja tensión e Instrucciones técnicas complementarias (ITC) BT 01 a BT 51. [Consulta: 20-07-2024]
8. AENOR. UNE 20-460: Intensidades admisibles en los cables y conductores aislados. AENOR, 1994[Consulta: 20-07-2024]
9. AENOR. UNE 20-434: Sistema de designación de cables. AENOR, 2022[Consulta: 20-07-2024]
10. AENOR. UNE-EN 60947-2: Aparata de baja tensión. Interruptores automáticos. AENOR, 2018[Consulta: 20-07-2024]
11. Generador de Precios CYPE Ingenieros S.A. [Consulta: 31-08-2024]. Disponible en:<<http://www.generadordeprecios.info>>.

DOCUMENTO II
ANEXO DE CÁLCULO ESTRUCTURAL

ÍNDICE DEL ANEXO DE CÁLCULO ESTRUCTURAL

1.	Cálculo estructural.....	47
1.1.	Acciones consideradas en proyecto.....	47
1.2.	Acciones permanentes (G).....	47
1.3.	Acciones variables (Q).....	47
1.3.1.	Sobrecarga de uso.....	47
1.3.2.	Sobrecarga de viento (V).....	48
1.3.3.	Sobrecarga de nieve (N).....	50
1.3.4.	Sobrecarga por acciones térmicas.....	51
1.4.	Acciones accidentales.....	51
1.4.1.	Fuego.....	51
1.4.2.	Sismo.....	51
1.5.	Bases de cálculo.....	52
1.6.	Combinatoria de acciones.....	53
1.6.1.	Situación persistente.....	53
1.6.2.	Situación extraordinaria.....	54
1.6.3.	Acción de corta duración irreversibles.....	55
1.6.4.	Acción de corta duración reversibles.....	55
1.6.5.	Acciones de larga duración.....	55
1.6.6.	Situaciones y combinatoria del proyecto.....	56
1.7.	Comprobación de los elementos de la estructura.....	59
1.7.1.	Correas.....	59
1.7.2.	Pórtico interior nave principal con nave anexa para vestuarios/almacén.....	62
1.7.2.1.	Placas de anclaje pórtico interior.....	97
1.7.3.	Pórtico de fachada.....	105
1.7.3.1.	Descripción de las barras.....	106
1.7.3.2.	Placa anclaje pórtico fachada.....	108
1.7.4.	Vigas perimetrales.....	113
1.8.	Cimentación.....	114

1. Cálculo estructural

1.1. Grupo de programas de cálculo estructural

Ha sido utilizado para el cálculo de la estructura metálica el grupo de programas de CYPE Ingenieros. En concreto, se han empleado los módulos de Generador de Pórticos para el diseño de los pórticos y correas, así como el módulo CYPE 3D para el correspondiente cálculo de la estructura metálica, así como de las cimentaciones.

1.2. Acciones consideradas en proyecto

A continuación, se procede a mostrar todas las acciones que se han considerado sobre la nave industrial principal y edificios anexos a la nave industrial, las cuales se han calculado siguiendo el Código Técnico Estructural DB SE Acciones en la edificación.

1.3. Acciones permanentes (G)

Las acciones permanentes (G) son aquellas que actúan en todo instante sobre el edificio con posición constante. A continuación, se detallan las acciones permanentes consideradas:

- Cerramiento en fachada lateral: peso total 0,10 kN/m²
- Cerramiento en cubierta: 0,10 kN/ m²
- Peso propio de las correas (tanto en fachada lateral como cubierta):
- Peso propio de la estructura (automático por CYPE 3D)

1.4. Acciones variables (Q)

Las acciones variables (Q) se definen como aquellas que pueden o no actuar en la estructura y pueden cambiar de posición a lo largo de la vida útil de la misma. Las acciones variables se clasifican en sobrecarga de uso y las acciones climáticas (viento, nieve y acciones térmicas).

1.4.1. Sobrecarga de uso

Según el CTE DB SE AE 3.1, se define como sobrecarga de uso a *“es el peso de todo lo que puede gravitar sobre el edificio por razón de su uso”*. En el proyecto se ha considerado la siguiente sobrecarga de uso como una carga uniformemente distribuida:

Tabla 1. Valores sobrecarga de uso

Tabla 3.1. Valores característicos de las sobrecargas de uso

Categoría de uso		Subcategorías de uso		Carga uniforme [kN/m ²]	Carga concentrada [kN]
A	Zonas residenciales	A1	Viviendas y zonas de habitaciones en, hospitales y hoteles	2	2
		A2	Trasteros	3	2
B	Zonas administrativas			2	2
C	Zonas de acceso al público (con la excepción de las superficies pertenecientes a las categorías A, B, y D)	C1	Zonas con mesas y sillas	3	4
		C2	Zonas con asientos fijos	4	4
		C3	Zonas sin obstáculos que impidan el libre movimiento de las personas como vestíbulos de edificios públicos, administrativos, hoteles; salas de exposición en museos; etc.	5	4
		C4	Zonas destinadas a gimnasio u actividades físicas	5	7
		C5	Zonas de aglomeración (salas de conciertos, estadios, etc)	5	4
D	Zonas comerciales	D1	Locales comerciales	5	4
		D2	Supermercados, hipermercados o grandes superficies	5	7
E	Zonas de tráfico y de aparcamiento para vehículos ligeros (peso total < 30 kN)			2	20 ⁽¹⁾
F	Cubiertas transitables accesibles sólo privadamente ⁽²⁾			1	2
G	Cubiertas accesibles únicamente para conservación ⁽³⁾	G1 ⁽⁷⁾	Cubiertas con inclinación inferior a 20°	1 ^{(4),(6)}	2
			Cubiertas ligeras sobre correas (sin forjado) ⁽⁶⁾	0,4 ⁽⁴⁾	1
		G2	Cubiertas con inclinación superior a 40°	0	2

Se ha definido la estructura como categoría de uso G (Cubiertas accesibles únicamente para conservación), con una subcategoría de uso G1 y definidas como "cubiertas ligeras sobre correas" con una **sobrecarga de uso de 0,4 kN/m²**.

1.4.2. Sobrecarga de viento (V)

Según el CTE DB SE AE, se define como acción variable de viento a "aquellas presiones que el viento ejerce sobre un edificio y las fuerzas resultantes dependen de la forma y de las dimensiones de la construcción, de las características y de la permeabilidad de su superficie, así como de la dirección, de la intensidad y del racheo del viento". Esta acción debida al viento se calcula como una fuerza perpendicular a la superficie de cada punto expuesto, o presión estática, q_e , que se expresa mediante la siguiente fórmula. Se comprobará la acción del viento en todas las direcciones posibles. Para cada dirección se va a considerar la acción en los dos sentidos.

$$q_e = q_b \times c_e \times c_p$$

A continuación, se va a explicar cada término de la fórmula mostrada anteriormente.

El parámetro q_b , que es la presión dinámica del viento, se puede obtener a través de la siguiente expresión:

$$q_b = 0,5 \times \delta \times v_b^2$$

siendo δ la densidad del aire y v_b la velocidad del viento en la zona donde se encuentra el edificio a calcular.

La densidad del aire (δ) depende de la altitud, de la temperatura ambiental y de la fracción del agua en suspensión. Pero, generalmente, se adopta un valor de 1,25 kg/m³. En el caso de este proyecto se ha optado por escoger este parámetro general.

El valor de la velocidad del viento varía dependiendo de la zona en la cual se encuentre la nave metálica del proyecto. Esta zona se puede definir en la siguiente figura.

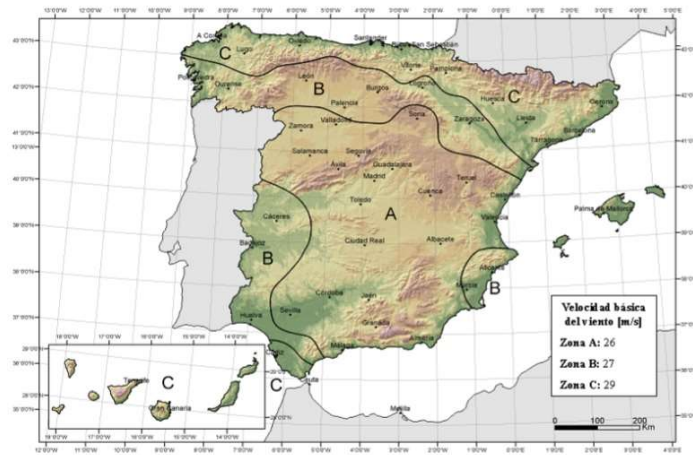


Figura D.1 Valor básico de la velocidad del viento, v_b

Figura 43. Valor básico de la velocidad del viento.

Como la estructura metálica de proyecto se encuentra en la localidad de Vinaròs (Castellón), esta se encuentra dentro de la zona B, por lo tanto, el **valor básico de la velocidad del viento (v_b) es de 27 m/s.**

Finalmente, se obtiene un valor de **presión dinámica de viento de 0,45 kN/m².**

El coeficiente de exposición (c_e) según el CTE, es aquel que “*tiene en cuenta los efectos de las turbulencias originadas por el relieve y la topografía del terreno*”. El valor se obtiene de la tabla mostrada a continuación.

Tabla 2. Valores del coeficiente de exposición

Tabla 3.4. Valores del coeficiente de exposición c_e

Grado de aspereza del entorno	Altura del punto considerado (m)							
	3	6	9	12	15	18	24	30
I Borde del mar o de un lago, con una superficie de agua en la dirección del viento de al menos 5 km de longitud	2,4	2,7	3,0	3,1	3,3	3,4	3,5	3,7
II Terreno rural llano sin obstáculos ni arbolado de importancia	2,1	2,5	2,7	2,9	3,0	3,1	3,3	3,5
III Zona rural accidentada o llana con algunos obstáculos aislados, como árboles o construcciones pequeñas	1,6	2,0	2,3	2,5	2,6	2,7	2,9	3,1
IV Zona urbana en general, industrial o forestal	1,3	1,4	1,7	1,9	2,1	2,2	2,4	2,6
V Centro de negocio de grandes ciudades, con profusión de edificios en altura	1,2	1,2	1,2	1,4	1,5	1,6	1,9	2,0

En el caso del proyecto, se ha optado por un grado de aspereza IV (zona urbana en general, industrial o forestal) y la altura del punto considerado se coge 9 metros. Por lo tanto, **el valor del coeficiente de exposición es de 1,7.**

El coeficiente eólico (c_p) es aquel que depende de la dirección relativa del viento, de la forma del edificio, de la posición del elemento considerado y de su área de influencia. Este valor se obtiene en las tablas del Anejo D.3 del CTE-DB-SE-AE.

Las hipótesis de viento consideradas, incidiendo en las posibles direcciones de incidencia del viento, han sido las siguientes.

1 - **V (0°) H1:** Viento a 0°, presión exterior tipo 1 sin acción en el interior

2 – **V (0°) H2:** Viento a 0°, presión exterior tipo 2 sin acción en el interior

3 – **V (90°) H1:** Viento a 90°, presión exterior tipo 1 sin acción en el interior

4 – **V (180°) H1:** Viento a 180°, presión exterior tipo 1 sin acción en el interior

5 – **V (180°) H2:** Viento a 180°, presión exterior tipo 2 sin acción en el interior

6 – **V (270°) H1:** Viento a 270°, presión exterior tipo 1 sin acción en el interior

1.4.3. Sobrecarga de nieve (N)

Según el CTE DB SE-AE, “la distribución y la intensidad de carga de nieve sobre un edificio depende del clima del lugar, del tipo de precipitación, del relieve del entorno, de la forma del edificio o de la cubierta y de los efectos del viento”. A continuación, se muestra la tabla en la cual se pueden ver las sobrecargas de nieve en las capitales de provincia.

Tabla 3. Sobrecarga de nieve

Tabla 3.8 Sobrecarga de nieve en capitales de provincia y ciudades autónomas

Capital	Altitud m	s_k kN/m ²	Capital	Altitud m	s_k kN/m ²	Capital	Altitud m	s_k kN/m ²
Albacete	690	0,6	Guadalajara	680	0,6	Pontevedra	0	0,3
Alicante / Alacant	0	0,2	Huelva	0	0,2	Salamanca	780	0,5
Almería	0	0,2	Huesca	470	0,7	SanSebas- tián/Donostia	0	0,3
Ávila	1.130	1,0	Jaén	570	0,4	Santander	1.000	0,7
Badajoz	180	0,2	León	820	1,2	Segovia	10	0,2
Barcelona	0	0,4	Lérida / Lleida	150	0,5	Sevilla	1.090	0,9
Bilbao / Bilbo	0	0,3	Logroño	380	0,6	Soria	0	0,4
Burgos	860	0,6	Lugo	470	0,7	Tarragona	0	0,2
Cáceres	440	0,4	Madrid	660	0,6	Tenerife	950	0,9
Cádiz	0	0,2	Málaga	0	0,2	Teruel	550	0,5
Castellón	0	0,2	Murcia	40	0,2	Toledo	0	0,2
Ciudad Real	640	0,6	Orense / Ourense	130	0,4	Valencia/València	690	0,4
Córdoba	100	0,2	Oviedo	230	0,5	Valladolid	520	0,7
Coruña / A Coruña	0	0,3	Palencia	740	0,4	Vitoria / Gasteiz	650	0,4
Cuenca	1.010	1,0	Palma de Mallorca	0	0,2	Zamora	210	0,5
Gerona / Girona	70	0,4	Palmas. Las	0	0,2	Zaragoza	0	0,5
Granada	690	0,5	Pamplona/Iruña	450	0,7	Ceuta y Melilla		0,2

En el caso del proyecto, como la nave metálica se encuentra ubicada en Vinaròs (Castellón), se encuentra en la costa a la misma altura que Castellón (a efectos prácticos) por lo tanto se ha adoptado un **valor de sobrecarga de 0,2 kN/m² debido a la acción de la nieve.**

Las hipótesis de nieve consideradas, incidiendo en las posibles direcciones de incidencia del viento, han sido las siguientes.

1 – **Nieve (estado inicial):** distribución simétrica

2 – **Nieve (redistribución) 1:** distribución asimétrica

3 – **Nieve (redistribución) 2:** distribución asimétrica

1.4.4. Sobrecarga por acciones térmicas.

No se procede a calcular la sobrecarga por acciones térmicas, tal y como se indica en el CTE DB SE-AE 3.4.1 *“En edificios habituales con elementos estructurales de hormigón o acero, pueden no considerarse las acciones térmicas cuando se dispongan de juntas de dilatación de forma que no existan elementos continuos de mas de 40 metros de longitud”*. En el caso del proyecto, al existir juntas de dilatación, realizadas mediante correas con colisos, no es necesario tener en cuenta esta sobrecarga de acción térmica.

1.5. Acciones accidentales

1.5.1. Fuego

Las acciones provocadas por la acción del fuego se recogen dentro del Documento Básico de Seguridad en caso de incendio (DB-SI). El objetivo del artículo es: *“reducir a límites aceptables el riesgo de que los usuarios sufran daños derivados de un incendio de origen accidental, como consecuencia de las características de su proyecto, construcción, uso y mantenimiento”*.

Para el caso del TFM no se ha tenido en cuenta la acción accidental del fuego ya que se queda fuera del alcance.

1.5.2. Sismo

Todas las acciones sísmicas se recogen dentro de la NSCE, Norma de construcción sismorresistente. La NSCE tiene como objeto *“proporcionar criterios que han de seguir dentro del territorio español para la consideración de la acción sísmica en el proyecto, construcción, reforma y conservación de las edificaciones”*.

Según la NSCE se pueden clasificar en tres tipos de construcción:

- De importancia moderada: Construcciones con probabilidad despreciable de que la destrucción de ella por el terremoto pueda ocasionar víctimas.
- De importancia normal: Aquellas cuya destrucción por terremoto pueda ocasionar víctimas, interrumpir un servicio o producir importantes pérdidas económicas, sin que se trate de un servicio imprescindible.
- De importancia especial: Aquellas cuya destrucción por el terremoto, pueda interrumpir un servicio imprescindible o dar lugar a efectos catastróficos.

Al mismo tiempo, también se ha de tener en cuenta la aceleración sísmica básica, que es el parámetro que rige la peligrosidad sísmica del territorio nacional. Se muestra el mapa de peligrosidad sísmica de la región española.

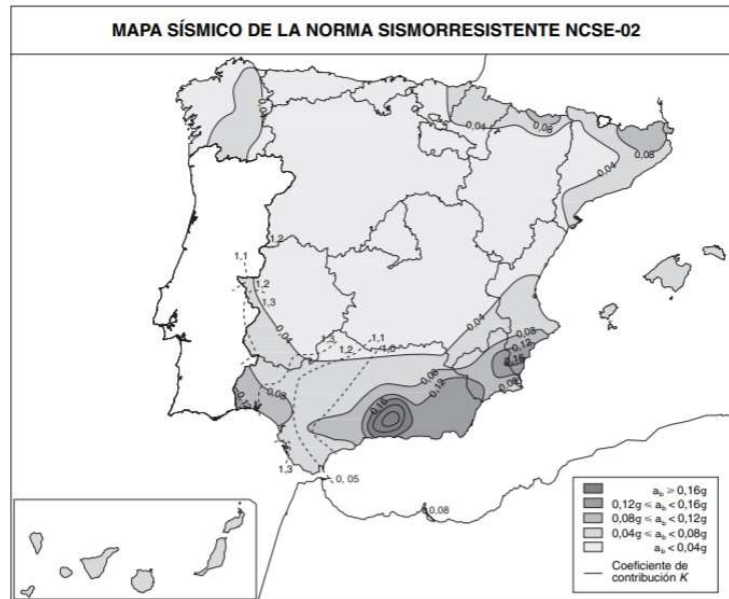


Figura 44. Mapa peligrosidad sísmica (fuente: NSCE)

Para el caso del TFM no se ha tenido en cuenta la acción accidental del sismo ya que se queda fuera del alcance.

1.6. Bases de cálculo

Se denominan Estados Límite a aquellas situaciones para las que, de ser superadas, puede considerarse que el edificio no cumple alguno de los requisitos estructurales para las que ha sido concebido. Se debe verificar una serie de Estados Límites para cada una de las situaciones de dimensionado. Estos estados pueden ser Últimos (ELU) o de Servicio (ELS), a continuación, se van a detallar:

- Estados Límites Últimos (ELU). Son aquellos que de ser superados suponen un riesgo para las personas, ya sea porque produce una puesta fuera de servicio del edificio o el colapso total o parcial del mismo. Como ELU deben considerarse los debidos a pérdida del equilibrio del edificio o fallo por deformación excesiva, rotura de sus elementos estructurales o inestabilidad de sus elementos estructurales.
- Estados Límites de Servicio (ELS). Son aquellos los cuales siendo superados afectan al confort y bienestar de los usuarios, al correcto funcionamiento del edificio o a la apariencia de la construcción. Estos pueden ser reversibles o irreversibles. Se consideran los relativos a deformaciones, vibraciones y daños o deterioro.

1.7. Combinatoria de acciones

1.7.1. Situación persistente

Como se encuentra citado en CTE-DB-SE (artículo 4.2.2) : “El valor de cálculo de los efectos de las acciones correspondiente a una situación persistente o transitoria, se determina mediante combinaciones de acciones a partir de la siguiente expresión” :

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \times G_{k,j} + \gamma_P \times P + \gamma_{Q,1} \times Q_{k,1} + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Q,i} \times \psi_{0,i} \times Q_{k,i}$$

Se tiene en consideración la actuación simultánea de:

- Todas las acciones permanentes, en valor de cálculo ($\gamma_G \times G_k$), incluido el pretensado ($\gamma_P \times P$);
- Una acción variable cualquiera, en valor de cálculo ($\gamma_Q \times Q_k$), debiendo adoptarse como tal una tras otra sucesivamente en distintos análisis;
- El resto de las acciones variables, en valor de cálculo de combinación ($\gamma_Q \times \psi_0 \times Q_k$).

Los diferentes valores de los coeficientes de seguridad, γ , se muestran en la siguiente figura 29. Estos coeficientes dependen de cada tipo de acción, atendiendo para comprobaciones de resistencia a si su efecto es desfavorable o favorable, considerada globalmente.

Los valores de los coeficientes de simultaneidad, ψ , se muestran en la figura 30.

Tipo de verificación ⁽¹⁾	Tipo de acción	Situación persistente o transitoria	
		desfavorable	favorable
Resistencia	Permanente		
	Peso propio, peso del terreno	1,35	0,80
	Empuje del terreno	1,35	0,70
	Presión del agua	1,20	0,90
	Variable	1,50	0
Estabilidad		desestabilizadora	estabilizadora
	Permanente		
	Peso propio, peso del terreno	1,10	0,90
	Empuje del terreno	1,35	0,80
	Presión del agua	1,05	0,95
	Variable	1,50	0

⁽¹⁾ Los coeficientes correspondientes a la verificación de la resistencia del terreno se establecen en el DB-SE-C

Figura 45. Coeficientes parciales de seguridad para las acciones (fuente: CTE-DB-SE)

	Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2
Sobrecarga superficial de uso (Categorías según DB-SE-AE)			
• Zonas residenciales (Categoría A)	0,7	0,5	0,3
• Zonas administrativas (Categoría B)	0,7	0,5	0,3
• Zonas destinadas al público (Categoría C)	0,7	0,7	0,6
• Zonas comerciales (Categoría D)	0,7	0,7	0,6
• Zonas de tráfico y de aparcamiento de vehículos ligeros con un peso total inferior a 30 kN (Categoría E)	0,7	0,7	0,6
• Cubiertas transitables (Categoría F)		(1)	
• Cubiertas accesibles únicamente para mantenimiento (Categoría G)	0	0	0
Nieve			
• para altitudes > 1000 m	0,7	0,5	0,2
• para altitudes ≤ 1000 m	0,5	0,2	0
Viento	0,6	0,5	0
Temperatura	0,6	0,5	0
Acciones variables del terreno	0,7	0,7	0,7

(1) En las cubiertas transitables, se adoptarán los valores correspondientes al uso desde el que se accede.

Figura 46. Coeficientes de simultaneidad (fuente: CTE-DB-SE)

1.7.2. Situación extraordinaria

Como se encuentra citado en CTE-DB-SE (artículo 4.2.2): “el valor de cálculo de los efectos de las acciones correspondiente a una situación extraordinaria, se determina mediante combinaciones de acciones a partir de la expresión”:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \times G_{k,j} + \gamma_P \times P + A_d + \gamma_{Q,1} \times \Psi_{1,1} \times Q_{k,1} + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Q,i} \times \Psi_{2,i} \times Q_{k,i}$$

Considerando la acción simultánea de:

- Todas las acciones permanentes, en valor de cálculo ($\gamma_G \times G_k$), incluido el pretensado ($\gamma_P \times P$);
- Una acción accidental cualquiera, en valor de cálculo (A_d), debiendo analizarse sucesivamente con cada una de ellas.
- Una acción variable, en valor de cálculo frecuente ($\gamma_Q \times \Psi_1 \times Q_k$), debiendo adoptarse como tal, una tras otra sucesivamente en distintos análisis con cada acción accidental considerada.
- El resto de las acciones variables, en valor de cálculo casi permanente ($\gamma_Q \times \Psi_2 \times Q_k$).

Todos los coeficientes de seguridad ($\gamma_G, \gamma_P, \gamma_Q$), son iguales a cero si su efecto es favorable, o a la unidad si es desfavorable, en los términos anteriores.

1.7.3. Acción de corta duración irreversibles

Como se encuentra citado en CTE-DB-SE (artículo 4.3.2) : “ Los efectos debidos a las acciones de corta duración que puedes resultar irreversibles, se determinan mediante combinaciones de acciones, del tipo denominado característica, a partir de la expresión” :

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + Q_{k,1} + \sum_{i \geq 1} \psi_{0,i} \times Q_{k,i}$$

Considerando la actuación simultánea de:

- Todas las acciones permanentes, en valor característica (G_k);
- Una acción variable cualquiera, en valor característico (Q_k), debiendo adoptarse como tal una tras otra sucesivamente en distintos análisis;
- El resto de acciones variables, en valor de combinación ($\psi_0 \times Q_k$).

1.7.4. Acción de corta duración reversibles

Como se encuentra citado en CTE-DB-SE (artículo 4.3.2) : “ Los efectos debidos a las acciones de corta duración que puedes resultar reversibles, se determina mediante combinaciones de acciones, del tipo denominado frecuente, a partir de la expresión” :

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + \psi_{1,1} \times Q_{k,1} + \sum_{i \geq 1} \psi_{2,i} \times Q_{k,i}$$

Considerando la actuación simultánea de:

- Todas las acciones permanentes, en valor característica (G_k);
- Una acción variable cualquiera, en valor frecuente ($\psi_1 \times Q_k$), debiendo adoptarse como tal una tras otra sucesivamente en distintos análisis;
- El resto de las acciones variables, en valor casi permanente ($\psi_2 \times Q_k$).

1.7.5. Acciones de larga duración

Como se encuentra citado en CTE-DB-SE (artículo 4.3.2) : “ Los efectos debidos a las acciones de larga duración, se determinan mediante combinaciones de acciones, del tipo denominado casi permanente, a partir de la expresión”:

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + \sum_{i \geq 1} \psi_{2,i} \times Q_{k,i}$$

Siendo.

- Todas las acciones permanentes, en valor característico (G_k);
- Todas las acciones variables, en valor casi permanente ($\psi_2 \times Q_k$).

1.7.6. Situaciones y combinatoria del proyecto.

A continuación, se muestran todas las combinaciones del proyecto tenidas en cuenta.

ELU de rotura. Hormigón en cimentaciones: CÓDIGO ESTRUCTURAL.

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.350	-	-
Sobrecarga (Q - Uso A)	0.000	1.500	1.000	0.700
Sobrecarga (Q - Uso B)	0.000	1.500	1.000	0.700
Sobrecarga (Q - Uso C)	0.000	1.500	1.000	0.700
Sobrecarga (Q - Uso D)	0.000	1.500	1.000	0.700
Sobrecarga (Q - Uso E)	0.000	1.500	1.000	0.700
Sobrecarga (Q - Uso G1)	0.000	1.500	0.000	0.000
Sobrecarga (Q - Uso G2)	0.000	1.500	1.000	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_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.600	-	-
Sobrecarga (Q - Uso A)	0.000	1.600	0.000	0.000
Sobrecarga (Q - Uso B)	0.000	1.600	0.000	0.000
Sobrecarga (Q - Uso C)	0.000	1.600	0.000	0.000

Persistente o transitoria (G1)				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Sobrecarga (Q - Uso D)	0.000	1.600	0.000	0.000
Sobrecarga (Q - Uso E)	0.000	1.600	0.000	0.000
Sobrecarga (Q - Uso G1)	0.000	1.600	1.000	0.000
Sobrecarga (Q - Uso G2)	0.000	1.600	0.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.600	0.000	0.000
Nieve (Q)	0.000	1.600	0.000	0.000

ELU de rotura. Acero laminado: CTE DB SE-A

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	0.800	1.350	-	-
Sobrecarga (Q - Uso A)	0.000	1.500	1.000	0.700
Sobrecarga (Q - Uso B)	0.000	1.500	1.000	0.700
Sobrecarga (Q - Uso C)	0.000	1.500	1.000	0.700
Sobrecarga (Q - Uso D)	0.000	1.500	1.000	0.700
Sobrecarga (Q - Uso E)	0.000	1.500	1.000	0.700
Sobrecarga (Q - Uso G1)	0.000	1.500	0.000	0.000
Sobrecarga (Q - Uso G2)	0.000	1.500	1.000	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_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	0.800	1.350	-	-
Sobrecarga (Q - Uso A)	0.000	1.500	0.000	0.000
Sobrecarga (Q - Uso B)	0.000	1.500	0.000	0.000

Persistente o transitoria (G1)				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Sobrecarga (Q - Uso C)	0.000	1.500	0.000	0.000
Sobrecarga (Q - Uso D)	0.000	1.500	0.000	0.000
Sobrecarga (Q - Uso E)	0.000	1.500	0.000	0.000
Sobrecarga (Q - Uso G1)	0.000	1.500	1.000	0.000
Sobrecarga (Q - Uso G2)	0.000	1.500	0.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.500	0.000	0.000
Nieve (Q)	0.000	1.500	0.000	0.000

Tensiones sobre el terreno

	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.000	1.000
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000
Viento (Q)	0.000	1.000
Nieve (Q)	0.000	1.000

Desplazamientos


	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.000	1.000
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000
Viento (Q)	0.000	1.000
Nieve (Q)	0.000	1.000

1.8. Comprobación de los elementos de la estructura

1.8.1. Correas

En primer lugar, se va a mostrar la comprobación estructural de las correas de cubierta. Estas son de perfil CF-180x3.0 de acero S275 conformado en frío, con una separación de 0,75 metros, con fijación rígida al panel de cerramiento.

Las correas en la comprobación de resistencia (en la barra pésima de cubierta) tienen un aprovechamiento del 60.84%. En la comprobación de flecha (en la barra pésima de cubierta) tienen un aprovechamiento del 99.70 %. El aprovechamiento pésimo se produce para la combinatoria siguiente: 1.00*G1 + 1.00*G2 + 1.00*V(180°).

Perfil: CF-180x3.0 Material: S275									
	Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas					
	Inicial	Final		Área (cm ²)	I _{yz} ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _{xy} ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _{xx} ⁽²⁾ (cm ⁴)	y _{cg} ⁽³⁾ (mm)	z _{cg} ⁽³⁾ (mm)
		34.630, 0.000, 9.063	34.630, 7.500, 9.063	7.500	9.60	457.60	44.45	0.29	-12.47
Notas: ⁽¹⁾ Inercia respecto al eje indicado ⁽²⁾ Momento de inercia a torsión uniforme ⁽³⁾ Coordenadas del centro de gravedad									
	Pandeo		Pandeo lateral						
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.		Ala inf.				
β	0.00	1.00	0.00		0.00				
L _k	0.000	7.500	0.000		0.000				
C ₁	-		1.000						
Notación: β: Coeficiente de pandeo L _k : Longitud de pandeo (m) C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico									

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)													Estado
	b / t	λ	N _k	N _v	M _w	M _v	M _u	M _z	V _w	V _v	N ₁	N ₂	N ₃	
pésima en cubierta	b / t ≤ (b / t) _{lim} Cumple	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	x: 3.75 m η = 60.8	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	x: 0 m η = 5.5	N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	N.P. ⁽¹⁰⁾	CUMPLE η = 60.8
Notación: b / t: Relación anchura / espesor λ: Limitación de esbeltez N _k : Resistencia a tracción N _v : Resistencia a compresión M _w : Resistencia a flexión. Eje Y M _v : Resistencia a flexión. Eje Z M _u : Resistencia a flexión biaxial V _w : Resistencia a corte Y V _v : Resistencia a corte Z N ₁ : Resistencia a tracción y flexión N ₂ : Resistencia a compresión y flexión N ₃ : Resistencia a cortante, axil y flexión M _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														
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 flector.														

Relación anchura / espesor (CTE DB SE-A, Tabla 5.5 y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 5.2)

Se debe satisfacer:

$$h/t \leq 250 \qquad h / t : \underline{56.0} \quad \checkmark$$

$$b/t \leq 90 \qquad b / t : \underline{16.0} \quad \checkmark$$

$$c/t \leq 30 \qquad c / t : \underline{4.7} \quad \checkmark$$

Los rigidizadores proporcionan suficiente rigidez, ya que se cumple:

$$0.2 \leq c/b \leq 0.6 \qquad c / b : \underline{0.292}$$

Donde:

h : Altura del alma.	h : <u>168.00</u> mm
b : Ancho de las alas.	b : <u>48.00</u> mm
c : Altura de los rigidizadores.	c : <u>14.00</u> mm
t : Espesor.	t : <u>3.00</u> mm

Resistencia a flexión. Eje Y (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.1.4.1)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1 \qquad \eta : \underline{0.608} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

$$M_{y,Ed} : \text{Momento flector solicitante de cálculo pésimo.} \qquad M_{y,Ed}^+ : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 3.750 m del nudo 34.630, 0.000, 9.063, para la combinación de acciones 0.80*G1 + 0.80*G2 + 1.50*V(180°) H1.

$$M_{y,Ed} : \text{Momento flector solicitante de cálculo pésimo.} \qquad M_{y,Ed}^- : \underline{8.10} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

La resistencia de cálculo a flexión $M_{c,Rd}$ viene dada por:

$$M_{c,Rd} = \frac{W_{el} \cdot f_{yb}}{\gamma_{M0}} \qquad M_{c,Rd} : \underline{13.32} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

W_{el}: Módulo resistente elástico correspondiente a la fibra de mayor tensión.

W_{el} : 50.84 cm³

f_{yb}: Límite elástico del material base. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_{yb} : 275.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{M0} : 1.05

Resistencia a pandeo lateral del ala superior: (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.2.4)

La comprobación a pandeo lateral no procede, ya que no hay momento flector.

Resistencia a pandeo lateral del ala inferior: (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.2.4)

La comprobación a pandeo lateral no procede, ya que la longitud de pandeo lateral es nula.

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.1.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{b,Rd}} \leq 1$$

η : 0.055 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo 34.630, 0.000, 9.063, para la combinación de acciones 0.80*G1 + 0.80*G2 + 1.50*V(180°) H1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 4.37 kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **V_{b,Rd}** viene dado por:

$$V_{b,Rd} = \frac{\frac{h_w}{\sin \phi} \cdot t \cdot f_{bv}}{\gamma_{M0}}$$

V_{b,Rd} : 79.46 kN

Donde:

h_w: Altura del alma.

h_w : 174.36 mm

t: Espesor.

t : 3.00 mm

φ: Ángulo que forma el alma con la horizontal.

φ : 90.0 grados

f_{bv}: Resistencia a cortante, teniendo en cuenta el pandeo.

$$\bar{\lambda}_w \leq 0.83 \rightarrow f_{bv} = 0.58 \cdot f_{yb}$$

f_{bv} : 159.50 MPa

Siendo:

λ_w: Esbeltez relativa del alma.

$$\bar{\lambda}_w = 0.346 \cdot \frac{h_w}{t} \cdot \sqrt{\frac{f_{yb}}{E}}$$

λ_w : 0.73

Donde:

f_{yb}: Límite elástico del material base. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_{yb} : 275.00 MPa

E: Módulo de elasticidad.

E : 210000.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{M0} : 1.05

1.8.2. Pórtico interior nave principal con nave anexa para vestuarios/almacén

A continuación, se procede a analizar un pórtico interior tipo de la nave principal junto con la nave anexa de uso de vestuarios/almacén.

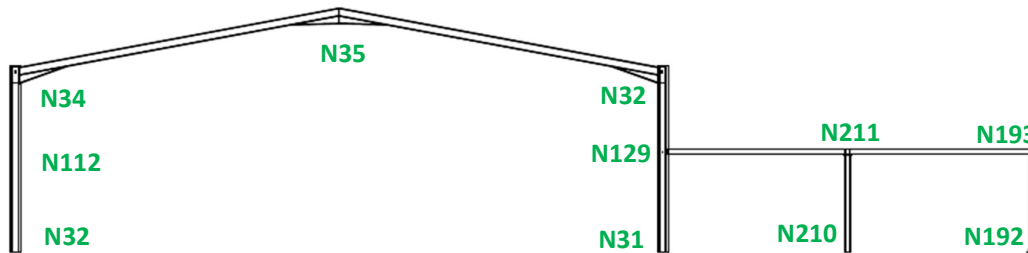


Figura 47. Pórtico a analizar.

Viga N32-N35

Perfil: IPE 400, Simple con cartelas (Cartela inicial inferior: 2.50 m. Cartela final inferior: 2.50 m.)									
Material: Acero (S275)									
Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas ⁽¹⁾						
Inicial	Final		Área (cm ²)	I _y ⁽²⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽²⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽³⁾ (cm ⁴)	y _g ⁽⁴⁾ (mm)	z _g ⁽⁴⁾ (mm)	
N32	N35	17.755	137.98	96314.53	1975.90	73.24	0.00	176.39	
Notas: ⁽¹⁾ Las características mecánicas y el dibujo mostrados corresponden a la sección inicial del perfil (N32) ⁽²⁾ Inercia respecto al eje indicado ⁽³⁾ Momento de inercia a torsión uniforme ⁽⁴⁾ Coordenadas del centro de gravedad									
	Pandeo			Pandeo lateral					
		Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.				
	β	0.00	1.00	0.00	0.00				
	L _k	0.000	17.755	0.000	0.000				
	C _m	1.000	0.650	1.000	1.000				
	C ₁	-		1.000					
Notación: β : Coeficiente de pandeo L _k : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico									

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$$\bar{\lambda} : \underline{1.24} \quad \checkmark$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

$$\text{Clase} : \underline{3}$$

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$\mathbf{A} : \underline{84.50} \text{ cm}^2$$

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$\mathbf{f}_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico.

$$\mathbf{N}_{cr} : \underline{1520.73} \text{ kN}$$

El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$$\mathbf{N}_{cr,y} : \underline{1520.73} \text{ kN}$$

$$\mathbf{N}_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{ky}^2}$$

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$$\mathbf{N}_{cr,z} : \underline{\infty}$$

$$\mathbf{N}_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{kz}^2}$$

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$\mathbf{N}_{cr,T} : \underline{\infty}$$

$$\mathbf{N}_{cr,T} = \frac{1}{i_0^2} \cdot \left[G \cdot I_t + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_w}{L_{kt}^2} \right]$$

Donde:

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.

$$\mathbf{I}_y : \underline{23130.00} \text{ cm}^4$$

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.

$$\mathbf{I}_z : \underline{1318.00} \text{ cm}^4$$

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme.

$$\mathbf{I}_t : \underline{51.28} \text{ cm}^4$$

I_w: Constante de alabeo de la sección.

$$\mathbf{I}_w : \underline{490000.00} \text{ cm}^6$$

E: Módulo de elasticidad.

$$\mathbf{E} : \underline{210000} \text{ MPa}$$

G: Módulo de elasticidad transversal.

$$\mathbf{G} : \underline{81000} \text{ MPa}$$

L_{ky}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.

$$\mathbf{L}_{ky} : \underline{17.755} \text{ m}$$

L_{kz}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.

$$\mathbf{L}_{kz} : \underline{0.000} \text{ m}$$

L_{kt}: Longitud efectiva de pandeo por torsión.

$$\mathbf{L}_{kt} : \underline{0.000} \text{ m}$$

i₀: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.

$$\mathbf{i}_0 : \underline{17.01} \text{ cm}$$

$$\mathbf{i}_0 = (i_y^2 + i_z^2 + y_0^2 + z_0^2)^{0.5}$$

Siendo:

i_y , i_z: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.

$$\mathbf{i}_y : \underline{16.54} \text{ cm}$$

$$\mathbf{i}_z : \underline{3.95} \text{ cm}$$

$$\mathbf{y}_0 : \underline{0.00} \text{ mm}$$

y₀ , z₀: Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

z₀ : 0.00 mm

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Criterio de CYPE, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}}$$

77.49 ≤ 351.82 ✓

Donde:

h_w: Altura del alma.

h_w : 666.41 mm

t_w: Espesor del alma.

t_w : 8.60 mm

A_w: Área del alma.

A_w : 57.31 cm²

A_{fc,ef}: Área reducida del ala comprimida.

A_{fc,ef} : 24.30 cm²

k: Coeficiente que depende de la clase de la sección.

k : 0.30

E: Módulo de elasticidad.

E : 210000 MPa

f_{yf}: Límite elástico del acero del ala comprimida.

f_{yf} : 275.00 MPa

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$

η : 0.040 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 15.256 m del nudo N32, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(270°)H1.

N_{t,Ed}: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

N_{t,Ed} : 88.24 kN

La resistencia de cálculo a tracción **N_{t,Rd}** viene dada por:

$$N_{t,Rd} = A \cdot f_{yd}$$

N_{t,Rd} : 2213.10 kN

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra.	A : <u>84.50</u> cm ²
f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.	f_{yd} : <u>261.90</u> MPa
$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$	
Siendo:	
f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	f_y : <u>275.00</u> MPa
γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material.	γ_{M0} : <u>1.05</u>

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1 \quad \eta : \underline{0.050} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1 \quad \eta : \underline{0.098} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 2.728 m del nudo N32, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·N(EI).

N_{c,Ed}: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.	N_{c,Ed} : <u>110.32</u> kN
--	--

La resistencia de cálculo a compresión **N_{c,Rd}** viene dada por:

N_{c,Rd} = A · f_{yd}	N_{c,Rd} : <u>2213.10</u> kN
--	---

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase :** 3

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.	f_{yd} : <u>261.90</u> MPa
--	---

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	f_y : <u>275.00</u> MPa
---	--

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material.	γ_{M0} : <u>1.05</u>
---	-------------------------------------

Resistencia a pandeo (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo **N_{b,Rd}** en una barra comprimida viene dada por:

$$N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_{yd}$$

$$N_{b,Rd} : \underline{1123.42} \text{ kN}$$

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{84.50} \text{ cm}^2$$

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

χ: Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - (\bar{\lambda})^2}} \leq 1$$

$$\chi_y : \underline{0.51}$$

Siendo:

$$\Phi = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha \cdot (\bar{\lambda} - 0.2) + (\bar{\lambda})^2 \right]$$

$$\phi_y : \underline{1.37}$$

α: Coeficiente de imperfección elástica.

$$\alpha_y : \underline{0.21}$$

λ̄: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$$\bar{\lambda}_y : \underline{1.24}$$

N_{cr}: Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

$$N_{cr} : \underline{1520.73} \text{ kN}$$

N_{cr,y}: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$$N_{cr,y} : \underline{1520.73} \text{ kN}$$

N_{cr,z}: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$$N_{cr,z} : \underline{\infty}$$

N_{cr,T}: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} : \underline{\infty}$$

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.690} \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 2.730 m del nudo N32, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(90°)H1.

M_{Ed}⁺: Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{142.10} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 2.730 m del nudo N32, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·N(EI).

M_{Ed}⁻: Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$\mathbf{M_{Ed}^-} : \underline{236.07} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo **M_{c,Rd}** viene dado por:

$$\mathbf{M_{c,Rd}} = W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$

$$\mathbf{M_{c,Rd}} : \underline{342.31} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : 1

W_{pl,y}: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. **W_{pl,y}** : 1307.00 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$\mathbf{f_{yd}} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$\mathbf{f_y} : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\mathbf{\gamma_{M0}} : \underline{1.05}$$

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta < \underline{0.001} \checkmark$$

Para flexión positiva:

M_{Ed}⁺: Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$\mathbf{M_{Ed}^+} : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 5.234 m del nudo N32, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(270°)H1.

M_{Ed}⁻: Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$\mathbf{M_{Ed}^-} : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo **M_{c,Rd}** viene dado por:

$$\mathbf{M_{c,Rd}} = W_{pl,z} \cdot f_{yd}$$

$$\mathbf{M_{c,Rd}} : \underline{59.98} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$$\mathbf{Clase} : \underline{1}$$

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

W_{pl,z}: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. **W_{pl,z} :** 229.00 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd} :** 261.90 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y :** 275.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0} :** 1.05

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

η : 0.103 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 2.573 m del nudo N32, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.9·V(0°)H2+1.5·N(EI).

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed} :** 58.68 kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **V_{c,Rd}** viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

V_{c,Rd} : 568.05 kN

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. **A_v :** 37.57 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd} :** 261.90 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y :** 275.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0} :** 1.05

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{d}{t_w} < 70 \cdot \varepsilon$$

38.49 < 64.71 ✓

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma.

λ_w : 38.49

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

$\lambda_{m\acute{a}x}$: Esbeltez máxima.

$\lambda_{m\acute{a}x}$: 64.71

$$\lambda_{m\acute{a}x} = 70 \cdot \varepsilon$$

ε : Factor de reducción.

ε : 0.92

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia.

f_{ref} : 235.00 MPa

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 275.00 MPa

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

71.99 kN ≤ 510.08 kN ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+0.9·V(0°)H2+1.5·N(EI).

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 71.99 kN

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$V_{c,Rd}$: 1020.16 kN

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1 \quad \eta : \underline{0.738} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1 \quad \eta : \underline{0.578} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + \alpha_y \cdot k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1 \quad \eta : \underline{0.338} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 2.730 m del nudo N32, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·N(EI).

Donde:

N_{c,Ed} : Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.	N_{c,Ed} : <u>107.24</u> kN
M_{y,Ed}, M_{z,Ed} : Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.	M_{y,Ed} : <u>236.07</u> kN·m
	M_{z,Ed}⁺ : <u>0.00</u> kN·m
Clase : Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.	Clase : <u>1</u>
N_{pl,Rd} : Resistencia a compresión de la sección bruta.	N_{pl,Rd} : <u>2213.10</u> kN
M_{pl,Rd,y}, M_{pl,Rd,z} : Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.	M_{pl,Rd,y} : <u>342.31</u> kN·m
	M_{pl,Rd,z} : <u>59.98</u> kN·m

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A : Área de la sección bruta.	A : <u>84.50</u> cm ²
W_{pl,y}, W_{pl,z} : Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.	W_{pl,y} : <u>1307.00</u> cm ³
	W_{pl,z} : <u>229.00</u> cm ³
f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.	f_{yd} : <u>261.90</u> MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	f_y : <u>275.00</u> MPa
γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.	γ_{M1} : <u>1.05</u>

k_y, k_z: Coeficientes de interacción.

$$k_y = 1 + (\bar{\lambda}_y - 0.2) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot N_{c,Rd}} \quad k_y : \underline{1.08}$$

$$k_z = 1 + (2 \cdot \bar{\lambda}_z - 0.6) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}} \quad k_z : \underline{1.00}$$

C_{m,y}, C_{m,z}: Factores de momento flector uniforme equivalente.

C_{m,y} : <u>0.65</u>
C_{m,z} : <u>1.00</u>

χ_y, χ_z : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\chi_y : \frac{0.51}{1.00}$$

$\bar{\lambda}_y, \bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\bar{\lambda}_y : \frac{1.24}{0.00}$$

α_y, α_z : Factores dependientes de la clase de la sección.

$$\alpha_y : \frac{0.60}{0.60}$$

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 0.9 \cdot V(0^\circ)H2 + 1.5 \cdot N(EI)$.

$$V_{Ed,z} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$$

$$71.99 \text{ kN} \leq 510.08 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed,z} : \frac{71.99}{1020.16} \text{ kN}$$

$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd,z} : \frac{1020.16}{1020.16} \text{ kN}$$

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Pilar N32-N31 (N129)

El pilar N32-N31 se encuentra dividido en dos tramos, cuyo nudo N129 (nudo intermedio), es el nudo de unión con la estructura de la nave anexa. A continuación, se muestran las comprobaciones de estos dos tramos de pilar.

Perfil: HE 450 B Material: Acero (S275)						
Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)
N31	N129	5.000	218.00	79890.00	11720.00	447.97
Notas: (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme						
	Pandeo		Pandeo lateral			
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.		
β	0.70	1.40	0.00	0.00		
L _k	3.500	7.000	0.000	0.000		
C _m	1.000	0.700	1.000	1.000		
C ₁	-		1.000			
Notación: β: Coeficiente de pandeo L _k : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico						

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$\bar{\lambda}$: 0.54 ✓

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase :** 1

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A :** 218.00 cm²

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y :** 265.00 MPa

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico. **N_{cr} :** 19829.45 kN

El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{ky}^2}$$

$N_{cr,y} : \underline{33792.12} \text{ kN}$

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{kz}^2}$$

$N_{cr,z} : \underline{19829.45} \text{ kN}$

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_0^2} \cdot \left[G \cdot I_t + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_w}{L_{kt}^2} \right]$$

$N_{cr,T} : \underline{\infty}$

Donde:

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.

$I_y : \underline{79890.00} \text{ cm}^4$

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.

$I_z : \underline{11720.00} \text{ cm}^4$

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme.

$I_t : \underline{447.97} \text{ cm}^4$

I_w: Constante de alabeo de la sección.

$I_w : \underline{5258000.00} \text{ cm}^6$

E: Módulo de elasticidad.

$E : \underline{210000} \text{ MPa}$

G: Módulo de elasticidad transversal.

$G : \underline{81000} \text{ MPa}$

L_{ky}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.

$L_{ky} : \underline{7.000} \text{ m}$

L_{kz}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.

$L_{kz} : \underline{3.500} \text{ m}$

L_{kt}: Longitud efectiva de pandeo por torsión.

$L_{kt} : \underline{0.000} \text{ m}$

i₀: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.

$i_0 : \underline{20.50} \text{ cm}$

$$i_0 = (i_y^2 + i_z^2 + y_0^2 + z_0^2)^{0.5}$$

Siendo:

i_y , **i_z**: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.

$i_y : \underline{19.14} \text{ cm}$

$i_z : \underline{7.33} \text{ cm}$

y₀ , **z₀**: Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

$y_0 : \underline{0.00} \text{ mm}$

$z_0 : \underline{0.00} \text{ mm}$

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Criterio de CYPE, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}}$$

$28.43 \leq 200.93$ ✓

Donde:

h_w : Altura del alma.	h_w : <u>398.00</u> mm
t_w : Espesor del alma.	t_w : <u>14.00</u> mm
A_w : Área del alma.	A_w : <u>55.72</u> cm ²
A_{fc,ef} : Área reducida del ala comprimida.	A_{fc,ef} : <u>78.00</u> cm ²
k : Coeficiente que depende de la clase de la sección.	k : <u>0.30</u>
E : Módulo de elasticidad.	E : <u>210000</u> MPa
f_{yf} : Límite elástico del acero del ala comprimida.	f_{yf} : <u>265.00</u> MPa

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1 \quad \eta : \underline{0.008} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N129, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(270°)H1.

N_{t,Ed}: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo. **N_{t,Ed}** : 45.19 kN

La resistencia de cálculo a tracción **N_{t,Rd}** viene dada por:

$$N_{t,Rd} = A \cdot f_{yd} \quad N_{t,Rd} : \underline{5501.90} \text{ kN}$$

Donde:

A : Área bruta de la sección transversal de la barra.	A : <u>218.00</u> cm ²
f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.	f_{yd} : <u>252.38</u> MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	f_y : <u>265.00</u> MPa
γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.	γ_{M0} : <u>1.05</u>

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1 \quad \eta : \underline{0.028} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.032} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N31, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.9·V(0°)H2+1.5·N(EI).

N_{c,Ed}: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$\mathbf{N_{c,Ed}} : \underline{153.47} \text{ kN}$$

La resistencia de cálculo a compresión **N_{c,Rd}** viene dada por:

$$\mathbf{N_{c,Rd}} = A \cdot f_{yd}$$

$$\mathbf{N_{c,Rd}} : \underline{5501.90} \text{ kN}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase** : 1

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$\mathbf{A} : \underline{218.00} \text{ cm}^2$$

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$\mathbf{f_{yd}} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$\mathbf{f_y} : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\mathbf{\gamma_{M0}} : \underline{1.05}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo **N_{b,Rd}** en una barra comprimida viene dada por:

$$\mathbf{N_{b,Rd}} = \chi \cdot A \cdot f_{yd}$$

$$\mathbf{N_{b,Rd}} : \underline{4765.60} \text{ kN}$$

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$\mathbf{A} : \underline{218.00} \text{ cm}^2$$

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$\mathbf{f_{yd}} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$\mathbf{f_y} : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\mathbf{\gamma_{M1}} : \underline{1.05}$$

χ: Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - (\bar{\lambda})^2}} \leq 1$$

$$\mathbf{\chi_y} : \underline{0.95}$$

$$\mathbf{\chi_z} : \underline{0.87}$$

Siendo:

$$\Phi = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha \cdot (\bar{\lambda} - 0.2) + (\bar{\lambda})^2 \right]$$

$$\phi_y : \underline{0.61}$$

$$\phi_z : \underline{0.70}$$

α : Coeficiente de imperfección elástica.

$$\alpha_y : \underline{0.21}$$

$$\alpha_z : \underline{0.34}$$

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$$\bar{\lambda}_y : \underline{0.41}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{0.54}$$

N_{cr} : Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

$$N_{cr} : \underline{19829.45} \text{ kN}$$

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$$N_{cr,y} : \underline{33792.12} \text{ kN}$$

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$$N_{cr,z} : \underline{19829.45} \text{ kN}$$

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} : \underline{\infty}$$

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.367} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N31, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(0°)H1.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{347.56} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N31, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.9·V(180°)H2+1.5·N(EI).

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{368.39} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$

$$M_{c,Rd} : \underline{1004.98} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,y} : \underline{3982.00} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 265.00 MPa
 γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.05

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)
No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

η : 0.039 ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N31, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(90°)H1+0.75·N(EI).

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

M_{Ed}^+ : 11.75 kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N31, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(270°)H1.

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

M_{Ed}^- : 11.85 kN·m

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,z} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$: 302.35 kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase:** 1

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,z}$: 1198.00 cm³

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 252.38 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 265.00 MPa

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.05

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.071} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N31, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(0°)H1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{82.34} \text{ kN}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **V_{c,Rd}** viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$$V_{c,Rd} : \underline{1161.03} \text{ kN}$$

Donde:

A_v: Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{79.68} \text{ cm}^2$$

$$A_v = A - 2 \cdot b \cdot t_f + (t_w + 2 \cdot r) \cdot t_f$$

Siendo:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra.

$$A : \underline{218.00} \text{ cm}^2$$

b: Ancho de la sección.

$$b : \underline{300.00} \text{ mm}$$

t_f: Espesor del ala.

$$t_f : \underline{26.00} \text{ mm}$$

t_w: Espesor del alma.

$$t_w : \underline{14.00} \text{ mm}$$

r: Radio de acuerdo entre ala y alma.

$$r : \underline{27.00} \text{ mm}$$

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{d}{t_w} < 70 \cdot \varepsilon$$

$$24.57 < 65.92 \quad \checkmark$$

Donde:

λ_w: Esbeltez del alma.

$$\lambda_w : \underline{24.57}$$

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

λ_{máx}: Esbeltez máxima.

$$\lambda_{máx} : \underline{65.92}$$

$$\lambda_{máx} = 70 \cdot \varepsilon$$

ε: Factor de reducción.

$$\varepsilon : \underline{0.94}$$

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

f_{ref}: Límite elástico de referencia.

f_{ref}: 235.00 MPa

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y: 265.00 MPa

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

η: 0.001 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(270°)H1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed}: 1.95 kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **V_{c,Rd}** viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

V_{c,Rd}: 2364.62 kN

Donde:

A_v: Área transversal a cortante.

A_v: 162.28 cm²

$$A_v = A - d \cdot t_w$$

Siendo:

A: Área de la sección bruta.

A: 218.00 cm²

d: Altura del alma.

d: 398.00 mm

t_w: Espesor del alma.

t_w: 14.00 mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd}: 252.38 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y: 265.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{M0}: 1.05

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

$$82.34 \text{ kN} \leq 580.52 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(0°)H1.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 82.34 kN

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd}$: 1161.03 kN

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

$$1.95 \text{ kN} \leq 1182.31 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(270°)H1.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 1.95 kN

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd}$: 2364.62 kN

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.390} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.283} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.182} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + \alpha_y \cdot k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N31, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.9·V(180°)H2+1.5·N(EI).

Donde:

N_{c,Ed} : Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.	N_{c,Ed} : <u>129.29</u> kN
M_{y,Ed}, M_{z,Ed} : Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.	M_{y,Ed} : <u>368.39</u> kN·m
	M_{z,Ed} : <u>0.03</u> kN·m
Clase : Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.	Clase : <u>1</u>
N_{pl,Rd} : Resistencia a compresión de la sección bruta.	N_{pl,Rd} : <u>5501.90</u> kN
M_{pl,Rd,y}, M_{pl,Rd,z} : Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.	M_{pl,Rd,y} : <u>1004.98</u> kN·m
	M_{pl,Rd,z} : <u>302.35</u> kN·m

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A : Área de la sección bruta.	A : <u>218.00</u> cm ²
W_{pl,y}, W_{pl,z} : Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.	W_{pl,y} : <u>3982.00</u> cm ³
	W_{pl,z} : <u>1198.00</u> cm ³
f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.	f_{yd} : <u>252.38</u> MPa
$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$	

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	f_y : <u>265.00</u> MPa
γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.	γ_{M1} : <u>1.05</u>

k_y, k_z: Coeficientes de interacción.

$$k_y = 1 + (\bar{\lambda}_y - 0.2) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot N_{c,Rd}} \quad k_y : \underline{1.01}$$

$$k_z = 1 + (2 \cdot \bar{\lambda}_z - 0.6) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}} \quad k_z : \underline{1.01}$$

C_{m,y}, C_{m,z}: Factores de momento flector uniforme equivalente.

C_{m,y} : <u>0.70</u>
C_{m,z} : <u>1.00</u>

χ_y, χ_z: Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

χ_y : <u>0.95</u>
χ_z : <u>0.87</u>

λ̄_y, λ̄_z: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

λ̄_y : <u>0.41</u>
λ̄_z : <u>0.54</u>

α_y, α_z: Factores dependientes de la clase de la sección.

α_y : <u>0.60</u>
α_z : <u>0.60</u>

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V(0^\circ)H1$.

$$V_{Ed,z} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$$

$$82.34 \text{ kN} \leq 580.50 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed,z} : \underline{82.34} \text{ kN}$$

$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd,z} : \underline{1161.00} \text{ kN}$$

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{T,Ed}}{M_{T,Rd}} \leq 1$$

$$\eta < \underline{0.001} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V(270^\circ)H1$.

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento torsor resistente de cálculo $M_{T,Rd}$ viene dado por:

$$M_{T,Rd} = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot W_T \cdot f_{yd}$$

$$M_{T,Rd} : \underline{25.11} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : \underline{172.30} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.071} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N31, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(0°)H1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$\mathbf{V_{Ed}} : \underline{82.34} \text{ kN}$$

M_{T,Ed}: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$\mathbf{M_{T,Ed}} : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido **V_{pl,T,Rd}** viene dado por:

$$\mathbf{V_{pl,T,Rd}} = \sqrt{1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{1.25 \cdot f_{yd} / \sqrt{3}}} \cdot V_{pl,Rd}$$

$$\mathbf{V_{pl,T,Rd}} : \underline{1161.00} \text{ kN}$$

Donde:

V_{pl,Rd}: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$\mathbf{V_{pl,Rd}} : \underline{1161.03} \text{ kN}$$

τ_{T,Ed}: Tensiones tangenciales por torsión.

$$\mathbf{\tau_{T,Ed}} : \underline{0.01} \text{ MPa}$$

$$\tau_{T,Ed} = \frac{M_{T,Ed}}{W_t}$$

Siendo:

W_T: Módulo de resistencia a torsión.

$$\mathbf{W_T} : \underline{172.30} \text{ cm}^3$$

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$\mathbf{f_{yd}} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$\mathbf{f_y} : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\mathbf{\gamma_{M0}} : \underline{1.05}$$

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.001} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(270°)H1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$\mathbf{V_{Ed}} : \underline{1.95} \text{ kN}$$

M_{T,Ed}: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$\mathbf{M_{T,Ed}} : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} = \sqrt{1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{1.25 \cdot f_{yd} / \sqrt{3}}} \cdot V_{pl,Rd} \quad V_{pl,T,Rd} : 2364.49 \text{ kN}$$

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{pl,Rd} : 2364.62 \text{ kN}$
 $\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión. $\tau_{T,Ed} : 0.02 \text{ MPa}$

$$\tau_{T,Ed} = \frac{M_{T,Ed}}{W_t}$$

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión. $W_T : 172.30 \text{ cm}^3$
 f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. $f_{yd} : 252.38 \text{ MPa}$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_y : 265.00 \text{ MPa}$
 γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material. $\gamma_{M0} : 1.05$

Perfil: HE 450 B							
Material: Acero (S275)							
	Nodos		Longitud (m)	Características mecánicas			
	Inicial	Final		Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)
	N129	N32	4.000	218.00	79890.00	11720.00	447.97
	Notas: (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme						
		Pandeo		Pandeo lateral			
		Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.		
	β	1.00	1.40	0.00	0.00		
	L_K	4.000	5.600	0.000	0.000		
	C_m	1.000	0.700	1.000	1.000		
	C_1	-		1.000			
Notación: β : Coeficiente de pandeo L_K : Longitud de pandeo (m) C_m : Coeficiente de momentos C_1 : Factor de modificación para el momento crítico							

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$\bar{\lambda} : 0.62$ ✓

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

Clase : 1

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

A : 218.00 cm²

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 265.00 MPa

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico.

N_{cr} : 15181.92 kN

El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

N_{cr,y} : 52800.18 kN

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{ky}^2}$$

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

N_{cr,z} : 15181.92 kN

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{kz}^2}$$

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

N_{cr,T} : ∞

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_0^2} \cdot \left[G \cdot I_t + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_w}{L_{kt}^2} \right]$$

Donde:

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.

I_y : 79890.00 cm⁴

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.

I_z : 11720.00 cm⁴

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme.

I_t : 447.97 cm⁴

I_w: Constante de alabeo de la sección.

I_w : 5258000.00 cm⁶

E: Módulo de elasticidad.

E : 210000 MPa

G: Módulo de elasticidad transversal.

G : 81000 MPa

L_{ky}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.

L_{ky} : 5.600 m

L_{kz}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.

L_{kz} : 4.000 m

L_{kt}: Longitud efectiva de pandeo por torsión.

L_{kt} : 0.000 m

i₀: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.

i₀ : 20.50 cm

$$i_0 = (i_y^2 + i_z^2 + y_0^2 + z_0^2)^{0.5}$$

Siendo:

i_y , i_z: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.

i_y : 19.14 cm

i_z : 7.33 cm

y₀ , z₀: Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

y₀ : 0.00 mm

z₀ : 0.00 mm

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Criterio de CYPE, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}}$$

28.43 ≤ 200.93 ✓

Donde:

h_w: Altura del alma.

h_w : 398.00 mm

t_w: Espesor del alma.

t_w : 14.00 mm

A_w: Área del alma.

A_w : 55.72 cm²

A_{fc,ef}: Área reducida del ala comprimida.

A_{fc,ef} : 78.00 cm²

k: Coeficiente que depende de la clase de la sección.

k : 0.30

E: Módulo de elasticidad.

E : 210000 MPa

f_{yf}: Límite elástico del acero del ala comprimida.

f_{yf} : 265.00 MPa

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$

η : 0.011 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 3.427 m del nudo N129, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(90°)H1.

N_{t,Ed}: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

N_{t,Ed} : 60.88 kN

La resistencia de cálculo a tracción **N_{t,Rd}** viene dada por:

$$N_{t,Rd} = A \cdot f_{yd}$$

N_{t,Rd} : 5501.90 kN

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra.

A : 218.00 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 252.38 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 265.00 MPa

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.05

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1 \quad \eta : \underline{0.020} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1 \quad \eta : \underline{0.025} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N129, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.9·V(0°)H2+1.5·N(EI).

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $N_{c,Ed}$: 112.71 kN

La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

$$N_{c,Rd} = A \cdot f_{yd} \quad N_{c,Rd} : \underline{5501.90} \text{ kN}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase**: 1

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A**: 218.00 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}**: 252.38 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y**: 265.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}**: 1.05

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo $N_{b,Rd}$ en una barra comprimida viene dada por:

$$N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_{yd} \quad N_{b,Rd} : \underline{4558.37} \text{ kN}$$

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A**: 218.00 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}**: 252.38 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

χ : Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - (\bar{\lambda})^2}} \leq 1$$

$$\chi_y : \underline{0.97}$$

$$\chi_z : \underline{0.83}$$

Siendo:

$$\Phi = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha \cdot (\bar{\lambda} - 0.2) + (\bar{\lambda})^2 \right]$$

$$\phi_y : \underline{0.57}$$

$$\phi_z : \underline{0.76}$$

α : Coeficiente de imperfección elástica.

$$\alpha_y : \underline{0.21}$$

$$\alpha_z : \underline{0.34}$$

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$$\bar{\lambda}_y : \underline{0.33}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{0.62}$$

N_{cr} : Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

$$N_{cr} : \underline{15181.92} \text{ kN}$$

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$$N_{cr,y} : \underline{52800.18} \text{ kN}$$

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$$N_{cr,z} : \underline{15181.92} \text{ kN}$$

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} : \underline{\infty}$$

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.369} \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 3.428 m del nudo N129, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·N(EI).

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{370.81} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 3.428 m del nudo N129, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(90°)H1.

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{222.90} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd} \quad M_{c,Rd} : \underline{1004.98} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase :** 1

W_{pl,y}: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. **W_{pl,y} :** 3982.00 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd} :** 252.38 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y :** 265.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0} :** 1.05

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.007} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N129, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(90°)H1+0.75·N(EI).

M_{Ed}⁺: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}⁺ :** 2.20 kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N129, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(270°)H1.

M_{Ed}⁻: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}⁻ :** 2.08 kN·m

El momento flector resistente de cálculo **M_{c,Rd}** viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,z} \cdot f_{yd} \quad M_{c,Rd} : \underline{302.35} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase :** 1

W_{pl,z}: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. **W_{pl,z} :** 1198.00 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd} :** 252.38 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 265.00 MPa

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.05

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

η : 0.086 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N129, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.9·V(180°)H2+1.5·N(EI).

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 99.92 kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: 1161.03 kN

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

A_v : 79.68 cm²

$$A_v = A - 2 \cdot b \cdot t_f + (t_w + 2 \cdot r) \cdot t_f$$

Siendo:

A : Área bruta de la sección transversal de la barra. A : 218.00 cm²

b : Ancho de la sección. b : 300.00 mm

t_f : Espesor del ala. t_f : 26.00 mm

t_w : Espesor del alma. t_w : 14.00 mm

r : Radio de acuerdo entre ala y alma. r : 27.00 mm

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 252.38 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 265.00 MPa

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.05

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{d}{t_w} < 70 \cdot \varepsilon$$

$$24.57 < 65.92 \quad \checkmark$$

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma.

$$\lambda_w : \underline{24.57}$$

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

$\lambda_{m\acute{a}x}$: Esbeltez máxima.

$$\lambda_{m\acute{a}x} : \underline{65.92}$$

$$\lambda_{m\acute{a}x} = 70 \cdot \varepsilon$$

ε : Factor de reducción.

$$\varepsilon : \underline{0.94}$$

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia.

$$f_{ref} : \underline{235.00} \text{ MPa}$$

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta < \underline{0.001} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(90°)H1+0.75·N(EI).

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{0.55} \text{ kN}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$$V_{c,Rd} : \underline{2364.62} \text{ kN}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{162.28} \text{ cm}^2$$

$$A_v = A - d \cdot t_w$$

Siendo:

A : Área de la sección bruta.

$$A : \underline{218.00} \text{ cm}^2$$

d : Altura del alma.

$$d : \underline{398.00} \text{ mm}$$

t_w : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{14.00} \text{ mm}$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 265.00 MPa
 γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.05

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

99.92 kN ≤ 580.52 kN ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+0.9·V(180°)H2+1.5·N(EI).

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 99.92 kN

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd}$: 1161.03 kN

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

0.55 kN ≤ 1182.31 kN ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(90°)H1+0.75·N(EI).

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 0.55 kN

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd}$: 2364.62 kN

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1 \quad \eta : \underline{0.387} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1 \quad \eta : \underline{0.277} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + \alpha_y \cdot k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1 \quad \eta : \underline{0.177} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 3.428 m del nudo N129, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·N(EI).

Donde:

N_{c,Ed}: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. **N_{c,Ed}** : 97.79 kN
M_{y,Ed}, M_{z,Ed}: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. **M_{y,Ed}⁺** : 370.81 kN·m
M_{z,Ed}⁺ : 0.01 kN·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple. **Clase** : 1

N_{pl,Rd}: Resistencia a compresión de la sección bruta. **N_{pl,Rd}** : 5501.90 kN
M_{pl,Rd,y}, M_{pl,Rd,z}: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente. **M_{pl,Rd,y}** : 1004.98 kN·m
M_{pl,Rd,z} : 302.35 kN·m

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A: Área de la sección bruta. **A** : 218.00 cm²
W_{pl,y}, W_{pl,z}: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. **W_{pl,y}** : 3982.00 cm³
W_{pl,z} : 1198.00 cm³
f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : 252.38 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : 265.00 MPa

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M1}** : 1.05

k_y, k_z: Coeficientes de interacción.

$$k_y = 1 + (\bar{\lambda}_y - 0.2) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot N_{c,Rd}} \quad k_y : \underline{1.00}$$

$$k_z = 1 + (2 \cdot \bar{\lambda}_z - 0.6) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}} \quad k_z : \underline{1.01}$$

C_{m,y}, C_{m,z}: Factores de momento flector uniforme equivalente. **C_{m,y}** : 0.70
C_{m,z} : 1.00

χ_y, χ_z : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\chi_y : \underline{0.97}$$

$$\chi_z : \underline{0.83}$$

$\bar{\lambda}_y, \bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\bar{\lambda}_y : \underline{0.33}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{0.62}$$

α_y, α_z : Factores dependientes de la clase de la sección.

$$\alpha_y : \underline{0.60}$$

$$\alpha_z : \underline{0.60}$$

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 0.9 \cdot V(180^\circ)H2 + 1.5 \cdot N(EI)$.

$$V_{Ed,z} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$$

$$99.92 \text{ kN} \leq 580.50 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed,z} : \underline{99.92} \text{ kN}$$

$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd,z} : \underline{1161.00} \text{ kN}$$

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{T,Ed}}{M_{T,Rd}} \leq 1$$

$$\eta < \underline{0.001} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V(270^\circ)H1$.

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento torsor resistente de cálculo $M_{T,Rd}$ viene dado por:

$$M_{T,Rd} = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot W_T \cdot f_{yd}$$

$$M_{T,Rd} : \underline{25.11} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : \underline{172.30} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 265.00 MPa

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.05

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1$$

η : 0.086 ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N129, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.9·V(180°)H2+1.5·N(EI).

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 99.92 kN

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $M_{T,Ed}$: 0.00 kN·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} = \sqrt{1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{1.25 \cdot f_{yd} / \sqrt{3}}} \cdot V_{pl,Rd}$$

$V_{pl,T,Rd}$: 1161.00 kN

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{pl,Rd}$: 1161.03 kN

$\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión. $\tau_{T,Ed}$: 0.01 MPa

$$\tau_{T,Ed} = \frac{M_{T,Ed}}{W_t}$$

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión. W_T : 172.30 cm³

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 252.38 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 265.00 MPa

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.05

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$\eta <$ 0.001 ✓

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(90°)H1+0.75·N(EI).

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : 0.55 \text{ kN}$$

M_{T,Ed}: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : 0.00 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido **V_{pl,T,Rd}** viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} = \sqrt{1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{1.25 \cdot f_{yd} / \sqrt{3}}} \cdot V_{pl,Rd}$$

$$V_{pl,T,Rd} : 2364.55 \text{ kN}$$

Donde:

V_{pl,Rd}: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{pl,Rd} : 2364.62 \text{ kN}$$

τ_{T,Ed}: Tensiones tangenciales por torsión.

$$\tau_{T,Ed} : 0.01 \text{ MPa}$$

$$\tau_{T,Ed} = \frac{M_{T,Ed}}{W_t}$$

Siendo:

W_T: Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : 172.30 \text{ cm}^3$$

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : 252.38 \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : 265.00 \text{ MPa}$$

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : 1.05$$

A continuación, se procede a mostrar la tabla resumen de los resultados de todas las otras barras del pórtico de estudio.

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)														Estado	
	$\bar{\lambda}$	λ_w	N _t	N _c	M _y	M _z	V _z	V _y	M _y V _z	M _z V _y	NM _y M _z	NM _y M _z V _y V _z	M _t	M _t V _z		M _t V _y
N34/N35	x: 2.728 m $\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.853 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 15.256 m η = 4.0	x: 2.728 m η = 9.8	x: 2.73 m η = 72.5	x: 5.234 m η < 0.1	x: 2.573 m η = 10.3	V _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	η < 0.1	N.P. ⁽²⁾	x: 2.73 m η = 77.3	η < 0.1	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	CUMPLE η = 77.3
N112/N34	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 3.427 m η = 1.1	x: 0 m η = 2.5	x: 3.428 m η = 38.3	x: 0 m η = 0.5	x: 0 m η = 8.3	η < 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 3.428 m η = 40.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 8.3	η < 0.1	CUMPLE η = 40.1
N33/N112	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 5 m η = 0.9	x: 0 m η = 2.9	x: 0 m η = 50.3	x: 0 m η = 3.7	x: 0 m η = 9.1	η = 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 52.8	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 9.1	η = 0.1	CUMPLE η = 52.8
N211/N129	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.13 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	η = 2.8	η = 5.1	x: 0.13 m η = 57.7	x: 0.13 m η = 0.3	x: 0.13 m η = 9.2	η < 0.1	x: 0.13 m η < 0.1	x: 0.13 m η < 0.1	x: 0.13 m η = 65.0	x: 0.13 m η < 0.1	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE η = 65.0
N210/N211	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m η = 2.8	x: 0 m η = 27.5	x: 0 m η < 0.1	η = 4.5	η < 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 29.3	η < 0.1	η < 0.1	η = 1.7	η < 0.1	CUMPLE η = 29.3
N193/N211	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.131 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	η = 1.0	η = 1.9	x: 9.87 m η = 45.9	x: 9.869 m η = 0.2	x: 9.87 m η = 8.8	η < 0.1	x: 0.131 m η < 0.1	x: 0.739 m η < 0.1	x: 9.87 m η = 45.9	x: 0.131 m η < 0.1	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE η = 45.9

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)															Estado
	$\bar{\lambda}$	λ_w	N_t	N_c	M_y	M_z	V_z	V_y	$M_y V_z$	$M_z V_y$	$N M_y M_z$	$N M_y M_z V_y V_z$	M_t	$M_y V_z$	$M_z V_y$	
N192/N193	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m $\eta = 1.6$	x: 0 m $\eta = 22.7$	x: 0 m $\eta = 0.5$	$\eta = 2.8$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 23.8$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽³⁾	CUMPLE $\eta = 23.8$

1.8.2.1. Placas de anclaje pórtico interior.

En primer lugar, se procede a analizar la placa de anclaje de los pilares de la nave metálica principal. Para ello, se muestra a continuación, el resumen de las comprobaciones y resultados del pilar HEB450 con nudo inicial el N31.

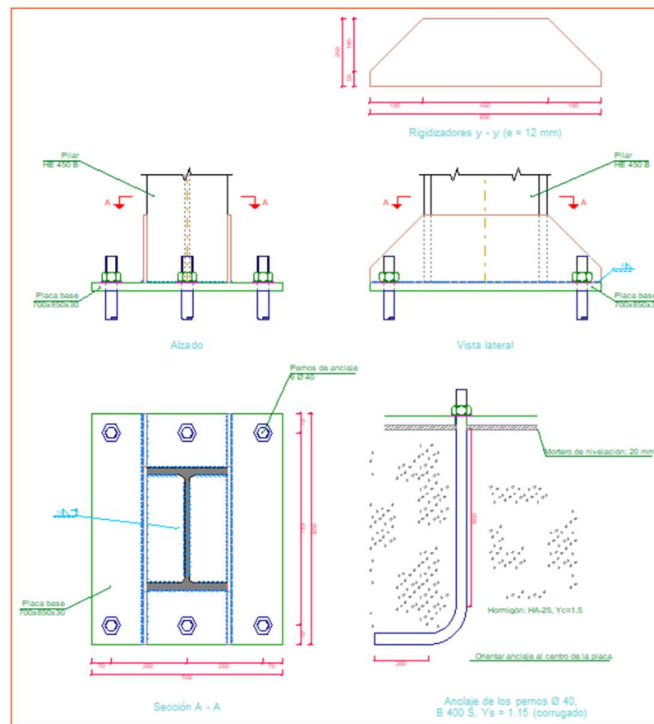


Figura 48. Placa anclaje N31

1) Pilar HE 450 B

Cordones de soldadura

Disposiciones constructivas y clasificación (CTE DB SE-A 8.6.1).

Las prescripciones que siguen serán aplicables cuando los elementos a unir tienen al menos 4 mm de espesor y son de aceros estructurales soldables.

Soldadura en ángulo. Se utiliza para unir elementos cuyas caras de fusión forman un ángulo (a) comprendido entre 60° y 120°. Pueden ser uniones en T o de solape (figura 8.6).

En el caso de uniones en T

- si $a > 120^\circ \Rightarrow$ No se considerará que se pueden transmitir esfuerzos.
- si $a < 60^\circ \Rightarrow$ Se considerará como soldadura a tope con penetración parcial.

La longitud efectiva de un cordón de soldadura en ángulo será la total del cordón siempre que se mantenga el espesor de garganta nominal (véase figura 8.9), pero no se considerarán cordones cuya longitud sea inferior a 40 mm o a seis veces el ancho de garganta.

Resistencia de cálculo de las soldaduras en ángulo (CTE DB SE-A 8.6.2).

Espesor de garganta del cordón en ángulo. Se observarán las siguientes limitaciones:

- el espesor de garganta de un cordón de soldadura en ángulo no será menor de 3 mm.
- en el caso de soldadura con penetración profunda se podrá tomar el espesor de garganta dado en la figura 8.9.c) siempre que se demuestre por ensayos que se puede conseguir de forma estable la penetración requerida.

La soldadura de ángulo será suficiente si, con las tensiones de cálculo, se cumple:

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_w \gamma_{M2}} \quad (8.23)$$

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

siendo

β_w : coeficiente de correlación dado en la tabla 8.1.

f_u : resistencia última a tracción de la pieza más débil de la unión.

σ_{\perp} : tensión normal perpendicular al plano de la garganta.

σ_{\parallel} : tensión normal paralela al eje del cordón. No actúa en el plano de comprobación ni se tiene en cuenta en las comprobaciones a realizar.

τ_{\perp} : tensión tangencial (en el plano de la garganta) perpendicular al eje del cordón.

τ_{\parallel} : tensión tangencial (en el plano de la garganta) paralelo al eje del cordón.

Comprobaciones geométricas								
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)			
Soldadura perimetral a la placa	En ángulo	10	1752	14.0	90.00			
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>								
Comprobación de resistencia								
Ref.	Tensión de Von Mises				Tensión normal		f_u (N/mm 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)		
Soldadura perimetral a la placa	La comprobación no procede.						410.0	0.85

2) Placa de anclaje

Proyecto de estructura metálica y de instalación eléctrica de un pabellón deportivo situado en Vinaròs (Castellón) de 4.025 m²

Referencia:		
-Placa base: Ancho X: 700 mm Ancho Y: 850 mm Espesor: 30 mm		
-Pernos: 6Ø40 mm L=65 cm Patilla a 90 grados		
-Disposición: Posición X: Centrada Posición Y: Centrada		
-Rigidizadores: Paralelos X: - Paralelos Y: 2(250x55x12.0)		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: <i>3 diámetros</i>	Mínimo: 120 mm Calculado: 280 mm	Cumple
Separación mínima pernos-perfil: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 60 mm Calculado: 119 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 60 mm Calculado: 70 mm	Cumple
Esbeltez de rigidizadores: - Paralelos a Y:	Máximo: 50 Calculado: 46.2	Cumple
Longitud mínima del perno: <i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>	Mínimo: 40 cm Calculado: 65 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón: - Tracción:	Máximo: 288.91 kN Calculado: 252.71 kN	Cumple
- Cortante:	Máximo: 202.24 kN Calculado: 19.55 kN	Cumple
- Tracción + Cortante:	Máximo: 288.91 kN Calculado: 280.63 kN	Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 320.56 kN Calculado: 231.13 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 380.952 MPa Calculado: 185.625 MPa	Cumple
Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 628.57 kN Calculado: 18.62 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales: - Derecha:	Máximo: 261.905 MPa Calculado: 98.776 MPa	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 111.12 MPa	Cumple
- Arriba:	Calculado: 175.991 MPa	Cumple
- Abajo:	Calculado: 172.646 MPa	Cumple
Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i>	Mínimo: 250	
- Derecha:	Calculado: 3116.36	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 2655.68	Cumple
- Arriba:	Calculado: 5553.39	Cumple
- Abajo:	Calculado: 5667.3	Cumple

Referencia:		
-Placa base: Ancho X: 700 mm Ancho Y: 850 mm Espesor: 30 mm		
-Pernos: 6Ø40 mm L=65 cm Patilla a 90 grados		
-Disposición: Posición X: Centrada Posición Y: Centrada		
-Rigidizadores: Paralelos X: - Paralelos Y: 2(250x55x12.0)		
Comprobación	Valores	Estado
Tensión de Von Mises local: <i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>	Máximo: 261.905 MPa Calculado: 217.301 MPa	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Relación rotura pésima sección de hormigón: 0.167		
- Punto de tensión local máxima: (0.15, 0.465)		

Cordones de soldadura

Disposiciones constructivas y clasificación (CTE DB SE-A 8.6.1).

Las prescripciones que siguen serán aplicables cuando los elementos a unir tienen al menos 4 mm de espesor y son de aceros estructurales soldables.

Soldadura en ángulo. Se utiliza para unir elementos cuyas caras de fusión forman un ángulo (a) comprendido entre 60° y 120°. Pueden ser uniones en T o de solape (figura 8.6).

En el caso de uniones en T

- si $a > 120^\circ \Rightarrow$ No se considerará que se pueden transmitir esfuerzos.
- si $a < 60^\circ \Rightarrow$ Se considerará como soldadura a tope con penetración parcial.

La longitud efectiva de un cordón de soldadura en ángulo será la total del cordón siempre que se mantenga el espesor de garganta nominal (véase figura 8.9), pero no se considerarán cordones cuya longitud sea inferior a 40 mm o a seis veces el ancho de garganta.

Resistencia de cálculo de las soldaduras en ángulo (CTE DB SE-A 8.6.2).

Espesor de garganta del cordón en ángulo. Se observarán las siguientes limitaciones:

- el espesor de garganta de un cordón de soldadura en ángulo no será menor de 3 mm.
- en el caso de soldadura con penetración profunda se podrá tomar el espesor de garganta dado en la figura 8.9.c) siempre que se demuestre por ensayos que se puede conseguir de forma estable la penetración requerida.

La soldadura de ángulo será suficiente si, con las tensiones de cálculo, se cumple:

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_w \gamma_{M2}} \quad (8.23)$$

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

siendo

β_w : coeficiente de correlación dado en la tabla 8.1.

f_u : resistencia última a tracción de la pieza más débil de la unión.

σ_{\perp} : tensión normal perpendicular al plano de la garganta.

σ_{\parallel} : tensión normal paralela al eje del cordón. No actúa en el plano de comprobación ni se tiene en cuenta en las comprobaciones a realizar.

τ_{\perp} : tensión tangencial (en el plano de la garganta) perpendicular al eje del cordón.
 τ_{\parallel} : tensión tangencial (en el plano de la garganta) paralelo al eje del cordón.

Comprobaciones geométricas									
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)				
Rigidizador y-y (x = -156): Soldadura a la placa base	En ángulo	8	850	12.0	90.00				
Rigidizador y-y (x = 156): Soldadura a la placa base	En ángulo	8	850	12.0	90.00				
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>									
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm 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. (%)		
Rigidizador y-y (x = -156): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Rigidizador y-y (x = 156): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85

Para finalizar este apartado, se muestra las comprobaciones y resultados del pilar de la nave anexa con uso de almacén/vestuarios que se corresponde al nudo N192.

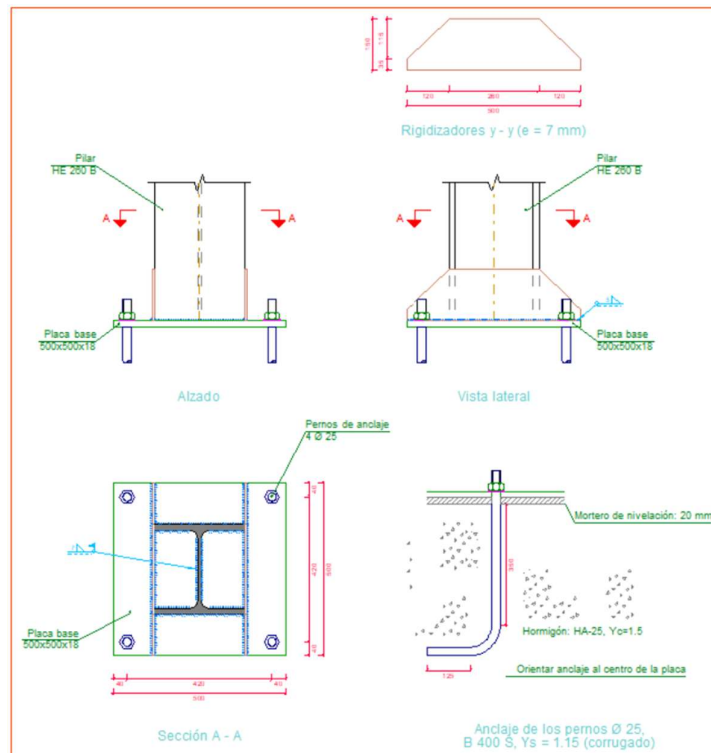


Figura 49. Placa anclaje N192

1) Pilar HE 260 B
Cordones de soldadura

Disposiciones constructivas y clasificación (CTE DB SE-A 8.6.1).

Las prescripciones que siguen serán aplicables cuando los elementos a unir tienen al menos 4 mm de espesor y son de aceros estructurales soldables.

Soldadura en ángulo. Se utiliza para unir elementos cuyas caras de fusión forman un ángulo (a) comprendido entre 60° y 120°. Pueden ser uniones en T o de solape (figura 8.6). En el caso de uniones en T

- si $a > 120^\circ \Rightarrow$ No se considerará que se pueden transmitir esfuerzos.
- si $a < 60^\circ \Rightarrow$ Se considerará como soldadura a tope con penetración parcial.

La longitud efectiva de un cordón de soldadura en ángulo será la total del cordón siempre que se mantenga el espesor de garganta nominal (véase figura 8.9), pero no se considerarán cordones cuya longitud sea inferior a 40 mm o a seis veces el ancho de garganta.

Resistencia de cálculo de las soldaduras en ángulo (CTE DB SE-A 8.6.2).

Espesor de garganta del cordón en ángulo. Se observarán las siguientes limitaciones:

- el espesor de garganta de un cordón de soldadura en ángulo no será menor de 3 mm.
- en el caso de soldadura con penetración profunda se podrá tomar el espesor de garganta dado en la figura 8.9.c) siempre que se demuestre por ensayos que se puede conseguir de forma estable la penetración requerida.

La soldadura de ángulo será suficiente si, con las tensiones de cálculo, se cumple:

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_w \gamma_{M2}} \quad (8.23)$$

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

siendo

β_w : coeficiente de correlación dado en la tabla 8.1.

f_u : resistencia última a tracción de la pieza más débil de la unión.

σ_{\perp} : tensión normal perpendicular al plano de la garganta.

σ_{\parallel} : tensión normal paralela al eje del cordón. No actúa en el plano de comprobación ni se tiene en cuenta en las comprobaciones a realizar.

τ_{\perp} : tensión tangencial (en el plano de la garganta) perpendicular al eje del cordón.

τ_{\parallel} : tensión tangencial (en el plano de la garganta) paralelo al eje del cordón.

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura perimetral a la placa	En ángulo	7	1278	10.0	90.00
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>					

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm 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

2) Placa de anclaje

Referencia: -Placa base: Ancho X: 500 mm Ancho Y: 500 mm Espesor: 18 mm -Pernos: 4Ø25 mm L=35 cm Patilla a 90 grados -Disposición: Posición X: Centrada Posición Y: Centrada -Rigidizadores: Paralelos X: - Paralelos Y: 2(150x35x7.0)		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: <i>3 diámetros</i>	Mínimo: 75 mm Calculado: 420 mm	Cumple
Separación mínima pernos-perfil: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 37 mm Calculado: 73 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: 47.5	Cumple
Longitud mínima del perno: <i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 35 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón: - Tracción: - Cortante: - Tracción + Cortante:	Máximo: 97.23 kN Calculado: 89.9 kN Máximo: 68.06 kN Calculado: 4.2 kN Máximo: 97.23 kN Calculado: 95.9 kN	Cumple Cumple Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 124.92 kN Calculado: 81 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 380.952 MPa Calculado: 165.623 MPa	Cumple
Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 235.71 kN Calculado: 3.77 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales: - Derecha: - Izquierda: - Arriba:	Máximo: 261.905 MPa Calculado: 148.172 MPa Calculado: 149.782 MPa Calculado: 124.36 MPa	Cumple Cumple Cumple

Referencia: -Placa base: Ancho X: 500 mm Ancho Y: 500 mm Espesor: 18 mm -Pernos: 4Ø25 mm L=35 cm Patilla a 90 grados -Disposición: Posición X: Centrada Posición Y: Centrada -Rigidizadores: Paralelos X: - Paralelos Y: 2(150x35x7.0)		
Comprobación	Valores	Estado
- Abajo:	Calculado: 118.019 MPa	Cumple
Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i>	Mínimo: 250	
- Derecha:	Calculado: 1835.29	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 1716.91	Cumple
- Arriba:	Calculado: 8173.06	Cumple
- Abajo:	Calculado: 8312.91	Cumple
Tensión de Von Mises local: <i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>	Máximo: 261.905 MPa Calculado: 0 MPa	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Relación rotura pésima sección de hormigón: 0.113		

Cordones de soldadura

Disposiciones constructivas y clasificación (CTE DB SE-A 8.6.1).

Las prescripciones que siguen serán aplicables cuando los elementos a unir tienen al menos 4 mm de espesor y son de aceros estructurales soldables.

Soldadura en ángulo. Se utiliza para unir elementos cuyas caras de fusión forman un ángulo (a) comprendido entre 60° y 120°. Pueden ser uniones en T o de solape (figura 8.6).

En el caso de uniones en T

- si $a > 120^\circ \Rightarrow$ No se considerará que se pueden transmitir esfuerzos.
- si $a < 60^\circ \Rightarrow$ Se considerará como soldadura a tope con penetración parcial.

La longitud efectiva de un cordón de soldadura en ángulo será la total del cordón siempre que se mantenga el espesor de garganta nominal (véase figura 8.9), pero no se considerarán cordones cuya longitud sea inferior a 40 mm o a seis veces el ancho de garganta.

Resistencia de cálculo de las soldaduras en ángulo (CTE DB SE-A 8.6.2).

Espesor de garganta del cordón en ángulo. Se observarán las siguientes limitaciones:

- el espesor de garganta de un cordón de soldadura en ángulo no será menor de 3 mm.
- en el caso de soldadura con penetración profunda se podrá tomar el espesor de garganta dado en la figura 8.9.c) siempre que se demuestre por ensayos que se puede conseguir de forma estable la penetración requerida.

La soldadura de ángulo será suficiente si, con las tensiones de cálculo, se cumple:

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_w \gamma_{M2}} \quad (8.23)$$

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

siendo

β_w : coeficiente de correlación dado en la tabla 8.1.

f_u : resistencia última a tracción de la pieza más débil de la unión.

σ_{\perp} : tensión normal perpendicular al plano de la garganta.

σ_{\parallel} : tensión normal paralela al eje del cordón. No actúa en el plano de comprobación ni se tiene en cuenta en las comprobaciones a realizar.

τ_{\perp} : tensión tangencial (en el plano de la garganta) perpendicular al eje del cordón.

τ_{\parallel} : tensión tangencial (en el plano de la garganta) paralelo al eje del cordón.

Comprobaciones geométricas								
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)			
Rigidizador y-y (x = -134): Soldadura a la placa base	En ángulo	5	500	7.0	90.00			
Rigidizador y-y (x = 134): Soldadura a la placa base	En ángulo	5	500	7.0	90.00			
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>								
Comprobación de resistencia								
Ref.	Tensión de Von Mises				Tensión normal		f_u (N/mm 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)		
Rigidizador y-y (x = -134): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.						410.0	0.85
Rigidizador y-y (x = 134): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.						410.0	0.85

1.8.3. Pórtico de fachada.

Se va a analizar el pórtico de fachada. A continuación, en la siguiente figura se muestran todos los nudos y barras que lo forman.

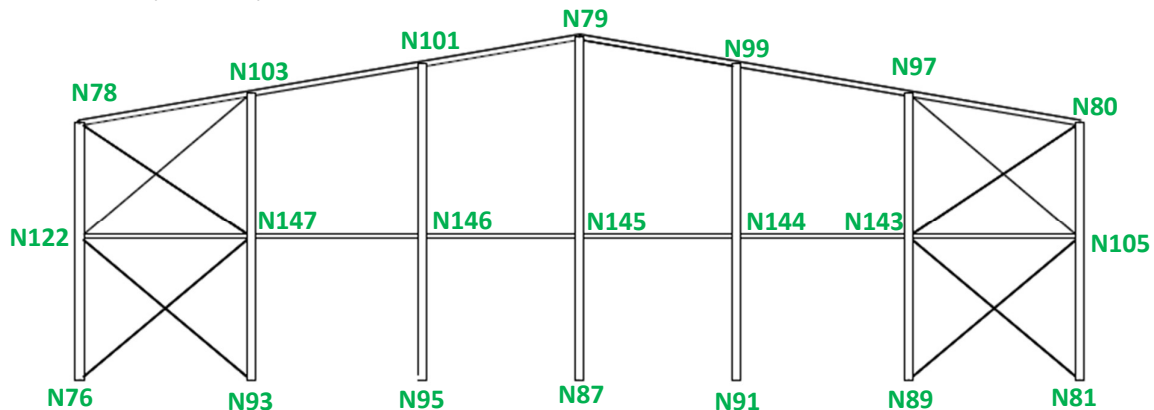


Figura 50. Pórtico de fachada

1.8.3.1. Descripción de las barras.

Barra (Ni/Nf)	Perfil (Serie)	Longitud (m)	β_{xy}	β_{xz}
N76/N122	HEB 320	5.000	0.7	0.7
N122/N78	HEB 320	4.000	0.7	0.7
N122/N147	SHS 160X3.0	6.000	1.0	1.0
N78/N103	IPE 200	6.088	0.0	6.1 (long)
N93/N147	HEB 320	5.000	0.7	0.7
N147/N103	HEB 320	5.029	0.7	0.7
N147/N146	SHS 160X3.0	6.000	1.0	1.0
N103/N101	IPE 200	6.088	0.0	6.1 (long)
N95/N146	HEB 320	5.000	0.7	0.7
N146/N101	HEB 320	6.057	0.7	0.7
N146/N145	SHS 160X3.0	5.500	1.0	1.0
N101/N79	IPE 200	5.580	0.0	5.6 (long)
N87/N145	HEB 320	5.000	0.7	0.7
N145/N79	HEB 320	7.000	0.7	0.7
N145/N144	SHS 160X3.0	5.500	1.0	1.0
N79/N99	IPE 200	5.580	0.0	5.6 (long)
N91/N144	HEB 320	5.000	0.7	0.7
N144/N99	HEB 320	6.057	0.7	0.7
N144/N143	SHS 160X3.0	6.000	1.0	1.0
N99/N97	IPE 200	6.088	0.0	6.1 (long)

Proyecto de estructura metálica y de instalación eléctrica de un pabellón deportivo situado en Vinaròs (Castellón) de 4.025 m²

N89/N143	HEB 320	5.000	0.7	0.7
N143/N97	HEB 320	5.029	0.7	0.7
N143/N105	SHS 160X3.0	6.000	1.0	1.0
N97/N80	IPE 200	6.088	0.0	6.1 (long)
N81/N105	HEB 320	5.000	0.7	0.7
N105/N80	HEB 320	4.000	0.7	0.7

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)															Estado	
	$\bar{\lambda}$	λ_{sw}	N_t	N_e	M_y	M_z	V_z	V_y	$M_y V_z$	$M_z V_y$	$NM_y M_z$	$NM_y M_z V_y V_z$	M_t	$M V_z$	$M V_y$		
N76/N122	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{sw} \leq \lambda_{sw, máx}$ Cumple	x: 4.919 m $\eta = 0.7$	x: 0 m $\eta = 2.8$	x: 0 m $\eta = 10.5$	x: 0 m $\eta = 8.6$	x: 0 m $\eta = 2.5$	x: 0 m $\eta = 0.6$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 17.2$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.7$	x: 0 m $\eta = 2.5$	x: 0 m $\eta = 0.6$	CUMPLE $\eta = 17.2$	
N101/N79	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{sw} \leq \lambda_{sw, máx}$ Cumple	x: 5.523 m $\eta = 13.3$	x: 0.056 m $\eta = 13.5$	x: 0.056 m $\eta = 14.7$	x: 0.056 m $\eta = 8.8$	x: 0.056 m $\eta = 4.1$	x: 0.056 m $\eta = 0.4$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.056 m $\eta = 32.2$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.5$	x: 0.056 m $\eta = 4.1$	x: 0.056 m $\eta = 0.4$	CUMPLE $\eta = 32.2$	
N80/N97	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{sw} \leq \lambda_{sw, máx}$ Cumple	x: 6.031 m $\eta = 2.1$	x: 0.296 m $\eta = 7.9$	x: 6.032 m $\eta = 16.8$	x: 2.303 m $\eta = 9.2$	x: 6.032 m $\eta = 4.7$	x: 0.296 m $\eta = 0.4$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 6.032 m $\eta = 26.9$	$\eta < 0.1$	$\eta = 1.1$	x: 6.032 m $\eta = 4.7$	x: 0.296 m $\eta = 0.4$	CUMPLE $\eta = 26.9$	
N81/N105	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{sw} \leq \lambda_{sw, máx}$ Cumple	x: 4.919 m $\eta = 0.9$	x: 0 m $\eta = 3.2$	x: 0 m $\eta = 8.6$	x: 0 m $\eta = 8.9$	x: 0 m $\eta = 2.3$	x: 0 m $\eta = 0.6$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 16.3$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.8$	x: 0 m $\eta = 2.3$	x: 0 m $\eta = 0.6$	CUMPLE $\eta = 16.3$	
N87/N145	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{sw} \leq \lambda_{sw, máx}$ Cumple	x: 5 m $\eta = 0.7$	x: 0 m $\eta = 2.3$	x: 0 m $\eta = 40.8$	x: 0 m $\eta = 6.1$	x: 0 m $\eta = 7.0$	$\eta = 0.2$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 46.6$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 46.6$	
N89/N143	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{sw} \leq \lambda_{sw, máx}$ Cumple	x: 5 m $\eta = 0.4$	x: 0 m $\eta = 2.3$	x: 0 m $\eta = 30.3$	x: 0 m $\eta = 6.1$	x: 0 m $\eta = 7.0$	$\eta = 0.2$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 34.7$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.2$	x: 0 m $\eta = 7.0$	$\eta = 0.2$	CUMPLE $\eta = 34.7$	
N91/N144	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{sw} \leq \lambda_{sw, máx}$ Cumple	x: 5 m $\eta = 0.1$	x: 0 m $\eta = 1.4$	x: 0 m $\eta = 36.2$	x: 0 m $\eta = 6.1$	x: 0 m $\eta = 6.8$	$\eta = 0.2$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 40.1$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 40.1$	
N93/N147	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{sw} \leq \lambda_{sw, máx}$ Cumple	x: 5 m $\eta = 0.4$	x: 0 m $\eta = 2.3$	x: 0 m $\eta = 30.1$	x: 0 m $\eta = 6.2$	x: 0 m $\eta = 6.9$	$\eta = 0.2$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 36.8$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.2$	x: 0 m $\eta = 6.9$	$\eta = 0.2$	CUMPLE $\eta = 36.8$	
N95/N146	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{sw} \leq \lambda_{sw, máx}$ Cumple	x: 5 m $\eta = 0.1$	x: 0 m $\eta = 1.4$	x: 0 m $\eta = 35.7$	x: 0 m $\eta = 6.1$	x: 0 m $\eta = 6.7$	$\eta = 0.2$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 41.7$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 41.7$	
N97/N99	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{sw} \leq \lambda_{sw, máx}$ Cumple	x: 6.031 m $\eta = 9.5$	x: 0.056 m $\eta = 12.2$	x: 0.056 m $\eta = 15.9$	x: 0.056 m $\eta = 11.2$	x: 0.056 m $\eta = 4.4$	x: 0.056 m $\eta = 0.4$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.056 m $\eta = 34.5$	$\eta < 0.1$	$\eta = 1.2$	x: 0.056 m $\eta = 4.4$	x: 0.056 m $\eta = 0.4$	CUMPLE $\eta = 34.5$	
N99/N79	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{sw} \leq \lambda_{sw, máx}$ Cumple	x: 5.523 m $\eta = 13.3$	x: 0.056 m $\eta = 13.5$	x: 0.056 m $\eta = 14.7$	x: 0.056 m $\eta = 8.8$	x: 0.056 m $\eta = 4.1$	x: 0.056 m $\eta = 0.4$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.056 m $\eta = 32.2$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.5$	x: 0.056 m $\eta = 4.1$	x: 0.056 m $\eta = 0.4$	CUMPLE $\eta = 32.2$	
N103/N101	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{sw} \leq \lambda_{sw, máx}$ Cumple	x: 6.031 m $\eta = 9.5$	x: 0.056 m $\eta = 12.2$	x: 0.056 m $\eta = 15.9$	x: 0.056 m $\eta = 11.2$	x: 0.056 m $\eta = 4.4$	x: 0.056 m $\eta = 0.4$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.056 m $\eta = 34.4$	$\eta < 0.1$	$\eta = 1.2$	x: 0.056 m $\eta = 4.4$	x: 0.056 m $\eta = 0.4$	CUMPLE $\eta = 34.4$	
N78/N103	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{sw} \leq \lambda_{sw, máx}$ Cumple	x: 6.031 m $\eta = 2.1$	x: 0.296 m $\eta = 7.9$	x: 6.032 m $\eta = 16.8$	x: 2.303 m $\eta = 9.2$	x: 6.032 m $\eta = 4.7$	x: 0.296 m $\eta = 0.4$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 6.032 m $\eta = 26.9$	$\eta < 0.1$	$\eta = 1.1$	x: 6.032 m $\eta = 4.7$	x: 0.296 m $\eta = 0.4$	CUMPLE $\eta = 26.9$	
N105/N80	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{sw} \leq \lambda_{sw, máx}$ Cumple	x: 3.897 m $\eta = 0.3$	x: 0.08 m $\eta = 1.7$	x: 0.08 m $\eta = 1.3$	x: 3.898 m $\eta = 4.7$	x: 0.08 m $\eta = 1.4$	x: 3.898 m $\eta = 0.5$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 3.898 m $\eta = 5.1$	$\eta < 0.1$	$\eta = 2.3$	x: 0.08 m $\eta = 1.4$	x: 3.898 m $\eta = 0.5$	CUMPLE $\eta = 5.1$	
N122/N78	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{sw} \leq \lambda_{sw, máx}$ Cumple	x: 3.897 m $\eta = 0.3$	x: 0.08 m $\eta = 1.5$	x: 0.08 m $\eta = 1.5$	x: 3.898 m $\eta = 4.7$	x: 0.08 m $\eta = 1.4$	x: 3.898 m $\eta = 0.5$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 3.898 m $\eta = 5.1$	$\eta < 0.1$	$\eta = 2.3$	x: 0.08 m $\eta = 1.4$	x: 3.898 m $\eta = 0.5$	CUMPLE $\eta = 5.1$	
N143/N248	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{sw} \leq \lambda_{sw, máx}$ Cumple	x: 3.949 m $\eta = 0.3$	x: 0 m $\eta = 1.1$	x: 1.728 m $\eta = 7.0$	x: 3.95 m $\eta = 3.3$	x: 3.95 m $\eta = 2.2$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 1.234 m $\eta = 9.2$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.2$	x: 3.95 m $\eta = 2.2$	$\eta = 0.1$	CUMPLE $\eta = 9.2$	
N144/N99	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0 m $\lambda_{sw} \leq \lambda_{sw, máx}$ Cumple	x: 5.954 m $\eta = 0.4$	x: 0 m $\eta = 1.0$	x: 2.382 m $\eta = 7.1$	x: 0 m $\eta = 1.8$	x: 0 m $\eta = 2.7$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 2.084 m $\eta = 8.7$	x: 0 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 8.7$	

Proyecto de estructura metálica y de instalación eléctrica de un pabellón deportivo situado en Vinaròs (Castellón) de 4.025 m²

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)														Estado	
	$\bar{\lambda}$	λ_{wv}	N _t	N _e	M _v	M _z	V _z	V _v	M _v V _z	M _z V _v	NM _v M _z	NM _v M _z V _v	M _t	M _v V _z	M _v V _v	
N145/N79	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0 m $\lambda_{wv} \leq \lambda_{wv,max}$ Cumple	x: 6.897 m $\eta = 1.0$	x: 0 m $\eta = 2.1$	x: 0 m $\eta = 9.8$	x: 0 m $\eta = 1.9$	x: 0 m $\eta = 3.2$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 2.414 m $\eta = 10.9$	x: 0 m $\eta < 0.1$	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 10.9$
N146/N101	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0 m $\lambda_{wv} \leq \lambda_{wv,max}$ Cumple	x: 5.954 m $\eta = 0.4$	x: 0 m $\eta = 1.0$	x: 2.382 m $\eta = 7.0$	x: 0 m $\eta = 2.0$	x: 0 m $\eta = 2.7$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 2.084 m $\eta = 8.7$	x: 0 m $\eta < 0.1$	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 8.7$
N147/N247	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{wv} \leq \lambda_{wv,max}$ Cumple	x: 3.949 m $\eta = 0.3$	x: 0 m $\eta = 1.1$	x: 1.728 m $\eta = 6.9$	x: 3.95 m $\eta = 3.3$	x: 3.95 m $\eta = 2.2$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 1.234 m $\eta = 9.1$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.2$	x: 3.95 m $\eta = 2.2$	$\eta = 0.1$	CUMPLE $\eta = 9.1$
N89/N105	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 47.8$	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	V _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽³⁾	V _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁸⁾		CUMPLE $\eta = 47.8$
N81/N143	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 43.9$	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	V _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽³⁾	V _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁸⁾		CUMPLE $\eta = 43.9$
N105/N248	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 37.9$	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	V _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽³⁾	V _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁸⁾		CUMPLE $\eta = 37.9$
N143/N80	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 63.2$	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	V _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽³⁾	V _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁸⁾		CUMPLE $\eta = 63.2$
N147/N78	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 62.7$	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	V _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽³⁾	V _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁸⁾		CUMPLE $\eta = 62.7$
N122/N247	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 38.3$	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	V _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽³⁾	V _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁸⁾		CUMPLE $\eta = 38.3$
N76/N147	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 44.2$	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	V _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽³⁾	V _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁸⁾		CUMPLE $\eta = 44.2$
N93/N122	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 47.5$	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	V _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽³⁾	V _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁸⁾		CUMPLE $\eta = 47.5$
N143/N105	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{wv} \leq \lambda_{wv,max}$ Cumple	$\eta = 1.5$	$\eta = 11.9$	x: 6 m $\eta = 9.9$	x: 0 m $\eta = 2.8$	x: 6 m $\eta = 0.6$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 6 m $\eta = 19.8$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.1$	x: 6 m $\eta = 0.6$	$\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 19.8$
N144/N143	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{wv} \leq \lambda_{wv,max}$ Cumple	$\eta = 3.2$	$\eta = 0.1$	x: 6 m $\eta = 4.0$	x: 6 m $\eta = 2.8$	x: 0 m $\eta = 0.5$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 5.7$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.1$	x: 0 m $\eta = 0.5$	$\eta = 0.1$	CUMPLE $\eta = 5.7$
N145/N144	$\bar{\lambda} \leq 2.0$ Cumple	$\lambda_{wv} \leq \lambda_{wv,max}$ Cumple	$\eta = 2.3$	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	x: 5.5 m $\eta = 3.0$	x: 0 m $\eta = 4.2$	x: 5.5 m $\eta = 0.4$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 6.2$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.1$	x: 5.5 m $\eta = 0.4$	$\eta = 0.1$	CUMPLE $\eta = 6.2$
N146/N145	$\bar{\lambda} \leq 2.0$ Cumple	$\lambda_{wv} \leq \lambda_{wv,max}$ Cumple	$\eta = 2.1$	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m $\eta = 3.0$	x: 5.5 m $\eta = 4.2$	x: 0 m $\eta = 0.4$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 5.5 m $\eta = 5.4$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.1$	x: 0 m $\eta = 0.4$	$\eta = 0.1$	CUMPLE $\eta = 5.4$
N147/N146	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{wv} \leq \lambda_{wv,max}$ Cumple	$\eta = 2.9$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 4.0$	x: 0 m $\eta = 2.8$	x: 6 m $\eta = 0.5$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 5.4$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.1$	x: 6 m $\eta = 0.5$	$\eta = 0.1$	CUMPLE $\eta = 5.4$

1.8.3.2. Placa anclaje pórtico fachada

Se procede a analizar la placa de anclaje de los pilares de fachada de la nave metálica principal. Para ello, se muestra a continuación, el resumen de las comprobaciones y resultados del pilar HEB320 con nudo inicial el N95.

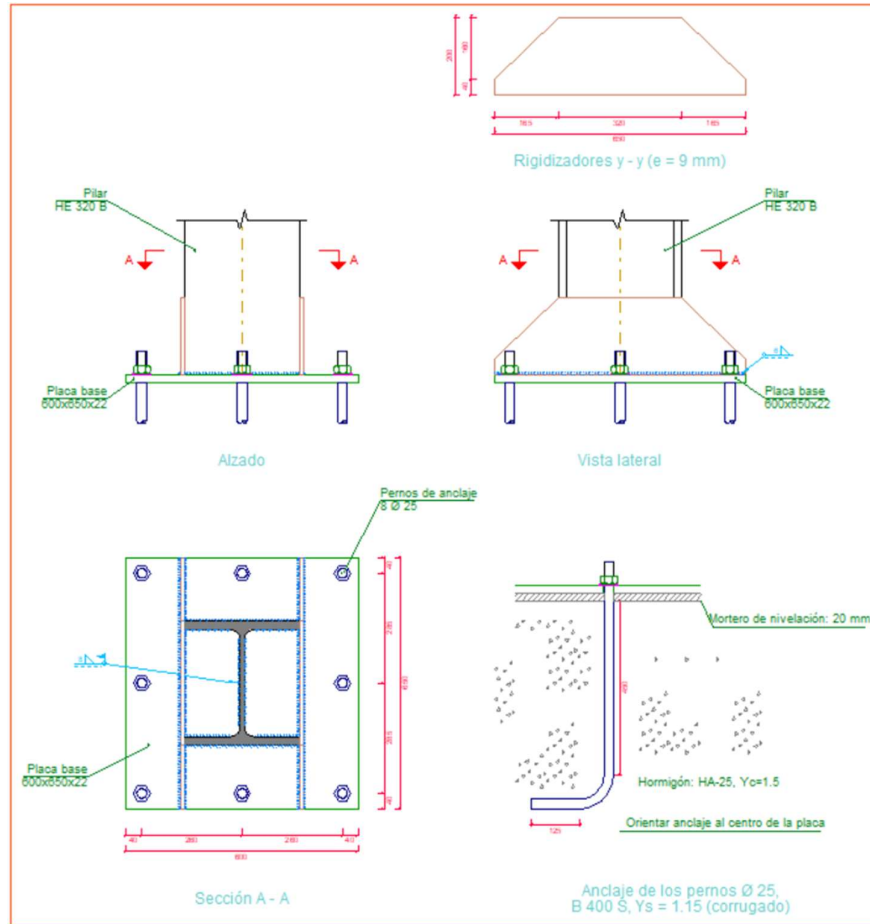


Figura 51. Placa anclaje pórtico fachada.

1) Pilar HE 320 B

Cordones de soldadura

Disposiciones constructivas y clasificación (CTE DB SE-A 8.6.1).

Las prescripciones que siguen serán aplicables cuando los elementos a unir tienen al menos 4 mm de espesor y son de aceros estructurales soldables.

Soldadura en ángulo. Se utiliza para unir elementos cuyas caras de fusión forman un ángulo (a) comprendido entre 60° y 120°. Pueden ser uniones en T o de solape (figura 8.6).

En el caso de uniones en T

- si $a > 120^\circ \Rightarrow$ No se considerará que se pueden transmitir esfuerzos.
- si $a < 60^\circ \Rightarrow$ Se considerará como soldadura a tope con penetración parcial.

La longitud efectiva de un cordón de soldadura en ángulo será la total del cordón siempre que se mantenga el espesor de garganta nominal (véase figura 8.9), pero no se considerarán cordones cuya longitud sea inferior a 40 mm o a seis veces el ancho de garganta.

Resistencia de cálculo de las soldaduras en ángulo (CTE DB SE-A 8.6.2).

Espesor de garganta del cordón en ángulo. Se observarán las siguientes limitaciones:

- el espesor de garganta de un cordón de soldadura en ángulo no será menor de 3 mm.
- en el caso de soldadura con penetración profunda se podrá tomar el espesor de garganta dado en la figura 8.9.c) siempre que se demuestre por ensayos que se puede conseguir de forma estable la penetración requerida.

La soldadura de ángulo será suficiente si, con las tensiones de cálculo, se cumple:

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_w \gamma_{M2}} \quad (8.23)$$

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

siendo

β_w : coeficiente de correlación dado en la tabla 8.1.

f_u : resistencia última a tracción de la pieza más débil de la unión.

σ_{\perp} : tensión normal perpendicular al plano de la garganta.

σ_{\parallel} : tensión normal paralela al eje del cordón. No actúa en el plano de comprobación ni se tiene en cuenta en las comprobaciones a realizar.

τ_{\perp} : tensión tangencial (en el plano de la garganta) perpendicular al eje del cordón.

τ_{\parallel} : tensión tangencial (en el plano de la garganta) paralelo al eje del cordón.

Comprobaciones geométricas									
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)				
Soldadura perimetral a la placa	En ángulo	8	1519	11.5	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_{\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 perimetral a la placa	La comprobación no procede.							410.0	0.85

2) Placa de anclaje

Referencia: -Placa base: Ancho X: 600 mm Ancho Y: 650 mm Espesor: 22 mm -Pernos: 8Ø25 mm L=45 cm Patilla a 90 grados -Disposición: Posición X: Centrada Posición Y: Centrada -Rigidizadores: Paralelos X: - Paralelos Y: 2(200x40x9.0)		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: 3 diámetros	Mínimo: 75 mm Calculado: 261 mm	Cumple
Separación mínima pernos-perfil: 1.5 diámetros	Mínimo: 37 mm Calculado: 102 mm	Cumple

Proyecto de estructura metálica y de instalación eléctrica de un pabellón deportivo situado en Vinaròs (Castellón) de 4.025 m²

Referencia:		
-Placa base: Ancho X: 600 mm Ancho Y: 650 mm Espesor: 22 mm		
-Pernos: 8Ø25 mm L=45 cm Patilla a 90 grados		
-Disposición: Posición X: Centrada Posición Y: Centrada		
-Rigidizadores: Paralelos X: - Paralelos Y: 2(200x40x9.0)		
Comprobación	Valores	Estado
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: 49.9	Cumple
Longitud mínima del perno: <i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 45 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón:		
- Tracción:	Máximo: 125.01 kN Calculado: 113.71 kN	Cumple
- Cortante:	Máximo: 87.51 kN Calculado: 6.73 kN	Cumple
- Tracción + Cortante:	Máximo: 125.01 kN Calculado: 123.32 kN	Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 124.92 kN Calculado: 109.35 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 380.952 MPa Calculado: 224.096 MPa	Cumple
Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 288.1 kN Calculado: 6.35 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales:	Máximo: 261.905 MPa	
- Derecha:	Calculado: 177.836 MPa	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 207.802 MPa	Cumple
- Arriba:	Calculado: 162.423 MPa	Cumple
- Abajo:	Calculado: 160.371 MPa	Cumple
Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i>	Mínimo: 250	
- Derecha:	Calculado: 1149.68	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 949.036	Cumple
- Arriba:	Calculado: 6403.55	Cumple
- Abajo:	Calculado: 5313.39	Cumple
Tensión de Von Mises local: <i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>	Máximo: 261.905 MPa Calculado: 249.659 MPa	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Relación rotura pésima sección de hormigón: 0.153		
- Punto de tensión local máxima: (0.15, -0.0775)		

Cordones de soldadura

Disposiciones constructivas y clasificación (CTE DB SE-A 8.6.1).

Las prescripciones que siguen serán aplicables cuando los elementos a unir tienen al menos 4 mm de espesor y son de aceros estructurales soldables.

Soldadura en ángulo. Se utiliza para unir elementos cuyas caras de fusión forman un ángulo (a) comprendido entre 60° y 120°. Pueden ser uniones en T o de solape (figura 8.6).

En el caso de uniones en T

- si $a > 120^\circ \Rightarrow$ No se considerará que se pueden transmitir esfuerzos.
- si $a < 60^\circ \Rightarrow$ Se considerará como soldadura a tope con penetración parcial.

La longitud efectiva de un cordón de soldadura en ángulo será la total del cordón siempre que se mantenga el espesor de garganta nominal (véase figura 8.9), pero no se considerarán cordones cuya longitud sea inferior a 40 mm o a seis veces el ancho de garganta.

Resistencia de cálculo de las soldaduras en ángulo (CTE DB SE-A 8.6.2).

Espesor de garganta del cordón en ángulo. Se observarán las siguientes limitaciones:

- el espesor de garganta de un cordón de soldadura en ángulo no será menor de 3 mm.
- en el caso de soldadura con penetración profunda se podrá tomar el espesor de garganta dado en la figura 8.9.c) siempre que se demuestre por ensayos que se puede conseguir de forma estable la penetración requerida.

La soldadura de ángulo será suficiente si, con las tensiones de cálculo, se cumple:

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_w \gamma_{M2}} \quad (8.23)$$

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

siendo

β_w : coeficiente de correlación dado en la tabla 8.1.

f_u : resistencia última a tracción de la pieza más débil de la unión.

σ_{\perp} : tensión normal perpendicular al plano de la garganta.

σ_{\parallel} : tensión normal paralela al eje del cordón. No actúa en el plano de comprobación ni se tiene en cuenta en las comprobaciones a realizar.

τ_{\perp} : tensión tangencial (en el plano de la garganta) perpendicular al eje del cordón.

τ_{\parallel} : tensión tangencial (en el plano de la garganta) paralelo al eje del cordón.

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Rigidizador y-y (x = -155): Soldadura a la placa base	En ángulo	6	650	9.0	90.00	
Rigidizador y-y (x = 155): Soldadura a la placa base	En ángulo	6	650	9.0	90.00	
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>						

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm 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 = -155): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Rigidizador y-y (x = 155): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85

1.8.4. Vigas perimetrales

En el siguiente apartado, se muestran las comprobaciones y resultados de dos barras que forman parte de las vigas perimetrales de la nave metálica principal.

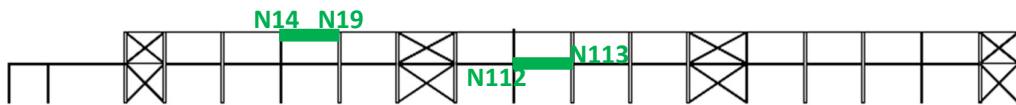


Figura 52. Vigas perimetrales de estudio.

Barra (Ni/Nf)	Perfil (Serie)	Longitud (m)	β _{xy}	β _{xz}
N14/N19	IPE 120	7.500	0.0	0.0
N112/N113	IPE 120	7.500	0.0	0.0

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)														Estado	
	$\bar{\lambda}$	λ_w	N _t	N _c	M _y	M _z	V _z	V _y	M _y V _z	M _z V _y	NM _y M _z	NM _y M _z V _y V _z	M _t	M _t V _z		M _t V _y
N14/N19	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.469 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	η = 11.8	η = 7.8	x: 3.75 m η = 6.1	M _{Ed} = 0.00 N.P.(1)	x: 0 m η = 0.5	V _{Ed} = 0.00 N.P.(2)	x: 0.469 m η < 0.1	N.P.(3)	x: 3.75 m η = 17.9	x: 0.469 m η < 0.1	M _{Ed} = 0.00 N.P.(4)	N.P.(5)	N.P.(5)	CUMPLE η = 17.9
N112/N113	$\bar{\lambda} < 2.0$ Χομπλε	x: 0.469 m lw ≤ lw,max Cumple	η = 4.8	η = 2.1	x: 3.75 m h = 6.1	M _{Ed} = 0.00 N.P.(1)	x: 0 m h = 0.5	V _{Ed} = 0.00 N.P.(2)	x: 0.469 m h < 0.1	N.P.(3)	x: 3.75 m h = 10.9	x: 0.469 m h < 0.1	M _{Ed} = 0.00 N.P.(4)	N.P.(5)	N.P.(5)	CUMPLE h = 10.9

1.9. Cimentación

En el proyecto hay 6 tipos de zapatas diferentes, en este apartado se van a mostrar la comprobación de tres zapatas más significativas.

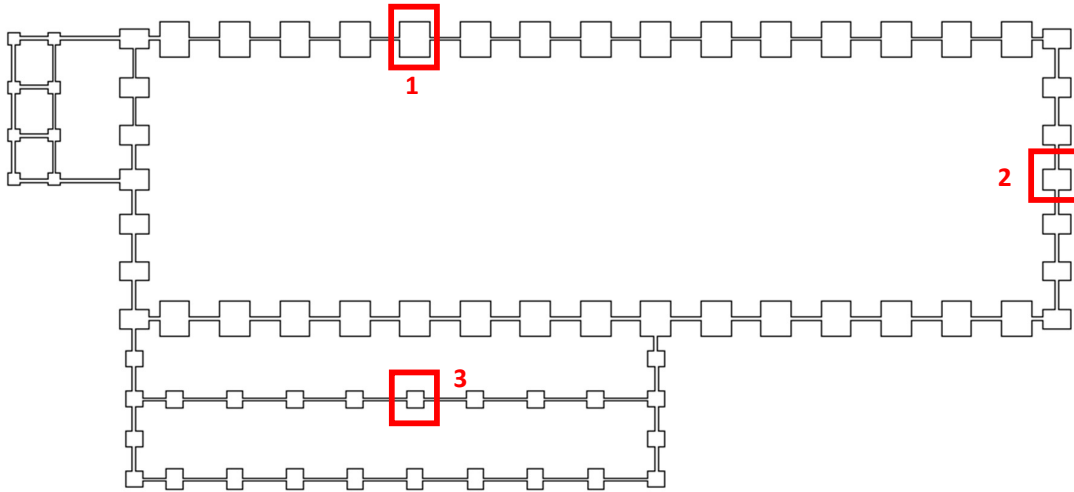


Figura 53. Zapatas del proyecto.

A continuación, se muestran las comprobaciones de la zapata marcada como 1, referente al nudo N23.

Referencia: N23		
Dimensiones: 375 x 440 x 95		
Armados: Xi:Ø16c/15 Yi:Ø16c/15 Xs:Ø16c/15 Ys:Ø16c/15		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno:		
<i>Criterio de CYPE</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.2 MPa Calculado: 0.0348255 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.0594486 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.0699453 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata:		
<i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 2942.4 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 60.1 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 69.05 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 376.57 kN·m	Cumple

Proyecto de estructura metálica y de instalación eléctrica de un pabellón deportivo situado en Vinaròs (Castellón) de 4.025 m²

Referencia: N23		
Dimensiones: 375 x 440 x 95		
Armados: Xi:Ø16c/15 Yi:Ø16c/15 Xs:Ø16c/15 Ys:Ø16c/15		
Comprobación	Valores	Estado
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 37.28 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 211.90 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes:	Máximo: 5000 kN/m ²	
<i>Criterio de CYPE</i>	Calculado: 138.9 kN/m ²	Cumple
Canto mínimo:	Mínimo: 15 cm	
<i>Criterio de CYPE</i>	Calculado: 95 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- N23:	Mínimo: 0 cm	
	Calculado: 87 cm	Cumple
Cuantía 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: 0.0014	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0014	Cumple
Diámetro mínimo de las barras:		
<i>Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.2.1</i>	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 16 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 16 mm	Cumple
Separación máxima entre barras:		
<i>Criterio de CYPE</i>	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 15 cm	Cumple
Separación mínima entre barras:		
<i>Criterio de CYPE</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 15 cm	Cumple
Longitud de anclaje:		
49.5		

Proyecto de estructura metálica y de instalación eléctrica de un pabellón deportivo situado en Vinaròs (Castellón) de 4.025 m²

Referencia: N23		
Dimensiones: 375 x 440 x 95		
Armados: Xi:Ø16c/15 Yi:Ø16c/15 Xs:Ø16c/15 Ys:Ø16c/15		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 16 cm Calculado: 177 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 16 cm Calculado: 177 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 16 cm Calculado: 204 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 16 cm Calculado: 204 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 19 cm Calculado: 177 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 19 cm Calculado: 177 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 19 cm Calculado: 204 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 19 cm Calculado: 204 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 16 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 85 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 85 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 85 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 85 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 85 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 85 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 85 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 85 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Zapata de tipo flexible		
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.04		
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.24		
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 1220.17 kN		
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 1039.96 kN		

En las siguientes tablas, se muestran las comprobaciones de la zapata 2, referentes al nudo N87.

Referencia: N87		
Dimensiones: 245 x 360 x 85		
Armados: Xi:Ø16c/17 Yi:Ø16c/17 Xs:Ø16c/17 Ys:Ø16c/17		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno:		
<i>Criterio de CYPE</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.2 MPa Calculado: 0.0280566 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.0385533 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.05886 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata:		
<i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 1508.1 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 52.7 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 30.78 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 178.48 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 15.40 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 122.92 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes:	Máximo: 5000 kN/m ² Calculado: 105.3 kN/m ²	Cumple
<i>Criterio de CYPE</i>		
Canto mínimo:		
<i>Criterio de CYPE</i>		
	Mínimo: 15 cm Calculado: 85 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- N87:	Mínimo: 0 cm Calculado: 77 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima:		
<i>Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1</i>		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0012 Calculado: 0.0013	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.0013	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0014	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0014	Cumple
Diámetro mínimo de las barras:		
<i>Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.2.1</i>		
- Parrilla inferior:	Mínimo: 12 mm Calculado: 16 mm	Cumple

Proyecto de estructura metálica y de instalación eléctrica de un pabellón deportivo situado en Vinaròs (Castellón) de 4.025 m²

Referencia: N87		
Dimensiones: 245 x 360 x 85		
Armados: Xi:Ø16c/17 Yi:Ø16c/17 Xs:Ø16c/17 Ys:Ø16c/17		
Comprobación	Valores	Estado
- Parrilla superior:	Calculado: 16 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Criterio de CYPE</i>	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 17 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 17 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 17 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 17 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 17 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 17 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 17 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 17 cm	Cumple
Longitud de anclaje: 49.5		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 16 cm Calculado: 110 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 16 cm Calculado: 110 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 16 cm Calculado: 167 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 16 cm Calculado: 167 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 19 cm Calculado: 110 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 19 cm Calculado: 110 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 19 cm Calculado: 167 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 19 cm Calculado: 167 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 16 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 75 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 75 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 75 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 75 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 75 cm	Cumple

Proyecto de estructura metálica y de instalación eléctrica de un pabellón deportivo situado en Vinaròs (Castellón) de 4.025 m²

Referencia: N87		
Dimensiones: 245 x 360 x 85		
Armados: Xi:Ø16c/17 Yi:Ø16c/17 Xs:Ø16c/17 Ys:Ø16c/17		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 75 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 75 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 75 cm	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): 0.23		
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 912.04 kN		
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 620.68 kN		

Para finalizar, se muestran las comprobaciones de la zapata 3, referentes al nudo 206.

Referencia: N206		
Dimensiones: 210 x 210 x 60		
Armados: Xi:Ø12c/12 Yi:Ø12c/12 Xs:Ø12c/12 Ys:Ø12c/12		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno:		
<i>Criterio de CYPE</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.2 MPa Calculado: 0.0655308 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.0617049 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.132239 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata:		
<i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 3711.5 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 7.1 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 17.48 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 79.55 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 14.72 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 95.55 kN	Cumple

Proyecto de estructura metálica y de instalación eléctrica de un pabellón deportivo situado en Vinaròs (Castellón) de 4.025 m²

Referencia: N206		
Dimensiones: 210 x 210 x 60		
Armados: Xi:Ø12c/12 Yi:Ø12c/12 Xs:Ø12c/12 Ys:Ø12c/12		
Comprobación	Valores	Estado
Compresión oblicua en la zapata: - Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE</i>	Máximo: 5000 kN/m ² Calculado: 155.7 kN/m ²	Cumple
Canto mínimo: <i>Criterio de CYPE</i>	Mínimo: 15 cm Calculado: 60 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N206:	Mínimo: 0 cm Calculado: 53 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1</i>	Mínimo: 0.0012	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.0014	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.0014	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0014	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0014	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.2.1</i>	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 12 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Criterio de CYPE</i>	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 12 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 12 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 12 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 12 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 12 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 12 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 12 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 12 cm	Cumple
Longitud de anclaje: 49.5	Mínimo: 15 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 89 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 89 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 89 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 89 cm	Cumple

Proyecto de estructura metálica y de instalación eléctrica de un pabellón deportivo situado en Vinaròs (Castellón) de 4.025 m²

Referencia: N206		
Dimensiones: 210 x 210 x 60		
Armados: Xi:Ø12c/12 Yi:Ø12c/12 Xs:Ø12c/12 Ys:Ø12c/12		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 89 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 89 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 89 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 89 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 12 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 50 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 50 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 50 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 50 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 50 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 50 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 50 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 50 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Zapata de tipo rígido		
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.06		
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.24		
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 403.88 kN		
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 403.88 kN		

DOCUMENTO III
ANEXO DE CÁLCULO ELÉCTRICO

ÍNDICE DEL ANEXO DE CÁLCULO ELÉCTRICO

1.	Cálculos justificativos eléctricos.....	125
1.1.	Tensión nominal y caída de tensión máxima admisibles.....	125
1.2.	Fórmulas utilizadas	125
1.2.1.	Procedimiento de cálculo	125
1.2.2.	Intensidad de corriente.	125
1.2.3.	Caída de tensión	126
1.3.	Potencias.....	127
1.3.1.	Relación de receptores de alumbrado con indicación de potencia eléctrica.....	127
1.3.1.1.	Zona recepción/vestíbulo	127
1.3.1.2.	Zona vestuarios y almacén	127
1.3.1.3.	Zona de juego.	128
1.3.2.	Relación receptores de fuerza motriz con indicación de su potencia eléctrica	129
1.3.2.1.	Zona recepción/vestíbulo	129
1.3.2.2.	Zona vestuarios/almacén.....	129
1.3.3.	Potencia prevista	130
1.4.	Cálculos eléctricos: Alumbrado y fuerza motriz	130
1.4.1.	Cálculo de la sección de los conductores y diámetro de los tubos de canalización a utilizar en la línea de alimentación al cuadro general y secundarios	130
1.4.1.1.	Criterio térmico.....	130
1.4.1.2.	Criterio de caída de tensión.....	132
1.4.1.3.	Cálculo.....	132
1.4.2.	Cálculo de la sección de los conductores y diámetro de los tubos o canalizaciones a utilizar en las líneas derivadas.....	133
1.4.3.	Cálculo de las protecciones a instalar en las diferentes líneas generales y derivadas. 136	
1.4.3.1.	Sobrecargas.....	136
1.4.3.2.	Cortocircuitos.....	138
1.4.3.3.	Armónicos.....	140
1.4.3.4.	Sobretensiones.	140
1.5.	Cálculo de sistema de protección contra contactos indirectos.....	140

1.5.1.	Cálculo de la puesta a tierra	140
1.6.	Cálculo de la batería de condensadores.....	142

1. Cálculos justificativos eléctricos

1.1. Tensión nominal y caída de tensión máxima admisibles

La tensión nominal de funcionamiento será de 230 V entre fase y neutro y de 400 V entre fases.

La sección de los conductores a utilizar se determinará de forma que la caída de tensión entre el origen de la instalación y cualquier punto de utilización sea menor del 3% de la tensión nominal de origen de la instalación, para el alumbrado. En todos los demás casos, será menor al 5%. Esta caída de tensión se calculará considerando todos los aparatos en alimentación susceptibles de funcionar simultáneamente.

El valor de la caída de tensión podrá compensarse entre la de la instalación interior y la de las derivaciones individuales, de forma que la caída de tensión total sea inferior a la suma de los valores límites especificados para ambas, según el tipo de esquema utilizado.

1.2. Fórmulas utilizadas

1.2.1. Procedimiento de cálculo

Se ha diseñado la instalación de forma que los diversos circuitos alimenten a las cargas previstas de la forma mas efectiva posible, procurando que las cargas estén equilibradas, diferenciando alumbrado y fuerza, etc. A partir de una disposición inicial se calcularán las secciones y protecciones.

Para el cálculo de las secciones necesarias en cada circuito y las protecciones a disponer en los cuadros, se utilizan diversos datos de partida:

- Potencia instalada a alimentar por el circuito que se calcula.
- Coeficiente de cálculo (ejemplo: 1'4 para luminarias led, 1'25 para motores...)
- Factor de potencia.
- Circuito trifásico o monofásico.
- Disposición según ITC-BT 19 o, en caso de ir enterrados, ITC-BT 07.
- Tipo de aislamiento: PVC, poliolefina, polietileno reticulado...
- Sección mínima del tipo de circuito por reglamentación.
- Coeficientes de seguridad reglamentarios.
- Caída de tensión máxima y longitud total de la línea. Se supondrá toda la carga concentrada al final de la línea.

La sección elegida cumple con todas las restricciones determinada por los datos anteriormente mostrados. Además, se tendrá en cuenta que quede protegida por la aparatamenta disponible en el mercado.

A continuación, se muestran las formulas utilizadas en los diferentes cálculos.

1.2.2. Intensidad de corriente.

La intensidad de corriente se calculará indistintamente se trate de una línea monofásica o trifásica:

$$I_B = \frac{P}{V * \cos\phi}$$

Figura 55. I consumo monofásico

$$I_B = \frac{P}{\sqrt{3} * V * \cos\phi}$$

Figura 54. I consumo trifásico.

Donde:

I: Intensidad de corriente (A).

U: Tensión (V), Monofásico 230V, Trifásico 400V.

P: Potencia activa (W).

Cosφ: Factor de potencia.

** Se ha de destacar que la intensidad de corriente anteriormente se ha multiplicado por un coeficiente de cálculo dependiendo del tipo de receptor.

1.2.3. Caída de tensión

En cuanto a la caída de tensión, para su cálculo se han utilizado las siguientes expresiones, dependiendo si se trata de una línea monofásica o trifásica.

$$\Delta U = 2 \cdot I_n \cdot (R \cdot \cos(\phi) + X \cdot \sin(\phi))$$

$$\Delta U = \text{raiz}(3) \cdot I_n \cdot (R \cdot \cos(\phi) + X \cdot \sin(\phi))$$

$$R = \rho \cdot \frac{l}{S}$$

$$X = x_{..} \cdot l$$

Figura 56. Fórmulas caídas de tensión.

Donde:

ΔU : Caída de tensión (V).

I_n: Intensidad nominal de la línea (A).

R: Resistencia de la línea (ohmios).

X: Reactancia de la línea (ohmios).

ρ : Resistividad (0.022 ohm·mm²/m).

X_u: Reactancia (100 mohm/km).

L: Longitud de la línea (m).

S: Sección del conductor (mm²).

1.3. Potencias

1.3.1. Relación de receptores de alumbrado con indicación de potencia eléctrica

A continuación, se muestran las siguientes luminarias utilizadas en el proyecto.

Ref.	Modelo	Potencia (W)	I (A /ud)
1	WL130V PSU 1XLED20S/830 D350	22	0.101
2	4MX900 G3 491 1XLED40S/830 PSD DA30	32.5	0.149
3	DN130B D217 1xLED20S/840	22	0.101
4	BY481X ACW 1XLED250S/840 WB	160	0.732

Figura 57. Tipo de luminarias utilizadas en el edificio.

1.3.1.1. Zona recepción/vestíbulo

A continuación, se muestran el tipo de luminarias utilizadas en la zona de recepción/vestíbulo. Se encuentran referenciadas a cada circuito, la cantidad de luminarias instaladas de cada tipo, la intensidad total y la potencia.

	CIRCUITO	TIPO 1	TIPO 2	TIPO 3	TIPO 4	I _{TOT} (A)	Pot (kW)
hall 1	AL1		3			0.446	0.0975
hall 2	AL2		3			0.446	0.0975
hall 3	AL3		4			0.595	0.13
hall 4	AL4		4			0.595	0.13
c.elec 1	AL5		1			0.149	0.0325

Figura 58. Luminarias zona recepción/vestíbulo

1.3.1.2. Zona vestuarios y almacén

A continuación, se muestran el tipo de luminarias utilizadas en la zona de vestuarios y almacén. Se encuentran referenciadas a cada circuito, la cantidad de luminarias instaladas de cada tipo, la intensidad total y la potencia.

	CIRCUITO	TIPO 1	TIPO 2	TIPO 3	TIPO 4	I _{TOT} (A)	Pot (kW)
c.elec 1	AL5		1			0.149	0.0325
c.elec 2	AL6		2			0.297	0.065
calderas	AL7		2			0.297	0.065
almacen 1	AL8		2	3		0.600	0.131
almacen 2	AL9		2	2		0.499	0.109
almacen 3	AL10		2	2		0.499	0.109
pasillo 1	AL11	3	3			0.748	0.1635
pasillo 2	AL12	3	4			0.897	0.196
pasillo 3	AL13	3	3			0.748	0.1635
pasillo 4	AL14		6			0.892	0.195
vestuario 1	AL15		6	1		0.993	0.217
vestuario 2	AL16		6	1		0.993	0.217
vestuario 3	AL17		6	1		0.993	0.217
vestuario 4	AL18		6	1		0.993	0.217
vestuario 5	AL19		6	1		0.993	0.217
vestuario 6	AL20		6	1		0.993	0.217
vestuario 7	AL21		6	1		0.993	0.217
vestuario 8	AL22		6	1		0.993	0.217

Figura 59. Luminarias zona vestuarios y almacén

1.3.1.3. Zona de juego.

Se muestran el tipo de luminarias utilizadas en las pistas de juego del pabellón. Se encuentran referenciadas a cada circuito, la cantidad de luminarias instaladas de cada tipo, la intensidad total y la potencia.

	CIRCUITO	TIPO 1	TIPO 2	TIPO 3	TIPO 4	I _{TOT} (A)	Pot (kW)
pista 1-1	AL23				7	5.126	1.12
pista 1-2	AL24				7	5.126	1.12
pista 1-3	AL25				7	5.126	1.12
pista 1-4	AL26				7	5.126	1.12
pista 1-5	AL27				7	5.126	1.12
pista 2-1	AL28				7	5.126	1.12
pista 2-2	AL29				7	5.126	1.12
pista 2-3	AL30				7	5.126	1.12
pista 2-4	AL31				7	5.126	1.12
pista 2-5	AL32				7	5.126	1.12

Figura 60. Luminarias para la zona de juego

1.3.2. Relación receptores de fuerza motriz con indicación de su potencia eléctrica

A continuación, se va a mostrar los receptores instalados con su potencia.

1.3.2.1. Zona recepción/vestíbulo

Se muestran en la siguiente figura, los receptores de fuerza motriz de la zona de recepción/vestíbulo. En ella se puede observar, el nombre de cada circuito de fuerza, la cantidad de elementos de cada tipo instalados, la intensidad total instalada y la potencia.

FUERZA VESTÍBULO					
UBICACIÓN	CIRCUITO	TC	MOTOR	I _{TOT} (A)	POT (KW)
Cuarto electrico 1	F0.20	1		1.14	0.25
Hall-1	F0.21	6		6.86	1.50
Hall-2	F0.22	5		5.72	1.25
Motor puerta	F0.23		1	4.58	1.00

Figura 61. Potencia receptores fuerza zona recepción/vestíbulo

1.3.2.2. Zona vestuarios/almacén

Se muestran en la siguiente figura, los receptores de fuerza motriz de la zona de los vestuarios y almacén. En ella se puede observar, el nombre de cada circuito de fuerza, la cantidad de elementos de cada tipo instalados, la intensidad total instalada y la potencia.

FUERZA VESTUARIOS					
UBICACIÓN	CIRCUITO	TC	TERMO	I _{TOT} (A)	POT (KW)
Vestuario 1	F0.1	3		3.43	0.75
Vestuario 2	F0.2	3		3.43	0.75
Vestuario 3	F0.3	3		3.43	0.75
Vestuario 4	F0.4	3		3.43	0.75
Vestuario 5	F0.5	3		3.43	0.75
Vestuario 6	F0.6	3		3.43	0.75
Vestuario 7	F0.7	3		3.43	0.75
Vestuario 8	F0.8	3		3.43	0.75
Termo 1	F0.9		1	14.49	3.00
Termo 2	F0.10		1	14.49	3.00
Termo 3	F0.11		1	14.49	3.00
Termo 4	F0.12		1	14.49	3.00
Termo 5	F0.13		1	14.49	3.00
Termo 6	F0.14		1	14.49	3.00
Termo 7	F0.15		1	14.49	3.00
Termo 8	F0.16		1	14.49	3.00
Almacen	F0.17	7		8.01	1.75
Cuarto termo	F0.18	2		2.29	0.50
Cuarto electrico 2	F0.19	1		1.14	0.25

Figura 62. Potencia receptores fuerza zona vestuarios/almacén

1.3.3. Potencia prevista

Tal y como se ha indicado anteriormente, la instalación tendrá una potencia total de 51.12 kW aproximadamente. Aunque, teniendo en cuenta los coeficientes de simultaneidad, la potencia simultánea obtenida es de 32.13 kW con suministro trifásico.

1.4. Cálculos eléctricos: Alumbrado y fuerza motriz

1.4.1. Cálculo de la sección de los conductores y diámetro de los tubos de canalización a utilizar en la línea de alimentación al cuadro general y secundarios

Para el cálculo de la línea general de alimentación desde el centro de transformación al cuadro general de protección se ha tenido en cuenta tanto el criterio térmico como el criterio de caída de tensión, al igual que para las líneas que alimentan los cuadros secundarios.

1.4.1.1. Criterio térmico

Para este criterio se ha de tener en cuenta la intensidad mayorada (I_B), a partir de la cual se calcula la intensidad de diseño (I_{dis}): $I_{dis}=I_B/K$. A partir de la intensidad de diseño, se ha de entrar en las tablas de intensidad admisibles y seleccionar la sección del cable a utilizar según el tipo de cable escogido.

Donde K es el producto de k1 y k2, factores de corrección para temperaturas ambiente distintas de 30°C y por agrupamiento, respectivamente. Estos factores se obtienen de las tablas 52-D1 y 52-E1 de la norma *UNE 20460 5.523 (2004)*.

TABLA A52-1
Intensidades admisibles (A)
Temperatura ambiente 30°C en el aire

Método de instalación de la tabla 52 - B1		Número de conductores cargados y tipo de aislamiento												
A1		PVC3	PVC2		XLPE3	XLPE2								
A2	PVC3	PVC2		XLPE3	XLPE2									
B1				PVC3	PVC2		XLPE3	XLPE2					XLPE3	XLPE2
B2				PVC3	PVC2		XLPE3	XLPE2					XLPE3	XLPE2
C							PVC3	PVC2		XLPE3	XLPE2		XLPE3	XLPE2
E							PVC3	PVC2		XLPE3	XLPE2		XLPE3	XLPE2
F							PVC3	PVC2		XLPE3	XLPE2		XLPE3	XLPE2
I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13		
Sección mm ²														
Cu														
1,5	13	13,5	14,5	15,5	17	18,5	19,5	22	23	24	26	-		
2,5	17,5	18	19,5	21	23	25	27	30	31	33	36	-		
4	23	24	26	28	31	34	36	40	42	45	49	-		
6	29	31	34	36	40	43	46	51	54	58	63	-		
10	39	42	46	50	54	60	63	70	75	80	86	-		
16	52	56	61	68	73	80	85	94	100	107	115	-		
25	68	73	80	89	95	101	110	119	127	135	149	161		
35	-	-	-	110	117	126	137	147	158	169	185	200		
50	-	-	-	134	141	153	167	179	192	207	225	242		
70	-	-	-	171	179	196	213	229	246	268	289	310		
95	-	-	-	207	216	238	258	278	298	328	352	377		
120	-	-	-	239	249	276	299	322	346	382	410	437		
150	-	-	-	-	285	318	344	371	395	441	473	504		
185	-	-	-	-	324	362	392	424	450	506	542	575		
240	-	-	-	-	380	424	461	500	538	599	641	679		
Aluminio														
2,5	13,5	14	15	16,5	18,5	21	23	24	26	28	31	-		
4	17,5	18,5	20	22	25	26	28	31	32	35	38	-		
6	23	24	26	28	32	33	36	39	42	45	49	-		
10	31	32	36	39	44	46	49	54	58	62	67	-		
16	41	43	48	53	58	61	66	73	77	84	91	-		
25	53	57	63	70	73	78	83	90	97	101	108	121		
35	-	-	-	86	90	96	103	112	120	126	135	150		
50	-	-	-	104	110	117	125	136	146	154	164	184		
70	-	-	-	133	140	150	160	174	187	198	211	237		
95	-	-	-	161	170	183	195	211	227	241	257	289		
120	-	-	-	186	197	212	226	245	263	280	300	337		
150	-	-	-	-	226	245	261	283	304	324	346	389		
185	-	-	-	-	256	280	298	323	347	371	397	447		
240	-	-	-	-	300	330	352	382	409	439	470	530		

Es necesario consultar las tablas 52 - C1 a 52 - C12 con el fin de determinar la sección de los conductores para la que la intensidad admisible anterior es aplicable para cada uno de los métodos de instalación.

Figura 63. Tabla intensidades admisibles

TABLA 52-E1 FACTORES DE CORRECCIÓN POR AGRUPAMIENTO DE VARIOS CIRCUITOS O DE VARIOS CABLES MULTICONDUCTORES, (CAPA ÚNICA)

Punto	Disposición de los cables (En contacto)	Número de circuitos o de cables multiconductores											Tablas de los métodos de referencia	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	12	16		20
1	Agrupados en el aire sobre una superficie, embutidos o empotrados	1,00	0,80	0,70	0,65	0,60	0,57	0,54	0,52	0,50	0,45	0,41	0,38	52 - C1 a 52 - C12 métodos A a F
2	Capa única sobre pared, suelo o superficie sin perforar	1,00	0,85	0,79	0,75	0,73	0,72	0,72	0,71	0,70	Sin factor de reducción suplementario para más de nueve circuitos o cables multiconductores		52 - C1 a 52 - C6 método C	
3	Capa única fijada bajo techo de madera	0,95	0,81	0,72	0,68	0,66	0,64	0,63	0,62	0,61				
4	Capa única sobre bandeja perforada horizontal o vertical	1,00	0,88	0,82	0,77	0,75	0,73	0,73	0,72	0,72			52 - C7 a 52 - C12 métodos E y F	

Figura 64. Tabla factores de corrección por agrupamiento

TABLA 52-D1 FACTORES DE CORRECCIÓN PARA TEMPERATURAS AMBIENTES DISTINTAS DE 30°C (cables al aire libre)				
Temperatura ambiente °C	Aislamiento			
	PVC	XLPE y EPR	Mineral*	
			Cubierta de PVC o cable desnudo y accesible 70 °C	Cable desnudo e inaccesible 105 °C
10	1,22	1,15	1,26	1,14
15	1,17	1,12	1,20	1,11
20	1,12	1,08	1,14	1,07
25	1,06	1,04	1,07	1,04
35	0,94	0,96	0,93	0,96
40	0,87	0,91	0,85	0,92
45	0,79	0,87	0,87	0,88

Figura 65. Tabla factores de corrección para temperaturas ambientales

1.4.1.2. Criterio de caída de tensión

Para este criterio de caída de tensión se ha de tener en cuenta la ITC-BT-15. En el punto 3, de esta ITC, se define que la caída de tensión máxima admisible será del 1,5 %.

1.4.1.3. Cálculo

Si se tiene en cuenta las tablas anteriormente mostradas, se obtienen los valores de K_1 y de K_2 . Donde el producto de estos da el valor de K .

K_1	0.87
K_2	0.82
K	0.7134

Figura 66. Valores K .

LÍNEA	Palum (kW)	Pfuer(kW)	Psim (kW)	I_B (A)	I_{dis} (A)	Método	Aislamiento	I_T (A)
LÍNEA 1	12	4.00	10.8	16.409	21.990	F	XLPE3	107
LÍNEA 2	3	32.50	21.6	32.818	43.980	F	XLPE3	107
LÍNEA 0			32.4	49.227	65.970	B1	XLPE3	137

LÍNEA	I_z (A)	Cumple?	S (mm ²)	L (m)	R (Ω)	X (Ω)	ΔU (V)	ΔU (%)	CUMPLE?
LÍNEA 1	79.8434	SÍ	16	20	0.028	0.002	0.479	0.120	SÍ
LÍNEA 2	79.8434	SÍ	16	100	0.138	0.010	4.793	1.198	SÍ
LÍNEA 0	102.2294	SÍ	35	10	0.006	0.001	0.342	0.085	SÍ

Figura 67. Secciones alimentación cuadros

Como se puede observar en la figura anterior, tanto la línea 1 que va al cuadro secundario 1 (cuadro para tomas de fuerza vestíbulo, alumbrado vestíbulo y alumbrado pistas de juego) y la línea 2 que va al cuadro secundario 2 (cuadro para tomas de fuerza de los vestuarios y alumbrado de los vestuarios) cumplen con los criterios anteriormente descritos.

1.4.2. Cálculo de la sección de los conductores y diámetro de los tubos o canalizaciones a utilizar en las líneas derivadas

Los circuitos derivados estarán constituidos por cables unipolares aislados de tensión asignada 750 V o 1/0.6 kV con conductor de cobre de clase 5 y aislamiento de compuesto termoplástico a base de poliolefina (de emisión de humos y opacidad reducida).

Se toma la caída de tensión máxima admisible de 3% para circuitos de alumbrado y de 5% para circuitos de fuerza, según la ITC-BT-19.

Los criterios utilizados son los mismos que para las líneas calculadas anteriormente.

CIRCUITO	CRITERIO TÉRMICO								
	Inom (A)	I _B (A)	I _{dis} (A)	Método	Aislamiento	I _T (A)	I _Z (A)	Cumple?	S (mm ²)
AL1	0.446	0.625	0.876	F	PVC2	23	16.408	SÍ	1.5
AL2	0.446	0.625	0.876	F	PVC2	23	16.408	SÍ	1.5
AL3	0.595	0.833	1.168	F	PVC2	23	16.408	SÍ	1.5
AL4	0.595	0.833	1.168	F	PVC2	23	16.408	SÍ	1.5
AL5	0.149	0.208	0.292	F	PVC2	23	16.408	SÍ	1.5
AL6	0.297	0.416	0.584	F	PVC2	23	16.408	SÍ	1.5
AL7	0.297	0.416	0.584	F	PVC2	23	16.408	SÍ	1.5
AL8	0.600	0.839	1.177	F	PVC2	23	16.408	SÍ	1.5
AL9	0.499	0.698	0.979	F	PVC2	23	16.408	SÍ	1.5
AL10	0.499	0.698	0.979	F	PVC2	23	16.408	SÍ	1.5
AL11	0.748	1.048	1.468	F	PVC2	23	16.408	SÍ	1.5
AL12	0.897	1.256	1.760	F	PVC2	23	16.408	SÍ	1.5
AL13	0.748	1.048	1.468	F	PVC2	23	16.408	SÍ	1.5
AL14	0.892	1.249	1.751	F	PVC2	23	16.408	SÍ	1.5
AL15	0.993	1.390	1.949	F	PVC2	23	16.408	SÍ	1.5
AL16	0.993	1.390	1.949	F	PVC2	23	16.408	SÍ	1.5
AL17	0.993	1.390	1.949	F	PVC2	23	16.408	SÍ	1.5
AL18	0.993	1.390	1.949	F	PVC2	23	16.408	SÍ	1.5
AL19	0.993	1.390	1.949	F	PVC2	23	16.408	SÍ	1.5
AL20	0.993	1.390	1.949	F	PVC2	23	16.408	SÍ	1.5
AL21	0.993	1.390	1.949	F	PVC2	23	16.408	SÍ	1.5
AL22	0.993	1.390	1.949	F	PVC2	23	16.408	SÍ	1.5
AL23	5.126	7.176	10.059	F	PVC2	42	29.963	SÍ	4
AL24	5.126	7.176	10.059	F	PVC2	42	29.963	SÍ	4
AL25	5.126	7.176	10.059	F	PVC2	42	29.963	SÍ	4
AL26	5.126	7.176	10.059	F	PVC2	42	29.963	SÍ	4
AL27	5.126	7.176	10.059	F	PVC2	42	29.963	SÍ	4
AL28	5.126	7.176	10.059	F	PVC2	42	29.963	SÍ	4
AL29	5.126	7.176	10.059	F	PVC2	42	29.963	SÍ	4
AL30	5.126	7.176	10.059	F	PVC2	42	29.963	SÍ	4
AL31	5.126	7.176	10.059	F	PVC2	42	29.963	SÍ	4
AL32	5.126	7.176	10.059	F	PVC2	42	29.963	SÍ	4

Figura 68. Circuito alumbrado bajo criterio térmico

CIRCUITO	CRITERIO CAÍDA TENSIÓN					
	L (m)	R (Ω)	X (Ω)	ΔU (V)	ΔU (%)	CUMPLE?
AL1	10	0.15	0.001	0.597	0.260	SÍ
AL2	10	0.15	0.001	0.597	0.260	SÍ
AL3	15	0.22	0.002	0.716	0.311	SÍ
AL4	20	0.29	0.002	0.794	0.345	SÍ
AL5	20	0.29	0.002	0.558	0.243	SÍ
AL6	5	0.07	0.001	0.519	0.226	SÍ
AL7	5	0.07	0.001	0.519	0.226	SÍ
AL8	55	0.81	0.006	1.353	0.588	SÍ
AL9	55	0.81	0.006	1.206	0.524	SÍ
AL10	55	0.81	0.006	1.206	0.524	SÍ
AL11	55	0.81	0.006	1.569	0.682	SÍ
AL12	40	0.59	0.004	1.430	0.622	SÍ
AL13	25	0.37	0.003	0.975	0.424	SÍ
AL14	15	0.22	0.002	0.834	0.363	SÍ
AL15	50	0.73	0.005	1.795	0.780	SÍ
AL16	50	0.73	0.005	1.795	0.780	SÍ
AL17	40	0.59	0.004	1.531	0.666	SÍ
AL18	40	0.59	0.004	1.531	0.666	SÍ
AL19	30	0.44	0.003	1.268	0.551	SÍ
AL20	30	0.44	0.003	1.268	0.551	SÍ
AL21	20	0.29	0.002	1.005	0.437	SÍ
AL22	20	0.29	0.002	1.005	0.437	SÍ
AL23	10	0.06	0.001	0.991	0.431	SÍ
AL24	20	0.11	0.002	1.503	0.654	SÍ
AL25	40	0.22	0.004	2.527	1.099	SÍ
AL26	50	0.28	0.005	3.039	1.321	SÍ
AL27	60	0.33	0.006	3.551	1.544	SÍ
AL28	70	0.39	0.007	4.063	1.766	SÍ
AL29	80	0.44	0.008	4.575	1.989	SÍ
AL30	90	0.50	0.009	5.087	2.212	SÍ
AL31	100	0.55	0.010	5.599	2.434	SÍ
AL32	110	0.61	0.011	6.111	2.657	SÍ

Figura 69. Circuito alumbrado bajo criterio caída tensión

CIRCUITO	CRITERIO TÉRMICO								
	Inom (A)	I _B (A)	I _{dis} (A)	Método	Aislamiento	I _T (A)	I _Z (A)	Cumple?	S (mm ²)
F0.1	3.432	3.432	4.811	F	PVC2	31	22.115	SÍ	2.5
F0.2	3.432	3.432	4.811	F	PVC2	31	22.115	SÍ	2.5
F0.3	3.432	3.432	4.811	F	PVC2	31	22.115	SÍ	2.5
F0.4	3.432	3.432	4.811	F	PVC2	31	22.115	SÍ	2.5
F0.5	3.432	3.432	4.811	F	PVC2	31	22.115	SÍ	2.5
F0.6	3.432	3.432	4.811	F	PVC2	31	22.115	SÍ	2.5
F0.7	3.432	3.432	4.811	F	PVC2	31	22.115	SÍ	2.5
F0.8	3.432	3.432	4.811	F	PVC2	31	22.115	SÍ	2.5
F0.9	14.493	14.493	20.315	F	PVC2	42	29.963	SÍ	4
F0.10	14.493	14.493	20.315	F	PVC2	42	29.963	SÍ	4
F0.11	14.493	14.493	20.315	F	PVC2	42	29.963	SÍ	4
F0.12	14.493	14.493	20.315	F	PVC2	42	29.963	SÍ	4
F0.13	14.493	14.493	20.315	F	PVC2	42	29.963	SÍ	4
F0.14	14.493	14.493	20.315	F	PVC2	42	29.963	SÍ	4
F0.15	14.493	14.493	20.315	F	PVC2	42	29.963	SÍ	4
F0.16	14.493	14.493	20.315	F	PVC2	42	29.963	SÍ	4
F0.17	8.009	8.009	11.227	F	PVC2	31	22.115	SÍ	2.5
F0.18	2.288	2.288	3.208	F	PVC2	31	22.115	SÍ	2.5
F0.19	1.144	1.144	1.604	F	PVC2	31	22.115	SÍ	2.5
F0.20	1.144	1.144	1.604	F	PVC2	31	22.115	SÍ	2.5
F0.21	6.865	6.865	9.623	F	PVC2	31	22.115	SÍ	2.5
F0.22	5.721	5.721	8.019	F	PVC2	31	22.115	SÍ	2.5
F0.23	4.577	4.577	6.415	F	PVC2	31	22.115	SÍ	2.5

Figura 70. Circuitos fuerza bajo criterio térmico.

CIRCUITO	CRITERIO CAÍDA TENSIÓN					
	L (m)	R (Ω)	X (Ω)	ΔU (V)	ΔU (%)	CUMPLE?
F0.1	50	0.440	0.005	2.733	1.188	SÍ
F0.2	50	0.440	0.005	3.213	1.397	SÍ
F0.3	40	0.352	0.004	2.666	1.159	SÍ
F0.4	40	0.352	0.004	2.666	1.159	SÍ
F0.5	30	0.264	0.003	2.119	0.921	SÍ
F0.6	30	0.264	0.003	2.119	0.921	SÍ
F0.7	20	0.176	0.002	1.573	0.684	SÍ
F0.8	20	0.176	0.002	1.573	0.684	SÍ
F0.9	50	0.275	0.005	7.716	3.355	SÍ
F0.10	50	0.275	0.005	7.716	3.355	SÍ
F0.11	40	0.220	0.004	6.269	2.726	SÍ
F0.12	40	0.220	0.004	6.269	2.726	SÍ
F0.13	30	0.165	0.003	4.822	2.096	SÍ
F0.14	30	0.165	0.003	4.822	2.096	SÍ
F0.15	20	0.110	0.002	3.374	1.467	SÍ
F0.16	20	0.110	0.002	3.374	1.467	SÍ
F0.17	55	0.484	0.006	7.495	3.259	SÍ
F0.18	55	0.484	0.006	2.484	1.080	SÍ
F0.19	5	0.044	0.001	0.570	0.248	SÍ
F0.20	5	0.044	0.001	0.570	0.248	SÍ
F0.21	30	0.264	0.003	3.759	1.635	SÍ
F0.22	30	0.264	0.003	3.213	1.397	SÍ
F0.23	40	0.352	0.004	3.395	1.476	SÍ

Figura 71. Circuitos fuerza bajo criterio caída de tensión.

1.4.3. Cálculo de las protecciones a instalar en las diferentes líneas generales y derivadas.

Todo circuito deberá estar protegido debidamente contra los efectos de las sobrecargas que puedan derivarse del mismo, para lo cual la interrupción de este circuito se realizará en un tiempo conveniente o estará sobredimensionado para las sobrecargas previsibles. Excepto el conductor de protección, todos los conductores (incluido el neutro) estarán protegidos frente a los efectos de las sobrecargas.

Las sobrecargas pueden ser causadas debido a:

- Sobrecargas debidas a los aparatos de utilización o defectos de aislamiento de gran impedancia.
- Cortocircuitos.
- Descargas eléctricas atmosféricas.

El tercer caso de estudio queda fuera del ámbito de alcance de este TFM.

Las medidas de protección a aplicar serán las indicadas en el apartado 1.2 de la ITC-BT 22. Al mismo tiempo, todas las líneas contarán con interruptores diferenciales para protegerlas frente a los contactos indirectos.

1.4.3.1. Sobrecargas

Según la ITC-BT 22: "el límite de la intensidad de corriente admisible en un conductor ha de quedar en todo caso garantizada por el dispositivo de protección utilizado". El dispositivo de protección podrá estar constituido por un interruptor automático de corte omipolar con curva térmica de corte o por cortacircuitos fusibles calibrados de características de funcionamiento adecuadas.

Para los circuitos interiores se utilizarán interruptores magnetotérmicos de curva de respuesta térmica adecuada.

Se tienen que garantizar las siguientes condiciones para la protección contra sobrecargas.

$$I_B \leq I_n \leq I_Z \quad I_2 \leq 1,45 \cdot I_Z; \quad \text{con } I_2 = 1,3 \cdot I_n;$$

Figura 72. Protección contra sobrecargas.

LÍNEA	IA (A)	I _B (A)	I _Z (A)	CUMPLE?	CUMPLE?	I ₂ (A)	1,45 · I _Z (A)	CUMPLE?
LÍNEA 1	60	16.41	79.84	SÍ	SÍ	78	115.77	SÍ
LÍNEA 2	60	32.82	79.84	SÍ	SÍ	78	115.77	SÍ
LÍNEA 0	100	49.23	102.23	SÍ	SÍ	130	148.23	SÍ

Figura 73. Protección líneas frente sobrecargas.

CIRCUITO	SOBRECARGAS							
	IA (A)	I _b (A)	I _z (A)	CUMPLE?	CUMPLE?	I2 (A)	1,45 · I _z (A)	CUMPLE?
AL1	10	0.62	16.41	SÍ	SÍ	13	23.79	SÍ
AL2	10	0.62	16.41	SÍ	SÍ	13	23.79	SÍ
AL3	10	0.83	16.41	SÍ	SÍ	13	23.79	SÍ
AL4	10	0.83	16.41	SÍ	SÍ	13	23.79	SÍ
AL5	10	0.21	16.41	SÍ	SÍ	13	23.79	SÍ
AL6	10	0.42	16.41	SÍ	SÍ	13	23.79	SÍ
AL7	10	0.42	16.41	SÍ	SÍ	13	23.79	SÍ
AL8	10	0.84	16.41	SÍ	SÍ	13	23.79	SÍ
AL9	10	0.70	16.41	SÍ	SÍ	13	23.79	SÍ
AL10	10	0.70	16.41	SÍ	SÍ	13	23.79	SÍ
AL11	10	1.05	16.41	SÍ	SÍ	13	23.79	SÍ
AL12	10	1.26	16.41	SÍ	SÍ	13	23.79	SÍ
AL13	10	1.05	16.41	SÍ	SÍ	13	23.79	SÍ
AL14	10	1.25	16.41	SÍ	SÍ	13	23.79	SÍ
AL15	10	1.39	16.41	SÍ	SÍ	13	23.79	SÍ
AL16	10	1.39	16.41	SÍ	SÍ	13	23.79	SÍ
AL17	10	1.39	16.41	SÍ	SÍ	13	23.79	SÍ
AL18	10	1.39	16.41	SÍ	SÍ	13	23.79	SÍ
AL19	10	1.39	16.41	SÍ	SÍ	13	23.79	SÍ
AL20	10	1.39	16.41	SÍ	SÍ	13	23.79	SÍ
AL21	10	1.39	16.41	SÍ	SÍ	13	23.79	SÍ
AL22	10	1.39	16.41	SÍ	SÍ	13	23.79	SÍ
AL23	20	7.18	29.96	SÍ	SÍ	26	43.45	SÍ
AL24	20	7.18	29.96	SÍ	SÍ	26	43.45	SÍ
AL25	20	7.18	29.96	SÍ	SÍ	26	43.45	SÍ
AL26	20	7.18	29.96	SÍ	SÍ	26	43.45	SÍ
AL27	20	7.18	29.96	SÍ	SÍ	26	43.45	SÍ
AL28	20	7.18	29.96	SÍ	SÍ	26	43.45	SÍ
AL29	20	7.18	29.96	SÍ	SÍ	26	43.45	SÍ
AL30	20	7.18	29.96	SÍ	SÍ	26	43.45	SÍ
AL31	20	7.18	29.96	SÍ	SÍ	26	43.45	SÍ
AL32	20	7.18	29.96	SÍ	SÍ	26	43.45	SÍ

Figura 74. Circuitos alumbrado frente sobrecargas.

CIRCUITO	SOBRECARGAS							
	I _A (A)	I _B (A)	I _Z (A)	CUMPLE?	CUMPLE?	I ₂ (A)	1,45 · I _Z (A)	CUMPLE?
F0.1	16	3.43	22.12	SÍ	SÍ	20.8	32.07	SÍ
F0.2	16	3.43	22.12	SÍ	SÍ	20.8	32.07	SÍ
F0.3	16	3.43	22.12	SÍ	SÍ	20.8	32.07	SÍ
F0.4	16	3.43	22.12	SÍ	SÍ	20.8	32.07	SÍ
F0.5	16	3.43	22.12	SÍ	SÍ	20.8	32.07	SÍ
F0.6	16	3.43	22.12	SÍ	SÍ	20.8	32.07	SÍ
F0.7	16	3.43	22.12	SÍ	SÍ	20.8	32.07	SÍ
F0.8	16	3.43	22.12	SÍ	SÍ	20.8	32.07	SÍ
F0.9	20	14.49	29.96	SÍ	SÍ	26	43.45	SÍ
F0.10	20	14.49	29.96	SÍ	SÍ	26	43.45	SÍ
F0.11	20	14.49	29.96	SÍ	SÍ	26	43.45	SÍ
F0.12	20	14.49	29.96	SÍ	SÍ	26	43.45	SÍ
F0.13	20	14.49	29.96	SÍ	SÍ	26	43.45	SÍ
F0.14	20	14.49	29.96	SÍ	SÍ	26	43.45	SÍ
F0.15	20	14.49	29.96	SÍ	SÍ	26	43.45	SÍ
F0.16	20	14.49	29.96	SÍ	SÍ	26	43.45	SÍ
F0.17	16	8.01	22.12	SÍ	SÍ	20.8	32.07	SÍ
F0.18	16	2.29	22.12	SÍ	SÍ	20.8	32.07	SÍ
F0.19	16	1.14	22.12	SÍ	SÍ	20.8	32.07	SÍ
F0.20	16	1.14	22.12	SÍ	SÍ	20.8	32.07	SÍ
F0.21	16	6.86	22.12	SÍ	SÍ	20.8	32.07	SÍ
F0.22	16	5.72	22.12	SÍ	SÍ	20.8	32.07	SÍ
F0.23	16	4.58	22.12	SÍ	SÍ	20.8	32.07	SÍ

Figura 75. Circuitos de fuerza frente a sobrecargas.

1.4.3.2. Cortocircuitos

Para cumplir el criterio de cortocircuito en las protecciones mediante el interruptor magnetotérmico, se tiene que cumplir la siguiente condición.

$$P_{\text{corte}} \text{ (kA)} > I_{K\text{máx}} \text{ (kA)}$$

Donde la intensidad de cortocircuito en las líneas trifásicas se calcula mediante la siguiente expresión:

$$I_{K\text{máx}} = \frac{400/\sqrt{3}}{Z_c}$$

Y para líneas monofásicas:

$$I_{K\text{máx}} = \frac{400}{2 * Z_c}$$

Donde:

I_{k,máx}: Corriente de cortocircuito máxima (kA)

Z_c: Impedancia desde el centro de transformación hasta el punto donde se desea calcular la intensidad de cortocircuito.

Se ha tenido en cuenta, para la red y el transformador los siguientes valores de resistencia y reactancia.

	R (Ω)	X (Ω)
Red	0	0.0007
Trafo	0	0.012

Figura 76. Resistencia y reactancia Red/Trafo

A continuación, se va a mostrar el cálculo de la corriente de cortocircuito al principio de cada línea donde se ha de colocar el interruptor automático y el poder de corte seleccionado para cada uno de ellos.

CIRCUITO	X _T (Ω)	R _T (Ω)	Z _T (Ω)	Ik3 (kA)	PC (kA)
LÍNEA 1	0.014	0.006	0.015	15.32	20
LÍNEA 2	0.014	0.006	0.015	15.32	20
LÍNEA 0	0.013	0	0.013	18.18	20

Figura 77. Corriente cortocircuito líneas generales

CIRCUITO	X _T (Ω)	R _T (Ω)	Z _T (Ω)	Ik3 (kA)	PC (kA)
AL1	0.016	0.034	0.037	6.20	10
AL2	0.016	0.034	0.037	6.20	10
AL3	0.016	0.034	0.037	6.20	10
AL4	0.016	0.034	0.037	6.20	10
AL5	0.016	0.034	0.037	6.20	10
AL6	0.024	0.144	0.146	1.58	6
AL7	0.024	0.144	0.146	1.58	6
AL8	0.024	0.144	0.146	1.58	6
AL9	0.024	0.144	0.146	1.58	6
AL10	0.024	0.144	0.146	1.58	6
AL11	0.024	0.144	0.146	1.58	6
AL12	0.024	0.144	0.146	1.58	6
AL13	0.024	0.144	0.146	1.58	6
AL14	0.024	0.144	0.146	1.58	6
AL15	0.024	0.144	0.146	1.58	6
AL16	0.024	0.144	0.146	1.58	6
AL17	0.024	0.144	0.146	1.58	6
AL18	0.024	0.144	0.146	1.58	6
AL19	0.024	0.144	0.146	1.58	6
AL20	0.024	0.144	0.146	1.58	6
AL21	0.024	0.144	0.146	1.58	6
AL22	0.024	0.144	0.146	1.58	6
AL23	0.016	0.034	0.037	6.20	10
AL24	0.016	0.034	0.037	6.20	10
AL25	0.016	0.034	0.037	6.20	10
AL26	0.016	0.034	0.037	6.20	10
AL27	0.016	0.034	0.037	6.20	10
AL28	0.016	0.034	0.037	6.20	10
AL29	0.016	0.034	0.037	6.20	10
AL30	0.016	0.034	0.037	6.20	10
AL31	0.016	0.034	0.037	6.20	10
AL32	0.016	0.034	0.037	6.20	10

Figura 78. Corriente cortocircuito y poder de corte circuitos alumbrado.

CIRCUITO	X _T (Ω)	R _T (Ω)	Z _T (Ω)	I _{k3} (kA)	PC (kA)
F0.1	0.024	0.144	0.146	1.58	6
F0.2	0.024	0.144	0.146	1.58	6
F0.3	0.024	0.144	0.146	1.58	6
F0.4	0.024	0.144	0.146	1.58	6
F0.5	0.024	0.144	0.146	1.58	6
F0.6	0.024	0.144	0.146	1.58	6
F0.7	0.024	0.144	0.146	1.58	6
F0.8	0.024	0.144	0.146	1.58	6
F0.9	0.024	0.144	0.146	1.58	6
F0.10	0.024	0.144	0.146	1.58	6
F0.11	0.024	0.144	0.146	1.58	6
F0.12	0.024	0.144	0.146	1.58	6
F0.13	0.024	0.144	0.146	1.58	6
F0.14	0.024	0.144	0.146	1.58	6
F0.15	0.024	0.144	0.146	1.58	6
F0.16	0.024	0.144	0.146	1.58	6
F0.17	0.024	0.144	0.146	1.58	6
F0.18	0.024	0.144	0.146	1.58	6
F0.19	0.024	0.144	0.146	1.58	6
F0.20	0.016	0.034	0.037	6.20	10
F0.21	0.016	0.034	0.037	6.20	10
F0.22	0.016	0.034	0.037	6.20	10
F0.23	0.016	0.034	0.037	6.20	10

Figura 79. Corriente cortocircuito y poder de corte circuitos de fuerza.

1.4.3.3. Armónicos

Los armónicos no son objeto dentro del TFM.

1.4.3.4. Sobretensiones.

Según la ITC-BT-23, al estar alimentado por línea subterránea, no es necesario que se encuentre protegido frente a sobretensiones.

1.5. Cálculo de sistema de protección contra contactos indirectos

Para proteger la edificación contra contactos indirectos se va a disponer de un conductor enterrado de 35 mm² y picas verticales de 1,5 metros.

1.5.1. Cálculo de la puesta a tierra

La resistividad del terreno es de 3000 Ω·m, según la tabla 3 de la ITC-BT-18, al tratarse de un terreno de naturales "Calizas compactas"

Tabla 3. Valores orientativos de la resistividad en función del terreno

Naturaleza terreno	Resistividad en Ohm.m
Terrenos pantanosos	de algunas unidades a 30
Limo	20 a 100
Humus	10 a 150
Turba húmeda	5 a 100
Arcilla plástica	50
Margas y Arcillas compactas	100 a 200
Margas del Jurásico	30 a 40
Arena arcillosas	50 a 500
Arena silíceas	200 a 3.000
Suelo pedregoso cubierto de césped	300 a 5.00
Suelo pedregoso desnudo	1.500 a 3.000
Calizas blandas	100 a 300
Calizas compactas	1.000 a 5.000

Figura 80. Resistividad en función del terreno.

Por lo tanto, siguiendo los valores de la tabla 5 de la ITC-BT-18, se pueden obtener las resistencias del conductor horizontal y de las picas.

Electrodo	Resistencia de Tierra en Ohm
Placa enterrada	$R = 0,8 \rho/P$
Pica vertical	$R = \rho/L$
Conductor enterrado horizontalmente	$R = 2 \rho/L$
<p>ρ, resistividad del terreno (Ohm.m) P, perímetro de la placa (m) L, longitud de la pica o del conductor (m)</p>	

Figura 81. Tabla 5 ITC-BT-18

Conductor horizontal		Picas verticales	
L (m)	370	N	50
ρ (ohm·m)	3000	L (m)	75
R (ohm)	16.22	ρ (ohm·m)	3000
		R (ohm)	40.00

Figura 82. Resistencia conductor enterrado y picas

Por lo que, la resistencia total del conjunto del conductor enterrado y las picas es:

$$R_T = \frac{R_C \cdot R_p}{R_C + R_p}$$

Asimismo, teniendo en cuenta diferenciales con sensibilidad de 30mA, la máxima tensión de contacto que puede aparecer en la instalación es:

$$V_c = R_T \cdot I_\Delta$$

R_T (ohm)	11.54
I_Δ (A)	0.3
Vc (V)	3.46
Vc max (V)	24
Cumple?	SÍ

Figura 83. Tensión de contacto puesta a tierra.

Tras los cálculos, se obtiene una tensión de contacto de puesta a tierra de 3,46 V, valor inferior a los 24 V como máximo exigidos por la ITC-BT 18. Por lo tanto, se puede afirmar que la puesta a tierra está correctamente dimensionada.

1.6. Cálculo de la batería de condensadores

Se va a instalar una batería de condensadores que permitirá reducir el consumo excesivo de energía reactiva y así evitar penalizaciones en la factura eléctrica del caso de estudio.

Para el cálculo se parte de la potencia activa total y un factor de potencia. Para esta instalación se parte con una potencia activa total de 32.13 kW y un factor de potencia de 0.9, ya que no existen prácticamente motores conectados a la instalación eléctrica.

Para poder calcular la energía reactiva se usa la siguiente expresión.

$$Q(kVAr) = P(kW) \cdot tg(\varphi)$$

También se ha tenido en cuenta un factor K de 0.96 ya que se considera una temperatura de 40 °C y que se instala sobre bandeja perforada (método F) con XLPE3. Al mismo tiempo, se calcula también la protección haciendo uso de un interruptor automático siguiendo los mismos pasos que en los apartados anteriores.

P (kW)	32.40
cos(φ)	0.9
φ	25.84
sen(φ)	0.436
Q(kvar)	15.69
I _B (A)	51.96
k _T (40°C)	0.96
I _{dis} (A)	54.13
Método	XLPE3
I _T (A)	116
I _z (A)	111.36
Secc (mm ²)	25

Interruptor automático	
In (IA)	63
IB (A)	51.96
Iz (A)	111.36
Cumple?	SÍ
Cumple?	SÍ

Figura 84. Cálculos batería de condensadores

Por lo tanto, se instalará un conductor de 4x25mm² + TTx16mm² protegido contra sobrecargas y cortocircuitos por un interruptor automático trifásico de 63 A y contra contactos indirectos por un toroidal y relé de 30 mA clase AC.

DOCUMENTO IV
PLIEGO DE CONDICIONES

PLIEGO DE CONDICIONES

La finalidad del pliego de condiciones es establecer los criterios de la relación que se establece entre los distintos agentes que intervienen en las obras definidas de un proyecto y servir de base para la realización del contrato de obra entre el promotor y el contratista. Por otro lado, el pliego de condiciones de necesidades técnicas particulares especifica las características técnicas que deberán cumplir los equipos, productos y sistemas suministrados.

Por la similitud del pliego de condiciones con el de otros proyectos similares/parecidos, dicho documento no se incluye dentro del alcance del TFM.

DOCUMENTO V
PRESUPUESTO

ÍNDICE DEL PRESUPUESTO

- 1 Acondicionamiento del terreno
- 2 Cimentaciones
- 3 Estructuras
- 4 Fachadas y cubiertas
- 5 Instalaciones
- 6 Gestión de residuos
- 7 Seguridad y salud

Proyecto de estructura metálica y de instalación eléctrica de un pabellón deportivo situado en
Vinaròs (Castellón) de 4.025 m²

Capítulo nº 1 Acondicionamiento del terreno

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
1.1 Movimiento de tierras en edificación					
1.1.1 Desbroce y limpieza					
1.1.1.1	M ²	Desbroce y limpieza del terreno de topografía con desniveles mínimos, con medios mecánicos. Comprende los trabajos necesarios para retirar de las zonas previstas para la edificación o urbanización: pequeñas plantas, maleza, broza, maderas caídas, escombros, basuras o cualquier otro material existente, hasta una profundidad no menor que el espesor de la capa de tierra vegetal, considerando como mínima 25 cm; y carga a camión. Criterio de valoración económica: El precio no incluye la tala de árboles ni el transporte de los materiales retirados. Incluye: Replanteo en el terreno. Remoción mecánica de los materiales de desbroce. Retirada y disposición mecánica de los materiales objeto de desbroce. Carga a camión. Criterio de medición de proyecto: Superficie medida en proyección horizontal, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá, en proyección horizontal, la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, sin incluir los incrementos por excesos de excavación no autorizados.			
Total m² :			11.241,000	1,23 €	13.826,43 €
Total 1.1.1 Desbroce y limpieza					13.826,43

1.1.2 Excavaciones

1.1.2.1	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. Criterio de valoración económica: El precio no incluye el transporte de los materiales excavados. Incluye: Replanteo general y fijación de los puntos y niveles de referencia. Colocación de las camillas en las esquinas y extremos de las alineaciones. Excavación en sucesivas franjas horizontales y extracción de tierras. Refinado de fondos y laterales a mano, con extracción de las tierras. Carga a camión de los materiales excavados. Criterio de medición de proyecto: Volumen medido sobre las secciones teóricas de la excavación, según documentación gráfica de Proyecto, sin duplicar esquinas ni encuentros. Criterio de medición de obra: Se medirá el volumen teórico ejecutado según especificaciones de Proyecto, sin duplicar esquinas ni encuentros y sin incluir los incrementos por excesos de excavación no autorizados, ni el relleno necesario para reconstruir la sección teórica por defectos imputables al Contratista. Se medirá la excavación una vez realizada y antes de que sobre ella se efectúe ningún tipo de relleno. Si el Contratista cerrase la excavación antes de conformada la medición, se entenderá que se aviene a lo que unilateralmente determine el director de la ejecución de la obra.			
Total m³ :			788,000	17,77 €	14.002,76 €
Total 1.1.2 Excavaciones					14.002,76

Proyecto de estructura metálica y de instalación eléctrica de un pabellón deportivo situado en Vinaròs (Castellón) de 4.025 m²

Capítulo nº 1 Acondicionamiento del terreno

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
----	----	-------------	----------	--------	---------

1.1.3 Cargas y transportes dentro de la obra

1.1.3.1 **M³** Transporte de tierras con camión de 12 t de los productos procedentes de la excavación de cualquier tipo de terreno dentro de la obra, a una distancia menor de 0,5 km.
 Criterio de valoración económica: El precio incluye el tiempo de espera en obra durante las operaciones de carga, el viaje de ida, la descarga y el viaje de vuelta, pero no incluye la carga en obra.
 Incluye: Transporte de tierras dentro de la obra.
 Criterio de medición de proyecto: Volumen medido sobre las secciones teóricas de las excavaciones, incrementadas cada una de ellas por su correspondiente coeficiente de esponjamiento, de acuerdo con el tipo de terreno considerado.
 Criterio de medición de obra: Se medirá, incluyendo el esponjamiento, el volumen de tierras realmente transportado según especificaciones de Proyecto.

Total m³ :	788,000	1,06 €	835,28 €
Total 1.1.3 Cargas y transportes dentro de la obra			835,28
Total 1.1 Movimiento de tierras en edificación			28.664,47
Parcial nº 1 Acondicionamiento del terreno :			28.664,47 €

Proyecto de estructura metálica y de instalación eléctrica de un pabellón deportivo situado en
Vinaròs (Castellón) de 4.025 m²

Capítulo nº 2 Cimentaciones

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
2.1 Regularización					
2.1.1 Hormigón de limpieza					
2.1.1.1	M ²	Capa de hormigón de limpieza y nivelado de fondos de cimentación, de 10 cm de espesor, de hormigón HL-150/B/20, fabricado en central y vertido desde camión, en el fondo de la excavación previamente realizada. Incluye: Replanteo. Colocación de toques y/o formación de maestras. Vertido y compactación del hormigón. Coronación y enrase del hormigón. Criterio de medición de proyecto: Superficie medida sobre la superficie teórica de la excavación, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá la superficie teórica ejecutada según especificaciones de Proyecto, sin incluir los incrementos por excesos de excavación no autorizados.			
Total m² :			870,000	8,86 €	7.708,20 €
Total 2.1.1 Hormigón de limpieza					7.708,20
Total 2.1 Regularización					7.708,20

2.2 Superficiales

2.2.1 Zapatas

2.2.1.1	M ³	Zapata de cimentación de hormigón armado, realizada con hormigón HA-25/F/20/XC2 fabricado en central, y vertido desde camión, y acero UNE-EN 10080 B 500 SD, con una cuantía aproximada de 50 kg/m ³ . 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 de obra 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.			
Total m³ :			646,000	194,85 €	125.873,10 €
Total 2.2.1 Zapatas					125.873,10
Total 2.2 Superficiales					125.873,10

2.3 Arriostramientos

2.3.1 Vigas entre zapatas

Proyecto de estructura metálica y de instalación eléctrica de un pabellón deportivo situado en
Vinaròs (Castellón) de 4.025 m²

Capítulo nº 2 Cimentaciones

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
2.3.1.1	M ³	<p>Viga de atado de hormigón armado, realizada con hormigón HA-25/F/20/XC2 fabricado en central, y vertido desde camión, y acero UNE-EN 10080 B 500 SD, con una cuantía aproximada de 60 kg/m³. Incluso alambre de atar, y separadores.</p> <p>Criterio de valoración económica: El precio incluye la elaboración de la ferralla (corte, doblado y conformado de elementos) en taller de obra y el montaje en el lugar definitivo de su colocación en obra, pero no incluye el encofrado.</p> <p>Incluye: Colocación de la armadura con separadores homologados. Vertido y compactación del hormigón. Coronación y enrase. Curado del hormigón.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Volumen medido sobre las secciones teóricas de la excavación, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>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.</p>			
Total m³ :			45,000	208,29 €	9.373,05 €
Total 2.3.1 Vigas entre zapatas					9.373,05
Total 2.3 Arriostramientos					9.373,05
Parcial nº 2 Cimentaciones :					142.954,35 €

Proyecto de estructura metálica y de instalación eléctrica de un pabellón deportivo situado en Vinaròs (Castellón) de 4.025 m²

Capítulo nº 3 Estructuras

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
3.1 Acero					
3.1.1 Perfiles estructurales					
3.1.1.1	Kg	Acero UNE-EN 10025 S275JR, en elementos estructurales formados por piezas simples de perfiles laminados en caliente de las series IPN, IPE, HEB, HEA, HEM o UPN, acabado con imprimación antioxidante, colocados con uniones atornilladas en obra, a una altura de más de 3 m. Criterio de valoración económica: El precio incluye los tornillos, los cortes, los despuntes, las piezas especiales, los casquillos y los elementos auxiliares de montaje. Incluye: Limpieza y preparación del plano de apoyo. Replanteo y marcado de los ejes. Colocación y fijación provisional del elemento estructural. Aplomado y nivelación. Ejecución de las uniones atornilladas. 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.			
		Total kg :	137.300,000	2,31 €	317.163,00 €
			Total 3.1.1 Perfiles estructurales		317.163,00
3.1.2 Correas					
3.1.2.1	Kg	Acero UNE-EN 10162 S235JRC, en elementos estructurales formados por piezas simples de perfiles conformados en frío de las series omega, L, U, C o Z, acabado con imprimación antioxidante, colocados con uniones atornilladas en obra, a una altura de más de 3 m. Criterio de valoración económica: El precio incluye los tornillos, los cortes, los despuntes, las piezas especiales, los casquillos y los elementos auxiliares de montaje. Incluye: Limpieza y preparación del plano de apoyo. Replanteo y marcado de los ejes. Colocación y fijación provisional del elemento estructural. Aplomado y nivelación. Ejecución de las uniones atornilladas. 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.			
		Total kg :	80.000,000	2,46 €	196.800,00 €
			Total 3.1.2 Correas		196.800,00
			Total 3.1 Acero		513.963,00
			Parcial nº 3 Estructuras :		513.963,00 €

Proyecto de estructura metálica y de instalación eléctrica de un pabellón deportivo situado en Vinaròs (Castellón) de 4.025 m²

Capítulo nº 4 Fachadas y cubiertas

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe	
4.1 Cubiertas						
4.1.1 Inclinas						
4.1.1.1 Cubierta inclinada						
4.1.1.1.1	M²	<p>Cobertura de paneles sándwich de acero galvanizado, de 30 mm de espesor, formados por cara exterior de chapa grecada con cinco grecas acabado prelacado, RC3 y RUV2, según UNE-EN 10169, de 0,5 mm de espesor, alma aislante de lana de roca de densidad media 120 kg/m³ y cara interior de chapa lisa acabado prelacado, de 0,6 mm de espesor, conductividad térmica 0,901 W/(mK), Euroclase A2-s1, d0 de reacción al fuego, según UNE-EN 13501-1, con 28 dB de índice global de reducción acústica, R_w, proporcionando una reducción del nivel global ponderado de presión de ruido aéreo de 28 dBA, colocados con un solape del panel superior de 200 mm y fijados mecánicamente sobre entramado ligero metálico, en cubierta inclinada, con una pendiente mayor del 10%. Incluso accesorios de fijación de los paneles sándwich, cinta flexible de butilo, adhesiva por ambas caras, para el sellado de estanqueidad de los solapes entre paneles sándwich y pintura antioxidante de secado rápido, para la protección de los solapes entre paneles sándwich.</p> <p>Criterio de valoración económica: El precio no incluye la superficie soporte ni los puntos singulares y las piezas especiales de la cobertura.</p> <p>Incluye: Limpieza de la superficie soporte. Replanteo de los paneles por faldón. Corte, preparación y colocación de los paneles. Fijación mecánica de los paneles. Sellado de juntas. Aplicación de una mano de pintura antioxidante en los solapes entre paneles.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Superficie medida en verdadera magnitud, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá, en verdadera magnitud, la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.</p>				
			Total m² :	5.675,000	58,05 €	329.433,75 €
				Total 4.1.1.1 Cubierta inclinada		329.433,75
				Total 4.1.1 Inclinas		329.433,75
4.1.2 Remates						
4.1.2.1 Cumbrera						
4.1.2.1.1	M	<p>Pieza de remate de chapa plegada de acero galvanizado, espesor 0,8 mm, desarrollo 500 mm y 4 pliegues; fijación con tornillos autotaladrantes de acero galvanizado, y sellado de las juntas entre piezas y, en su caso, de las uniones con los muros con sellador adhesivo monocomponente.</p> <p>Incluye: Replanteo de las piezas. Corte de las piezas. Colocación, aplomado, nivelación y alineación. Resolución de encuentros y de puntos singulares. Sellado de juntas y limpieza.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.</p>				
			Total m :	115,000	13,54 €	1.557,10 €
				Total 4.1.2.1 Cumbrera		1.557,10
				Total 4.1.2 Remates		1.557,10

Proyecto de estructura metálica y de instalación eléctrica de un pabellón deportivo situado en Vinaròs (Castellón) de 4.025 m²

Capítulo nº 4 Fachadas y cubiertas

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
			Total 4.1 Cubiertas		330.990,85
4.2 Remates y ayudas					
4.2.1 Remates de fachada					
4.2.1.1 De acero galvanizado					
4.2.1.1.1	M	Albardilla metálica, de chapa plegada de acero galvanizado, con un ángulo de inclinación de 10º, espesor 1 mm, desarrollo 500 mm y 4 pliegues, con goterón, para cubrición de muros; fijación con tornillos autotaladrantes de acero galvanizado; y sellado de las juntas entre piezas y, en su caso, de las uniones con los muros con sellador adhesivo monocomponente. Incluye: Preparación de la superficie de apoyo. Preparación de la base y de los medios de fijación. Replanteo de las piezas. Corte de las piezas. Colocación y fijación de las piezas metálicas niveladas y aplomadas. Sellado de juntas y limpieza. Criterio de medición de proyecto: Longitud medida a ejes, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá, a ejes, la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.			
			Total m :	485,000	12,18 €
					5.907,30 €
4.2.1.1.2	M	Pieza de remate de chapa plegada de acero galvanizado, espesor 0,8 mm, desarrollo 500 mm y 3 pliegues; fijación con tornillos autotaladrantes de acero galvanizado, y sellado de las juntas entre piezas y, en su caso, de las uniones con los muros con sellador adhesivo monocomponente. Incluye: Replanteo de las piezas. Corte de las piezas. Colocación, aplomado, nivelación y alineación. Resolución de encuentros y de puntos singulares. Sellado de juntas y limpieza. Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.			
			Total m :	485,000	12,66 €
					6.140,10 €
			Total 4.2.1.1 De acero galvanizado		12.047,40
			Total 4.2.1 Remates de fachada		12.047,40
			Total 4.2 Remates y ayudas		12.047,40

4.3 Fachadas ligeras

4.3.1 De chapas de acero y paneles sándwich

Proyecto de estructura metálica y de instalación eléctrica de un pabellón deportivo situado en Vinaròs (Castellón) de 4.025 m²

Capítulo nº 4 Fachadas y cubiertas

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
4.3.1.1	M ²	<p>Fachada de paneles sándwich de acero galvanizado, de 40 mm de espesor y 1150 mm de anchura, formados por cara exterior de chapa microperforada acabado con pintura de poliéster, de 0,5 mm de espesor, alma aislante de poliuretano de densidad media 40 kg/m³, y cara interior de chapa nervada acabado con pintura de poliéster, de 0,5 mm de espesor, conductividad térmica 0,54 W/(mK), Euroclase B-s1, d0 de reacción al fuego según UNE-EN 13501-1, 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.</p> <p>Criterio de valoración económica: El precio no incluye la estructura soporte ni la resolución de puntos singulares.</p> <p>Incluye: Replanteo de los paneles. Corte, preparación y colocación de los paneles. Sellado de juntas. Fijación mecánica de los paneles.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Superficie medida según documentación gráfica de Proyecto, sin duplicar esquinas ni encuentros, deduciendo los huecos de superficie mayor de 1 m².</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, sin duplicar esquinas ni encuentros, deduciendo los huecos de superficie mayor de 1 m².</p>			
			Total m² :	3.200,000	43,88 €
			Total 4.3.1 De chapas de acero y paneles sándwich		140.416,00 €
			Total 4.3 Fachadas ligeras		140.416,00 €
			Parcial nº 4 Fachadas y cubiertas :		483.454,25 €

Proyecto de estructura metálica y de instalación eléctrica de un pabellón deportivo situado en Vinaròs (Castellón) de 4.025 m²

Capítulo nº 5 Instalaciones

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
5.1 Eléctricas					
5.1.1 Puesta a tierra					
5.1.1.1	Ud	<p>Red de toma de tierra para estructura metálica del edificio compuesta por 370 m de cable conductor de cobre desnudo recocido de 35 mm² de sección para la línea principal de toma de tierra del edificio, enterrado a una profundidad mínima de 80 cm, 26 m de cable conductor de cobre desnudo recocido de 35 mm² de sección para la línea de enlace de toma de tierra de los pilares metálicos a conectar y 50 picas para red de toma de tierra formada por pieza de acero cobreado con baño electrolítico de 15 mm de diámetro y 2 m de longitud, enterrada a una profundidad mínima de 80 cm. Incluso, grapas abarcón, soldaduras aluminotérmicas, registro de comprobación y puente de prueba. Totalmente montada, conexionada y probada.</p> <p>Incluye: Replanteo. Conexionado del electrodo y la línea de enlace. Montaje del punto de puesta a tierra. Trazado de la línea principal de tierra. Sujeción. Trazado de derivaciones de tierra. Conexionado de las derivaciones. Conexión a masa de la red.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>			
Total Ud :			1,000	3.825,67 €	3.825,67 €
			Total 5.1.1 Puesta a tierra		3.825,67
5.1.2 Canalizaciones					
5.1.2.1	M	<p>Canalización de tubo curvable, suministrado en rollo, de polietileno de doble pared (interior lisa y exterior corrugada), de color naranja, de 50 mm de diámetro nominal, resistencia a la compresión 450 N, colocado sobre lecho de arena de 5 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 10 cm por encima de la generatriz superior de la tubería. Instalación enterrada. Incluso cinta de señalización.</p> <p>Criterio de valoración económica: El precio incluye los equipos y la maquinaria necesarios para el desplazamiento y la disposición en obra de los elementos, pero no incluye la excavación ni el relleno principal.</p> <p>Incluye: Replanteo. Ejecución del lecho de arena para asiento del tubo. Colocación del tubo. Colocación de la cinta de señalización. Ejecución del relleno envolvente de arena.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.</p>			
Total m :			10,000	7,12 €	71,20 €
5.1.2.2	M	<p>Bandeja perforada de U23X, color gris RAL 7035, código de pedido 66100, serie 66 "UNEX", de 60x100 mm, resistencia al impacto 10 julios, propiedades eléctricas: aislante, no propagador de la llama, estable frente a los rayos UV y con buen comportamiento a la intemperie y frente a la acción de los agentes químicos, con 1 compartimento, con soporte horizontal, de U48X libre de halógenos, color gris RAL 7035, código de pedido 60103-44.</p> <p>Incluye: Replanteo. Fijación del soporte. Colocación y fijación de la bandeja.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.</p>			

Proyecto de estructura metálica y de instalación eléctrica de un pabellón deportivo situado en Vinaròs (Castellón) de 4.025 m²

Capítulo nº 5 Instalaciones

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
			Total m :	400,000	30,21 €
			Total 5.1.2 Canalizaciones		12.084,00 €
					12.155,20

5.1.3 Cables

5.1.3.1	M	<p>Cable multipolar RZ1-K (AS), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 4x35 mm² de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1). Incluso accesorios y elementos de sujeción.</p> <p>Incluye: Tendido del cable. Conexionado. Comprobación de su correcto funcionamiento.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.</p>			
			Total m :	10,000	32,07 €
					320,70 €
5.1.3.2	M	<p>Cable multipolar RZ1-K (AS), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 3x16 mm² de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1). Incluso accesorios y elementos de sujeción.</p> <p>Incluye: Tendido del cable. Conexionado. Comprobación de su correcto funcionamiento.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.</p>			
			Total m :	70,000	12,67 €
					886,90 €
5.1.3.3	M	<p>Cable multipolar RZ1-K (AS), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 2x1,5 mm² de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1). Incluso accesorios y elementos de sujeción.</p> <p>Incluye: Tendido del cable. Conexionado. Comprobación de su correcto funcionamiento.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.</p>			
			Total m :	1.500,000	1,75 €
					2.625,00 €
5.1.3.4	M	<p>Cable multipolar RZ1-K (AS), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 2x2,5 mm² de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1). Incluso accesorios y elementos de sujeción.</p> <p>Incluye: Tendido del cable. Conexionado. Comprobación de su correcto funcionamiento.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.</p>			

Proyecto de estructura metálica y de instalación eléctrica de un pabellón deportivo situado en Vinaròs (Castellón) de 4.025 m²

Capítulo nº 5 Instalaciones

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe	
			Total m :	500,000	2,19 €	1.095,00 €
5.1.3.5	M	Cable multipolar RZ1-K (AS), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 2x4 mm ² de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1). Incluso accesorios y elementos de sujeción. Incluye: Tendido del cable. Conexionado. Comprobación de su correcto funcionamiento. Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.				
			Total m :	500,000	2,81 €	1.405,00 €
			Total 5.1.3 Cables			6.332,60

5.1.4 Cajas generales de protección

5.1.4.1	Ud	Suministro e instalación en el interior de hornacina mural, en vivienda unifamiliar o local, de caja de protección y medida CPM2-S4, de hasta 63 A de intensidad, para 1 contador trifásico, formada por una envolvente aislante, precintable, autoventilada y con mirilla de material transparente resistente a la acción de los rayos ultravioletas, para instalación empotrada. Incluso equipo completo de medida, bornes de conexión, bases cortacircuitos y fusibles para protección de la derivación individual. Normalizada por la empresa suministradora y preparada para acometida subterránea. Totalmente montada, conexionada y probada. Incluye: Replanteo de la situación de los conductos y anclajes de la caja. Fijación. Colocación de tubos y piezas especiales. Conexionado. 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.				
			Total Ud :	1,000	253,37 €	253,37 €
			Total 5.1.4 Cajas generales de protección			253,37

5.1.5 Equipos para corregir el factor de potencia

5.1.5.1	Ud	Condensador para 2 kVAr de potencia reactiva, alimentación trifásica a 400 V de tensión y 50 Hz de frecuencia, con armario metálico con grado de protección IP21, de 254x141x503 mm e interruptor automático magnetotérmico tripolar (3P) con 6 kA de poder de corte. Incluso accesorios necesarios para su correcta instalación. Incluye: Montaje y fijación. Conexionado y puesta en marcha. 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.				
			Total Ud :	1,000	784,20 €	784,20 €
			Total 5.1.5 Equipos para corregir el factor de potencia			784,20

Proyecto de estructura metálica y de instalación eléctrica de un pabellón deportivo situado en Vinaròs (Castellón) de 4.025 m²

Capítulo nº 5 Instalaciones

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
5.1.6 Aparamenta					
5.1.6.1	Ud	<p>Interruptor diferencial instantáneo, de 2 módulos, bipolar (2P), intensidad nominal 25 A, sensibilidad 30 mA, poder de corte 6 kA, clase AC, de 36x80x77,8 mm, grado de protección IP20, montaje sobre carril DIN (35 mm) y fijación a carril mediante garras. Totalmente montado, conexionado y probado.</p> <p>Incluye: Montaje y conexionado del elemento.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>			
	Total Ud :		15,000	60,56 €	908,40 €
5.1.6.2	Ud	<p>Interruptor diferencial instantáneo, de 4 módulos, tetrapolar (4P), intensidad nominal 25 A, sensibilidad 30 mA, poder de corte 6 kA, clase AC, de 72x80x77,8 mm, grado de protección IP20, montaje sobre carril DIN (35 mm) y fijación a carril mediante garras. Totalmente montado, conexionado y probado.</p> <p>Incluye: Montaje y conexionado del elemento.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>			
	Total Ud :		10,000	253,22 €	2.532,20 €
5.1.6.3	Ud	<p>Interruptor diferencial instantáneo, de 4 módulos, tetrapolar (4P), intensidad nominal 63 A, sensibilidad 300 mA, poder de corte 6 kA, clase AC, de 72x80x77,8 mm, grado de protección IP20, montaje sobre carril DIN (35 mm) y fijación a carril mediante garras. Totalmente montado, conexionado y probado.</p> <p>Incluye: Montaje y conexionado del elemento.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>			
	Total Ud :		2,000	291,57 €	583,14 €
5.1.6.4	Ud	<p>Interruptor automático magnetotérmico, bipolar (2P), intensidad nominal 10 A, poder de corte 6 kA, curva C, modelo iK60N A9K17210 "SCHNEIDER ELECTRIC", de 36x94x78,5 mm, grado de protección IP20, montaje sobre carril DIN (35 mm). Totalmente montado, conexionado y probado.</p> <p>Incluye: Montaje y conexionado del elemento.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>			
	Total Ud :		17,000	33,26 €	565,42 €

Proyecto de estructura metálica y de instalación eléctrica de un pabellón deportivo situado en Vinaròs (Castellón) de 4.025 m²

Capítulo nº 5 Instalaciones

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
5.1.6.5	Ud	<p>Interruptor automático magnetotérmico, bipolar (2P), intensidad nominal 16 A, poder de corte 6 kA, curva C, modelo iK60N A9K17216 "SCHNEIDER ELECTRIC", de 36x94x78,5 mm, grado de protección IP20, montaje sobre carril DIN (35 mm). Totalmente montado, conexionado y probado. Incluye: Montaje y conexionado del elemento.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>			
Total Ud :			11,000	33,71 €	370,81 €
5.1.6.6	Ud	<p>Interruptor automático magnetotérmico, bipolar (2P), intensidad nominal 20 A, poder de corte 6 kA, curva C, modelo iK60N A9K17220 "SCHNEIDER ELECTRIC", de 36x94x78,5 mm, grado de protección IP20, montaje sobre carril DIN (35 mm). Totalmente montado, conexionado y probado. Incluye: Montaje y conexionado del elemento.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>			
Total Ud :			8,000	34,62 €	276,96 €
5.1.6.7	Ud	<p>Interruptor automático magnetotérmico, bipolar (2P), intensidad nominal 10 A, poder de corte 10 kA, curva C, modelo iC60N A9F79210 "SCHNEIDER ELECTRIC", de 36x85x78,5 mm, grado de protección IP20, montaje sobre carril DIN (35 mm). Totalmente montado, conexionado y probado. Incluye: Montaje y conexionado del elemento.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>			
Total Ud :			5,000	67,51 €	337,55 €
5.1.6.8	Ud	<p>Interruptor automático magnetotérmico, bipolar (2P), intensidad nominal 16 A, poder de corte 10 kA, curva C, modelo iC60N A9F79216 "SCHNEIDER ELECTRIC", de 36x85x78,5 mm, grado de protección IP20, montaje sobre carril DIN (35 mm). Totalmente montado, conexionado y probado. Incluye: Montaje y conexionado del elemento.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>			
Total Ud :			4,000	68,61 €	274,44 €
5.1.6.9	Ud	<p>Interruptor automático magnetotérmico, bipolar (2P), intensidad nominal 20 A, poder de corte 10 kA, curva C, modelo iC60N A9F79220 "SCHNEIDER ELECTRIC", de 36x85x78,5 mm, grado de protección IP20, montaje sobre carril DIN (35 mm). Totalmente montado, conexionado y probado. Incluye: Montaje y conexionado del elemento.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>			

Proyecto de estructura metálica y de instalación eléctrica de un pabellón deportivo situado en Vinaròs (Castellón) de 4.025 m²

Capítulo nº 5 Instalaciones

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
		Total Ud :	10,000	69,28 €	692,80 €
5.1.6.10	Ud	<p>Interruptor automático magnetotérmico, tetrapolar (4P), intensidad nominal 40 A, poder de corte 20 kA, curva C, modelo iC60L A9F94440 "SCHNEIDER ELECTRIC", de 72x85x78,5 mm, grado de protección IP20, montaje sobre carril DIN (35 mm). Totalmente montado, conexionado y probado. Incluye: Montaje y conexionado del elemento.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>			
		Total Ud :	2,000	413,69 €	827,38 €
5.1.6.11	Ud	<p>Armario de distribución metálico, de superficie, con puerta transparente, grado de protección IP40, aislamiento clase II, de 1050x1000x250 mm, modelo ALBA/100PT "CHINT ELECTRICS", apilable con otros armarios, con techo, suelo y laterales desmontables por deslizamiento (sin tornillos), cierre de seguridad, escamoteable, con llave, acabado con pintura epoxi, microtexturizado. Totalmente montado.</p> <p>Incluye: Colocación y fijación del elemento.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>			
		Total Ud :	3,000	871,49 €	2.614,47 €
Total 5.1.6 Aparamenta					9.983,57

5.1.7 Mecanismos

5.1.7.1	Ud	<p>Interruptor bipolar (2P), gama media, intensidad asignada 16 AX, tensión asignada 250 V, con tecla simple, de color blanco y marco embellecedor para 1 elemento, de color blanco. Instalación empotrada.</p> <p>Criterio de valoración económica: El precio no incluye la caja para mecanismo empotrado.</p> <p>Incluye: Montaje, conexionado y comprobación de su correcto funcionamiento.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>			
		Total Ud :	30,000	20,12 €	603,60 €
5.1.7.2	Ud	<p>Base de toma de corriente con contacto de tierra (2P+T), tipo Schuko, gama media, intensidad asignada 16 A, tensión asignada 250 V, con tapa, de color blanco y marco embellecedor para 1 elemento, de color blanco. Instalación empotrada.</p> <p>Criterio de valoración económica: El precio no incluye la caja para mecanismo empotrado.</p> <p>Incluye: Montaje, conexionado y comprobación de su correcto funcionamiento.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>			

Proyecto de estructura metálica y de instalación eléctrica de un pabellón deportivo situado en Vinaròs (Castellón) de 4.025 m²

Capítulo nº 5 Instalaciones

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe	
			Total Ud :	40,000	13,77 €	550,80 €
				Total 5.1.7 Mecanismos		1.154,40
				Total 5.1 Eléctricas		34.489,01
			Parcial nº 5 Instalaciones :			34.489,01 €

Proyecto de estructura metálica y de instalación eléctrica de un pabellón deportivo situado en
Vinaròs (Castellón) de 4.025 m²

Capítulo nº 6 Gestión de residuos

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
6.1 Gestión de tierras					
6.1.1 Transporte de tierras					
6.1.1.1	M ³	<p>Transporte de tierras con camión de los productos procedentes de la excavación de cualquier tipo de terreno a vertedero específico, instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición externa a la obra o centro de valorización o eliminación de residuos, situado a una distancia máxima de 10 km.</p> <p>Criterio de valoración económica: El precio incluye el tiempo de espera en obra durante las operaciones de carga, el viaje de ida, la descarga y el viaje de vuelta, pero no incluye la carga en obra.</p> <p>Incluye: Transporte de tierras a vertedero específico, instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición externa a la obra o centro de valorización o eliminación de residuos, con protección de las mismas mediante su cubrición con lonas o toldos.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Volumen medido sobre las secciones teóricas de las excavaciones, incrementadas cada una de ellas por su correspondiente coeficiente de esponjamiento, de acuerdo con el tipo de terreno considerado.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá, incluyendo el esponjamiento, el volumen de tierras realmente transportado según especificaciones de Proyecto.</p>			
			Total m³ :	604,000	4,74 €
					2.862,96 €
			Total 6.1.1 Transporte de tierras		2.862,96

6.1.2 Entrega de tierras a gestor autorizado

6.1.2.1	M ³	<p>Canon de vertido por entrega de tierras procedentes de la excavación, en vertedero específico, instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición externa a la obra o centro de valorización o eliminación de residuos.</p> <p>Criterio de valoración económica: El precio no incluye el transporte.</p> <p>Incluye: Nada.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Volumen medido sobre las secciones teóricas de las excavaciones, incrementadas cada una de ellas por su correspondiente coeficiente de esponjamiento, de acuerdo con el tipo de terreno considerado.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá, incluyendo el esponjamiento, el volumen de tierras realmente entregado según especificaciones de Proyecto.</p>			
			Total m³ :	604,000	2,37 €
					1.431,48 €
			Total 6.1.2 Entrega de tierras a gestor autorizado		1.431,48
			Total 6.1 Gestión de tierras		4.294,44

6.2 Gestión de residuos inertes

6.2.1 Transporte de residuos inertes

Proyecto de estructura metálica y de instalación eléctrica de un pabellón deportivo situado en Vinaròs (Castellón) de 4.025 m²

Capítulo nº 6 Gestión de residuos

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
6.2.1.1	Ud	Transporte de residuos inertes plásticos producidos en obras de construcción y/o demolición, con contenedor de 7 m ³ , a vertedero específico, instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición externa a la obra o centro de valorización o eliminación de residuos. Incluso servicio de entrega, alquiler y recogida en obra del contenedor. Incluye: Carga a camión del contenedor. Transporte de residuos de construcción a vertedero específico, instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición externa a la obra o centro de valorización o eliminación de residuos. 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 transportadas según especificaciones de Proyecto.			
			Total Ud :	10,000	131,53 €
			Total 6.2.1 Transporte de residuos inertes		1.315,30 €

6.2.2 Entrega de residuos inertes a gestor autorizado

6.2.2.1	Ud	Canon de vertido por entrega de contenedor de 7 m ³ con residuos inertes plásticos producidos en obras de construcción y/o demolición, en vertedero específico, instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición externa a la obra o centro de valorización o eliminación de residuos. Criterio de valoración económica: El precio no incluye el servicio de entrega, el alquiler, la recogida en obra del contenedor ni el transporte. Incluye: Nada. 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 entregadas según especificaciones de Proyecto.			
			Total Ud :	10,000	169,72 €
			Total 6.2.2 Entrega de residuos inertes a gestor autorizado		1.697,20 €
			Total 6.2 Gestión de residuos inertes		3.012,50 €
			Parcial nº 6 Gestión de residuos :		7.306,94 €

Proyecto de estructura metálica y de instalación eléctrica de un pabellón deportivo situado en Vinaròs (Castellón) de 4.025 m²

Capítulo nº 7 Seguridad y salud

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
7.1 Sistemas de protección colectiva					
7.1.1 Delimitación y protección de bordes de excavación					
7.1.1.1	M	<p>Protección de personas en bordes de excavación mediante barandilla de seguridad de 1 m de altura, formada por barra horizontal superior corrugada de acero UNE-EN 10080 B 500 S de 16 mm de diámetro, barra horizontal intermedia corrugada de acero UNE-EN 10080 B 500 S de 16 mm de diámetro y rodapié de tabloncillo de madera de pino de 15x5,2 cm, todo ello sujeto mediante bridas de nylon y alambre a montantes de barra corrugada de acero UNE-EN 10080 B 500 S de 20 mm de diámetro, hincados en el terreno cada 1,00 m. Incluso tapones de PVC, tipo seta, para la protección de los extremos de las armaduras. Amortizable las barras en 3 usos, la madera en 4 usos y los tapones protectores en 15 usos.</p> <p>Incluye: Hincado de las barras corrugadas en el terreno. Colocación del rodapié. Colocación de las barras horizontales corrugadas. Colocación de tapones protectores. Desmontaje del conjunto. Transporte hasta el lugar de almacenaje o retirada a contenedor.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según Estudio o Estudio Básico de Seguridad y Salud.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente montada según especificaciones de Estudio o Estudio Básico de Seguridad y Salud.</p>			
			Total m :	500,000	13,58 €
					6.790,00 €
Total 7.1.1 Delimitación y protección de bordes de excavación					6.790,00

7.1.2 Vallado provisional de solar

7.1.2.1	M	<p>Vallado provisional de solar compuesto por vallas trasladables de 3,50x2,00 m, formadas por panel de malla electrosoldada con pliegues de refuerzo, de 200x100 mm de paso de malla, con alambres horizontales de 5 mm de diámetro y verticales de 4 mm, soldados en los extremos a postes verticales de 40 mm de diámetro, acabado galvanizado, amortizables en 5 usos y bases prefabricadas de hormigón, de 65x24x12 cm, con 8 orificios, para soporte de los postes, amortizables en 5 usos, fijadas al pavimento con pletinas de 20x4 mm y tacos de expansión de acero. Malla de ocultación de polietileno de alta densidad, color verde, colocada sobre las vallas.</p> <p>Incluye: Montaje del conjunto. Fijación de las bases al pavimento. Colocación de la malla. Desmontaje del conjunto. Transporte hasta el lugar de almacenaje o retirada a contenedor.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según Estudio o Estudio Básico de Seguridad y Salud.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente montada según especificaciones de Estudio o Estudio Básico de Seguridad y Salud.</p>			
			Total m :	500,000	13,87 €
					6.935,00 €
Total 7.1.2 Vallado provisional de solar					6.935,00

7.1.3 Conjunto de sistemas de protección colectiva

Proyecto de estructura metálica y de instalación eléctrica de un pabellón deportivo situado en
Vinaròs (Castellón) de 4.025 m²

Capítulo nº 7 Seguridad y salud

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
7.1.3.1	Ud	Conjunto de sistemas de protección colectiva, necesarios para el cumplimiento de la normativa vigente en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo. Incluso mantenimiento en condiciones seguras durante todo el periodo de tiempo que se requiera, reparación o reposición y transporte hasta el lugar de almacenaje o retirada a contenedor. Incluye: Nada. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según Estudio o Estudio Básico de Seguridad y Salud. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente colocadas según especificaciones de Estudio o Estudio Básico de Seguridad y Salud.			
		Total Ud :	1,000	20.600,00 €	20.600,00 €
		Total 7.1.3 Conjunto de sistemas de protección colectiva			20.600,00
			Total 7.1 Sistemas de protección colectiva		34.325,00
			Parcial nº 7 Seguridad y salud :		34.325,00 €

Presupuesto de ejecución material

1 Acondicionamiento del terreno	28.664,47 €
1.1 Movimiento de tierras en edificación	28.664,47 €
1.1.1 Desbroce y limpieza	13.826,43 €
1.1.2 Excavaciones	14.002,76 €
1.1.3 Cargas y transportes dentro de la obra	835,28 €
2 Cimentaciones	142.954,35 €
2.1 Regularización	7.708,20 €
2.1.1 Hormigón de limpieza	7.708,20 €
2.2 Superficiales	125.873,10 €
2.2.1 Zapatas	125.873,10 €
2.3 Arriostramientos	9.373,05 €
2.3.1 Vigas entre zapatas	9.373,05 €
3 Estructuras	513.963,00 €
3.1 Acero	513.963,00 €
3.1.1 Perfiles estructurales	317.163,00 €

Proyecto de estructura metálica y de instalación eléctrica de un pabellón deportivo situado en Vinaròs (Castellón) de 4.025 m²

Capítulo nº 7 Seguridad y salud

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
	3.1.2	Correas			196.800,00 €
4 Fachadas y cubiertas					483.454,25 €
	4.1	Cubiertas			330.990,85 €
	4.1.1	Inclinadas			329.433,75 €
	4.1.1.1	Cubierta inclinada			329.433,75 €
	4.1.2	Remates			1.557,10 €
	4.1.2.1	Cumbrera			1.557,10 €
	4.2	Remates y ayudas			12.047,40 €
	4.2.1	Remates de fachada			12.047,40 €
	4.2.1.1	De acero galvanizado			12.047,40 €
	4.3	Fachadas ligeras			140.416,00 €
	4.3.1	De chapas de acero y paneles sándwich			140.416,00 €
5 Instalaciones					34.489,01 €
	5.1	Eléctricas			34.489,01 €
	5.1.1	Puesta a tierra			3.825,67 €
	5.1.2	Canalizaciones			12.155,20 €
	5.1.3	Cables			6.332,60 €
	5.1.4	Cajas generales de protección			253,37 €
	5.1.5	Equipos para corregir el factor de potencia			784,20 €
	5.1.6	Aparamenta			9.983,57 €
	5.1.7	Mecanismos			1.154,40 €
6 Gestión de residuos					7.306,94 €
	6.1	Gestión de tierras			4.294,44 €
	6.1.1	Transporte de tierras			2.862,96 €
	6.1.2	Entrega de tierras a gestor autorizado			1.431,48 €
	6.2	Gestión de residuos inertes			3.012,50 €
	6.2.1	Transporte de residuos inertes			1.315,30 €

Proyecto de estructura metálica y de instalación eléctrica de un pabellón deportivo situado en Vinaròs (Castellón) de 4.025 m²

Capítulo nº 7 Seguridad y salud

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
		6.2.2 Entrega de residuos inertes a gestor autorizado			1.697,20 €
7 Seguridad y salud					34.325,00 €
		7.1 Sistemas de protección colectiva			34.325,00 €
		7.1.1 Delimitación y protección de bordes de excavación			6.790,00 €
		7.1.2 Vallado provisional de solar			6.935,00 €
		7.1.3 Conjunto de sistemas de protección colectiva			20.600,00 €
			Total		1.245.157,02 €

Total UN MILLÓN DOSCIENTOS CUARENTA Y CINCO MIL CIENTO CINCUENTA Y SIETE EUROS CON DOS CÉNTIMOS.

Proyecto de estructura metálica y de instalación eléctrica de un pabellón deportivo situado en Vinaròs (Castellón) de 4.025 m²

Capítulo nº 7 Seguridad y salud

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
----	----	-------------	----------	--------	---------

Proyecto de estructura metálica y de instalación eléctrica de un pabellón deportivo situado en Vinaròs (Castellón) de 4.025 m²

A continuación, se muestra un resumen desglosado de todas las partidas, así como el precio estimado de cada partida.

	Importe (€)
1. Acondicionamiento del terreno	28.664,47 €
2. Cimentaciones	142.954,35 €
3. Estructuras	513.963,00 €
4. Fachadas y cubiertas	483.454,25 €
5. Instalaciones	34.489,01 €
6. Gestión de residuos	7.306,94 €
7. Seguridad y salud	34.325,00 €
<u>Presupuesto ejecución material (PEM)</u>	<u>1.245.157,02 €</u>
13% Gastos generales	161.870,42 €
6% Beneficio industrial	74.709,42 €
<u>Presupuesto ejecución contrata (PEC)</u>	<u>1.481.736,86 €</u>
21% IVA	311.164,74 €
<u>Presupuesto base licitación (PEC + IVA)</u>	<u>1.792.901,60 €</u>

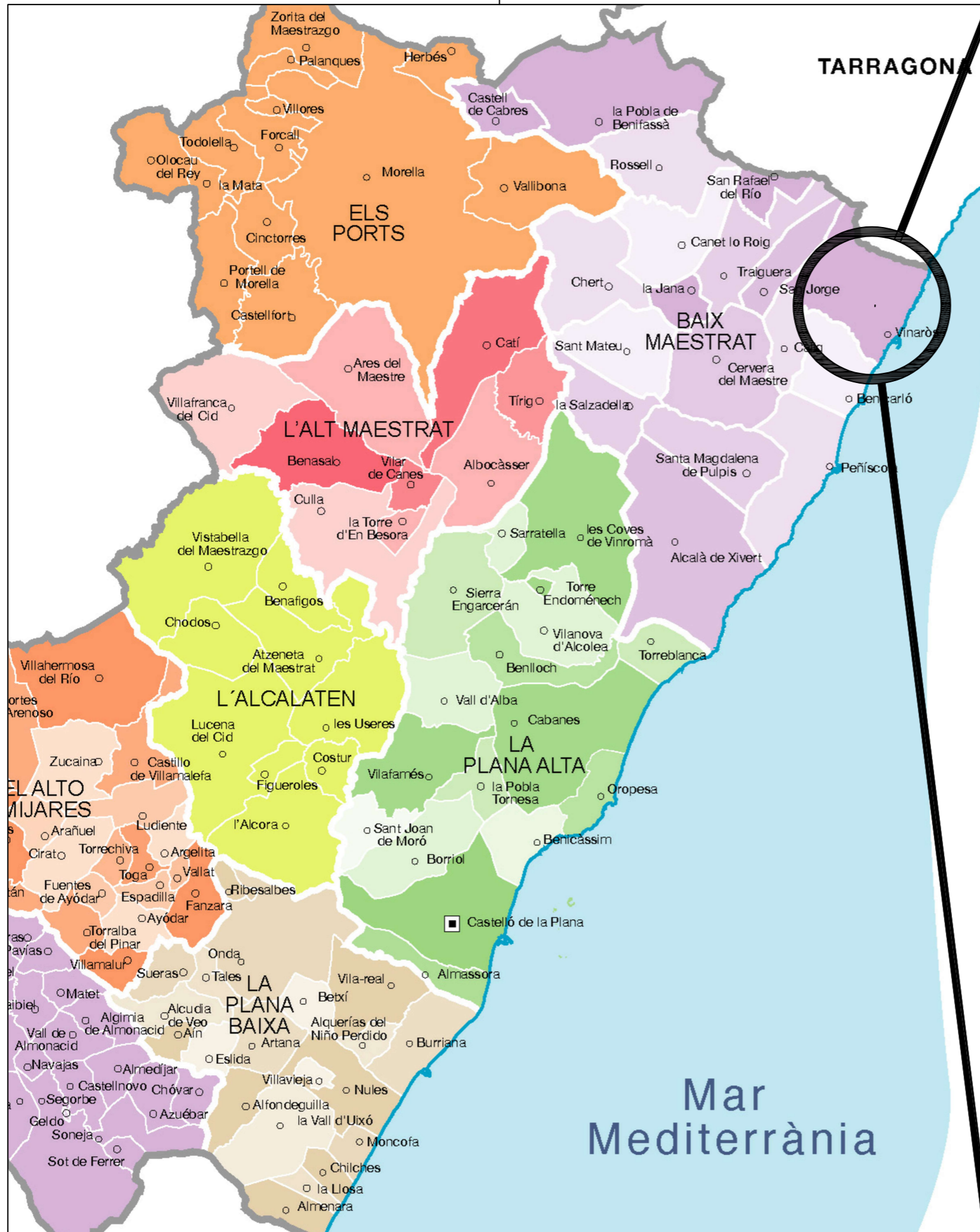
Asciende el presupuesto de ejecución por contrata con IVA a la expresada cantidad de **UN MILLÓN SETECIENTOS NOVENTA Y DOS MIL NOVECIENTOS UN EUROS CON SESENTA CÉNTIMOS.**

DOCUMENTO VI

PLANOS

ÍNDICE DE LOS PLANOS

- 0.1 Situación y emplazamiento
- 1.1 Estructura 3D
- 1.2 Plano Cimentación
- 1.3 Detalle zapatas cimentación – 1
- 1.4 Detalle zapatas cimentación – 2
- 1.5 Detalle placas de anclaje – 1
- 1.6 Detalle placas de anclaje – 2
- 1.7 Pórtico de fachada y pórtico interior
- 1.8 Pórtico de fachada lateral
- 1.9 Cubierta
- 1.10 Distribución de correas
- 1.11 Distribución de paneles de cubierta
- 2.1 Esquema unifilar CGP
- 2.2 Esquema unifilar Cuadro Secundario 1
- 2.3 Esquema unifilar Cuadro Secundario 2



TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL VALENCIA

Proyecto:
PROYECTO DE ESTRUCTURA METÁLICA Y DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UN PABELLÓN DEPORTIVO SITUADO EN VINARÒS (CASTELLÓN) DE 4.025 M²

Plano: **Situación-emplazamiento**

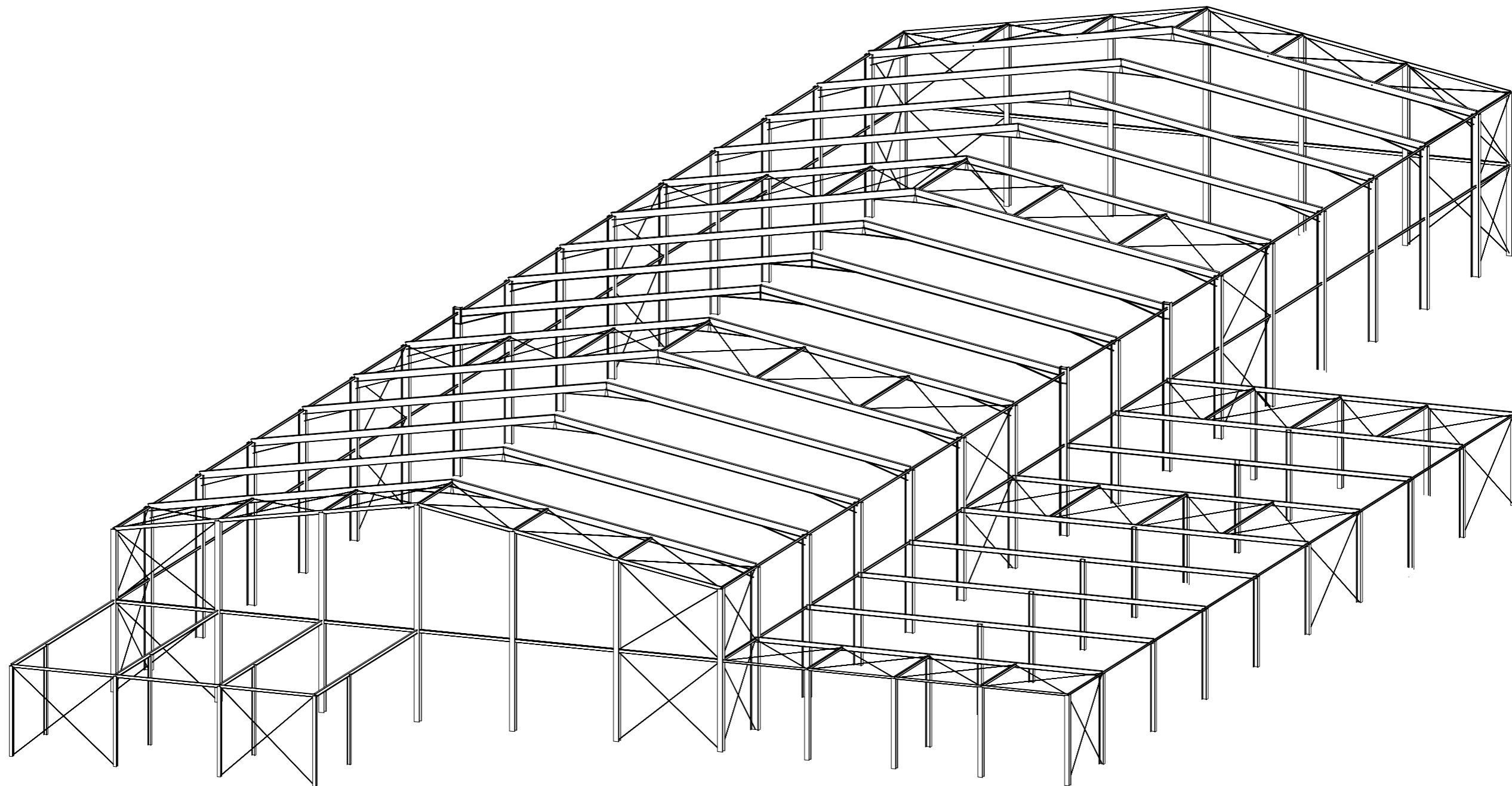
Autor:
Jesús Sancho Tena

Fecha:
Septiembre 2024

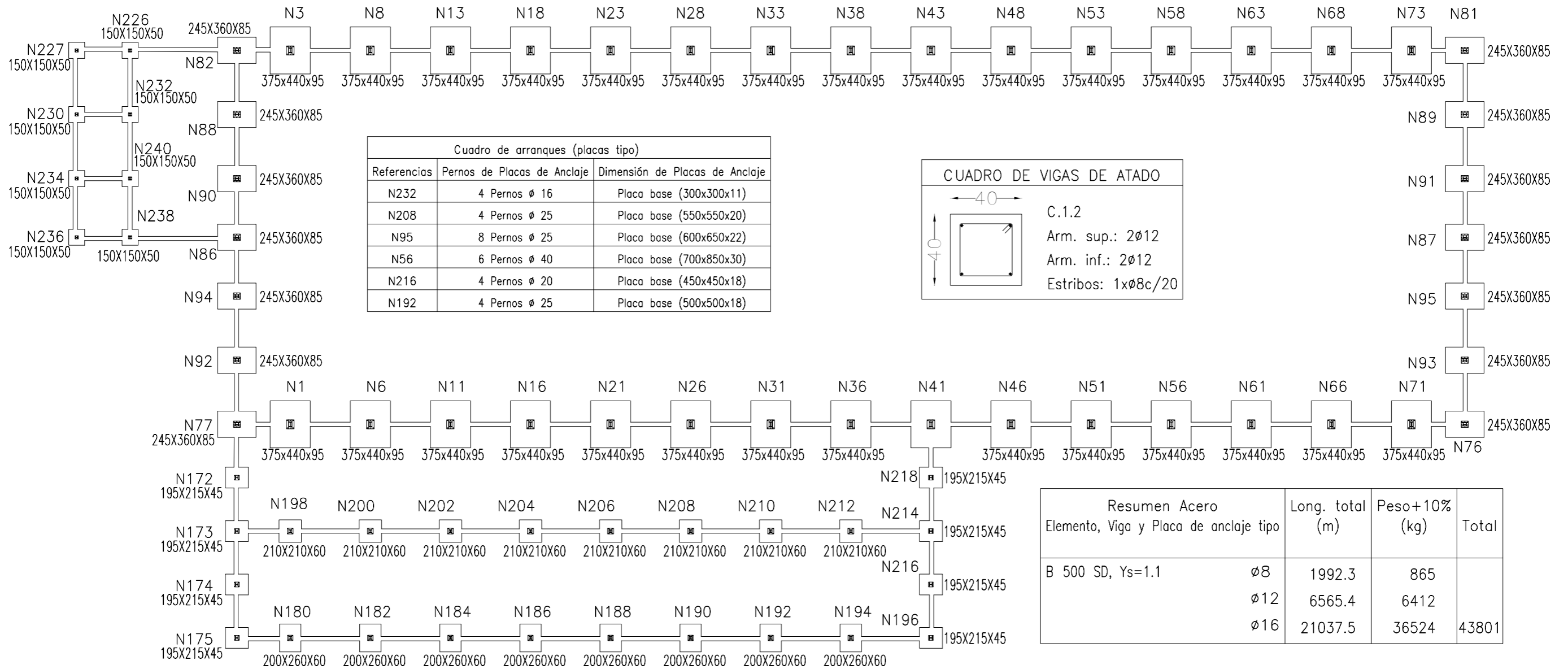
Escala:
S/E

Nº Plano:

0.1

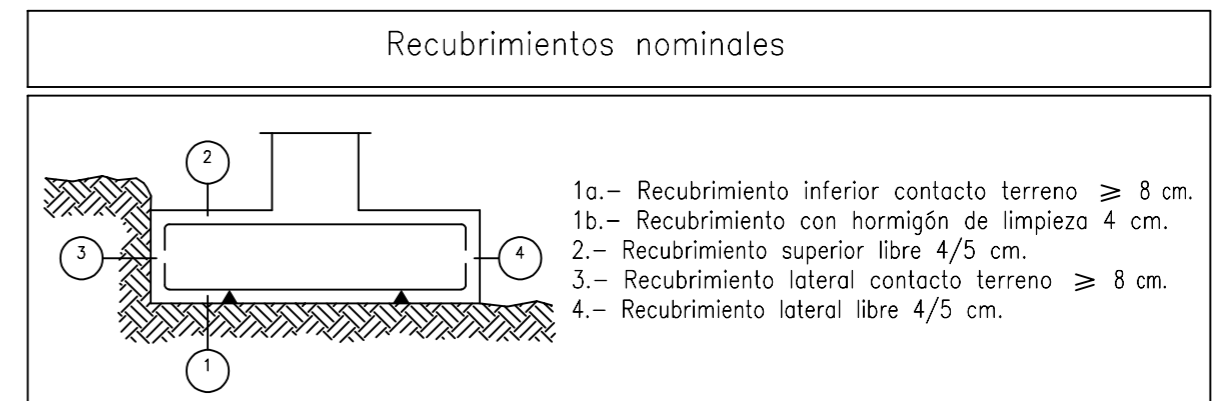


Estructura Pabellón
Norma de acero laminado: CTE DB SE-A
Acero laminado: S275



Resumen Acero	Long. total (m)	Peso+10% (kg)	Total
Elemento, Viga y Placa de anclaje tipo			
B 500 SD, $\gamma_s=1.1$	ϕ 8	1992.3	865
	ϕ 12	6565.4	6412
	ϕ 16	21037.5	36524
			43801

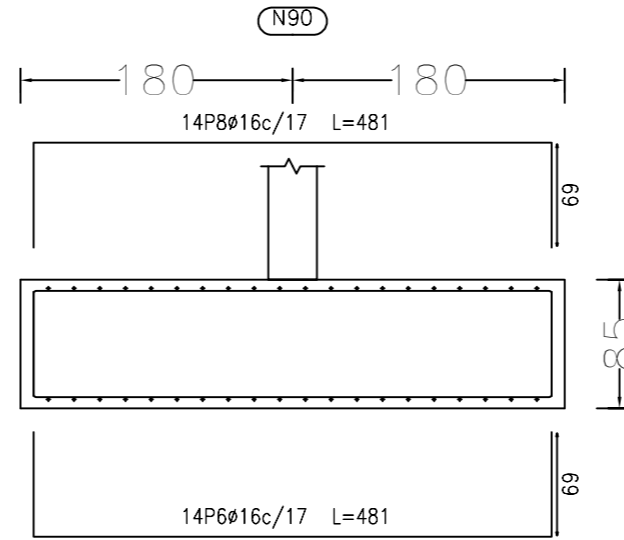
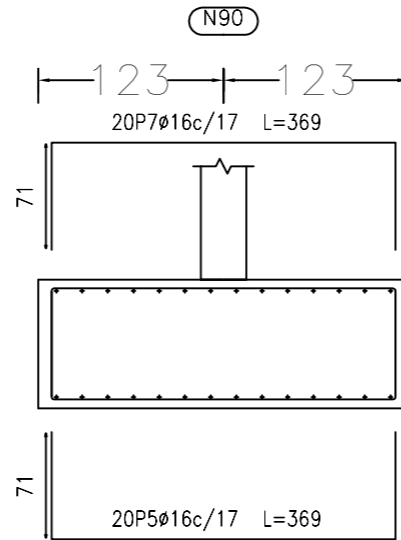
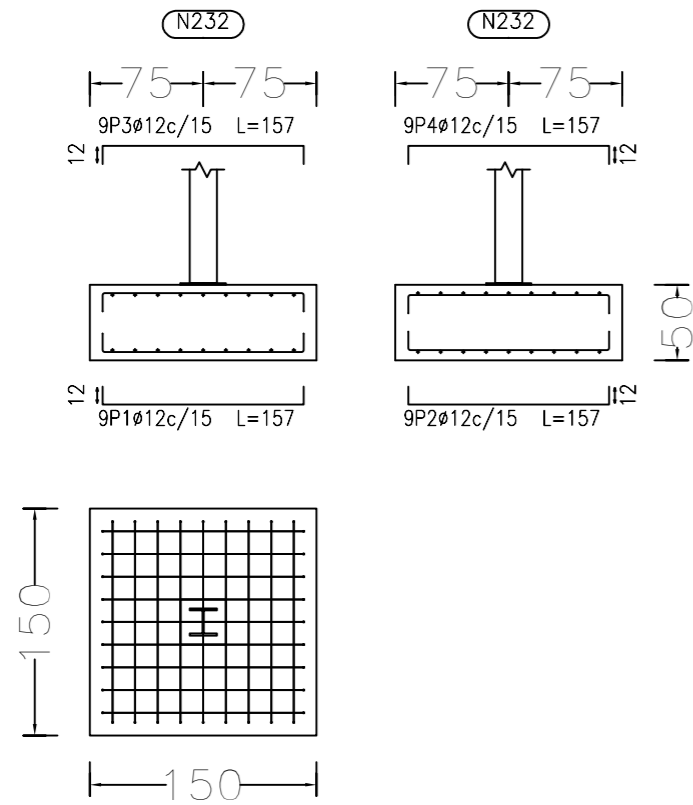
Características de los materiales – Zapatas de cimentación									
Materiales	Hormigón						Acero		
	Control			Características			Control	Características	
Elemento Zona/Planta	Nivel Control	Coef. Ponde.	Tipo	Consistencia	Tamaño máx. árido	Exposición Ambiente	Nivel Control	Coef. Ponde.	Tipo
	Estadístico	$\gamma_c=1.50$	HA-25	Fluido (9-15 cm)	20 mm	XC2	Normal	$\gamma_s=1.10$	B500SD
Ejecución (Acciones)	Normal	$\gamma_G=1.50$ $\gamma_Q=1.60$							



Todas las cotas se encuentran en cm

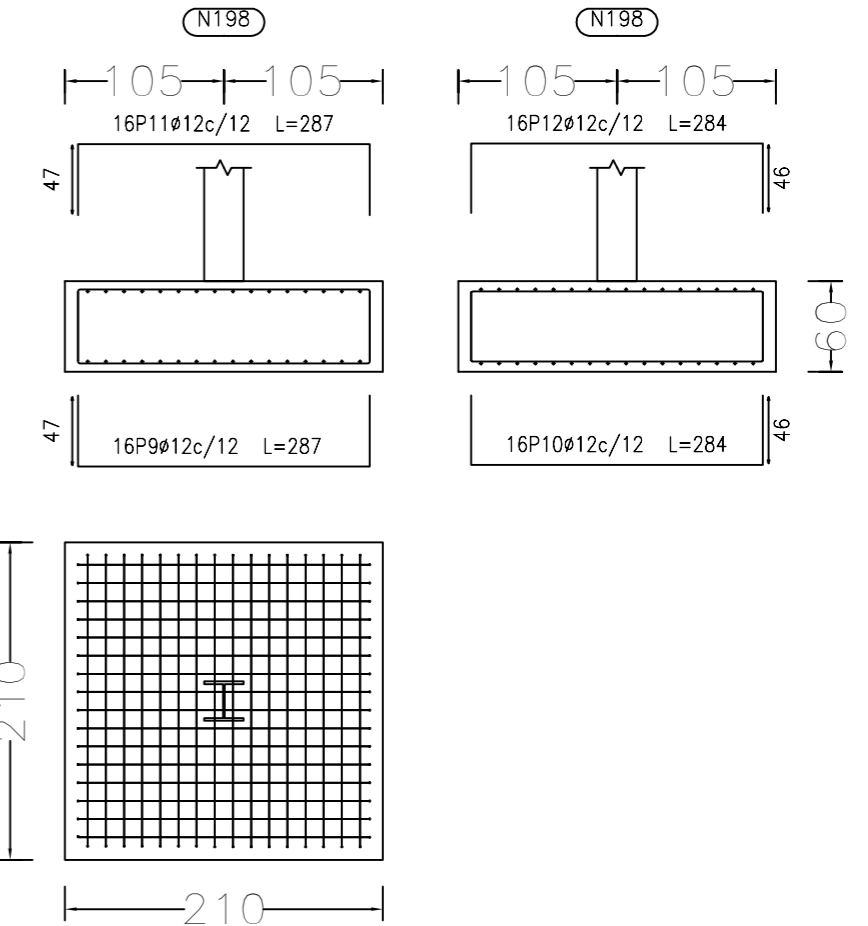
N90, N82, N81, N89, N87, N95, N93, N76, N77, N92, N94, N86, N91 y N88

N232, N240, N236, N234, N230, N227, N226 y N238



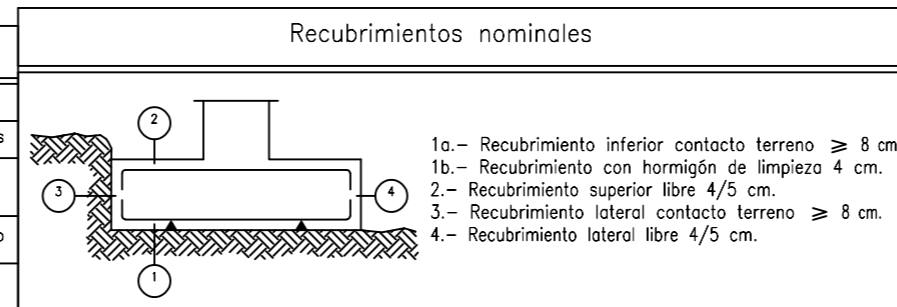
Elemento	Pos.	Diám.	No.	Long. (cm)	Total (cm)	B 500 SD, Ys (kg)
N232=N240=N236=N234=N230 N227=N226=N238	1	Ø12	9	157	1413	12.5
	2	Ø12	9	157	1413	12.5
	3	Ø12	9	157	1413	12.5
	4	Ø12	9	157	1413	12.5
Total+10%: (x8):						55.0 440.0
N90=N82=N81=N89=N87=N95 N93=N76=N77=N92=N94=N86 N91=N88	5	Ø16	20	369	7380	116.5
	6	Ø16	14	481	6734	106.3
	7	Ø16	20	369	7380	116.5
	8	Ø16	14	481	6734	106.3
Total+10%: (x14):						490.2 6862.8
N198=N200=N202=N204=N206 N208=N210=N212	9	Ø12	16	287	4592	40.8
	10	Ø12	16	284	4544	40.3
	11	Ø12	16	287	4592	40.8
	12	Ø12	16	284	4544	40.3
Total+10%: (x8):						178.4 1427.2
Ø12:						1867.2
Ø16:						6862.8
Total:						8730.0

N198, N200, N202, N204, N206, N208, N210 y N212



Todas las cotas se encuentran en cm

Características de los materiales - Zapatas de cimentación									
Materiales	Hormigón						Acero		
	Nivel Control	Coef. Ponde.	Tipo	Consistencia	Tamaño máx. árido	Exposición Ambiente	Nivel Control	Coef. Ponde.	Tipo
Elemento Zona/Planta	Estadístico	$\gamma_c = 1.50$	HA-25	Fluido (9-15 cm)	20 mm	XC2	Normal	$\gamma_s = 1.10$	B500SD
Ejecución (Acciones)	Normal	$\gamma_G = 1.50$ $\gamma_Q = 1.60$							



- 1a.- Recubrimiento inferior contacto terreno ≥ 8 cm.
- 1b.- Recubrimiento con hormigón de limpieza 4 cm.
- 2.- Recubrimiento superior libre 4/5 cm.
- 3.- Recubrimiento lateral contacto terreno ≥ 8 cm.
- 4.- Recubrimiento lateral libre 4/5 cm.

TRABAJO FINAL DE MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA INDUSTRIAL



Proyecto: **PROYECTO DE ESTRUCTURA METÁLICA Y DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UN PABELLÓN DEPORTIVO SITUADO EN VINARÒS (CASTELLÓN) DE 4.025 M²**

Plano: **Detalle zapatas cimentación - 1**

Autor: **Jesús Sancho Tena**

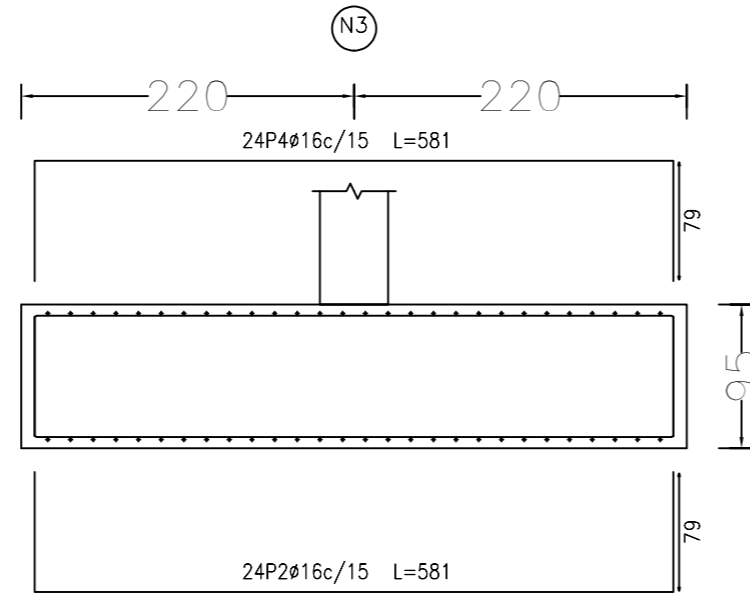
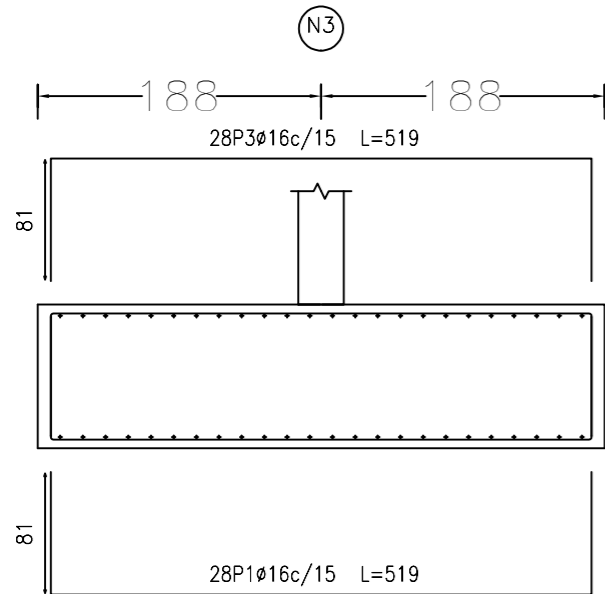
Fecha: **Septiembre 2024**

Escala: **1:50**

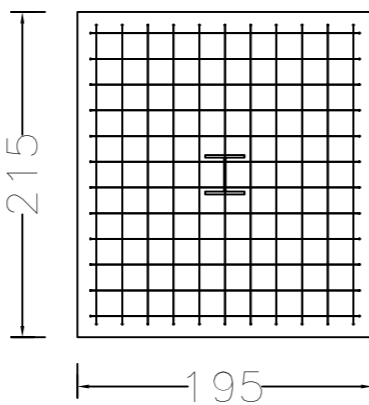
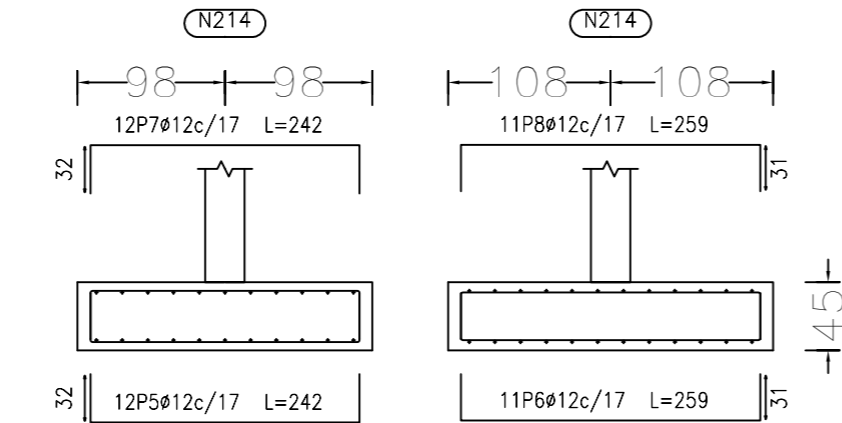
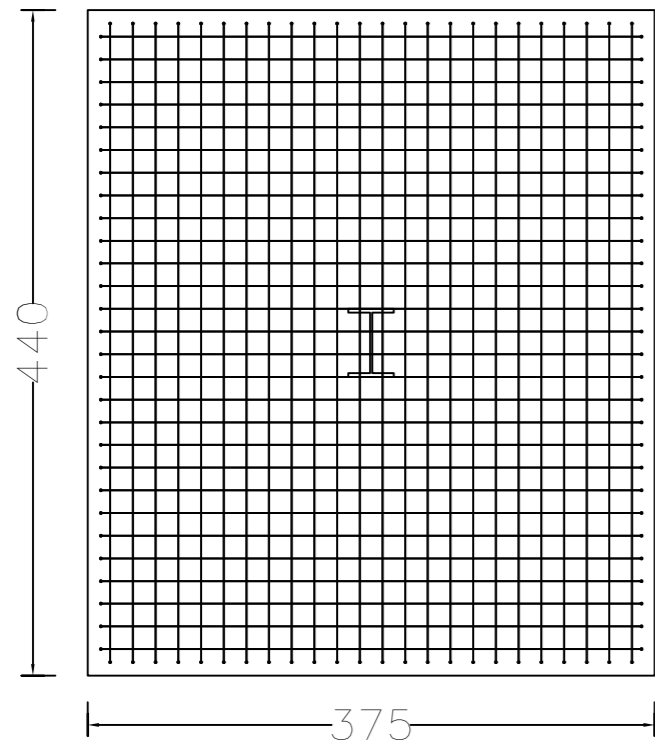
Nº Plano:

1.3

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

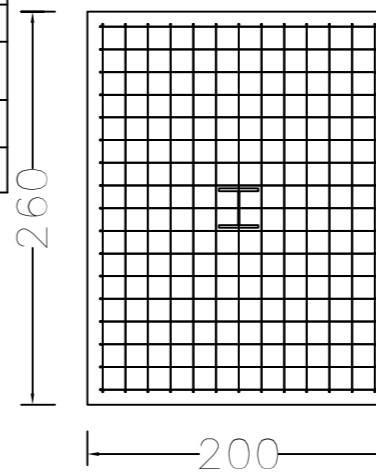
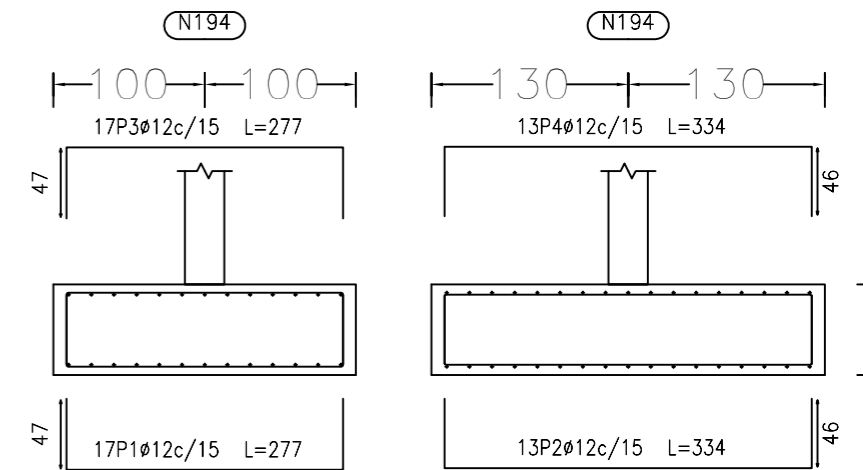


N214, N216, N196, N175, N173, N172, N174 y N218



Elemento	Pos.	Diám.	No.	Long. (cm)	Total (cm)	B 500 SD, Ys=1.1 (kg)
N3=N13=N18=N23=N28=N33 N38=N43=N48=N53=N58=N63 N68=N73=N71=N66=N61=N56 N51=N46=N1=N6=N11=N16 N21=N26=N31=N36=N8=N41	1	Ø16	28	519	14532	229.4
	2	Ø16	24	581	13944	220.1
	3	Ø16	28	519	14532	229.4
	4	Ø16	24	581	13944	220.1
Total+10% (x30):						988.9 29667.0
N214=N216=N196=N175=N173 N172=N174=N218	5	Ø12	12	242	2904	25.8
	6	Ø12	11	259	2849	25.3
	7	Ø12	12	242	2904	25.8
	8	Ø12	11	259	2849	25.3
Total+10% (x8):						112.4 899.2
N194=N192=N190=N188=N184 N182=N180=N186	1	Ø12	17	277	4709	41.8
	2	Ø12	13	334	4342	38.5
	3	Ø12	17	277	4709	41.8
	4	Ø12	13	334	4342	38.5
Total+10% (x8):						176.7 1413.6
						Ø12: 2312.8
						Ø16: 29667.0
						Total: 31979.8

N194, N192, N190, N188, N184, N182, N180 y N186



Características de los materiales - Zapatas de cimentación									
Materiales	Hormigón						Acero		
	Control			Características			Control		Características
Elemento Zona/Planta	Nivel Control	Coef. Ponde.	Tipo	Consistencia	Tamaño máx. árido	Exposición Ambiente	Nivel Control	Coef. Ponde.	Tipo
	Estadístico	$\gamma_c=1.50$	HA-25	Fluida (9-15 cm)	20 mm	XC2	Normal	$\gamma_s=1.10$	B500SD
Ejecución (Acciones)	Normal	$\gamma_G=1.50$ $\gamma_Q=1.60$							

Recubrimientos nominales	
	<p>1a.- Recubrimiento inferior contacto terreno ≥ 8 cm. 1b.- Recubrimiento con hormigón de limpieza 4 cm. 2.- Recubrimiento superior libre 4/5 cm. 3.- Recubrimiento lateral contacto terreno ≥ 8 cm. 4.- Recubrimiento lateral libre 4/5 cm.</p>

Todas las cotas se encuentran en cm

TRABAJO FINAL DE MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA INDUSTRIAL



Proyecto: **PROYECTO DE ESTRUCTURA METÁLICA Y DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UN PABELLÓN DEPORTIVO SITUADO EN VINARÒS (CASTELLÓN) DE 4.025 M²**

Plano: **Detalle zapatas cimentación - 2**

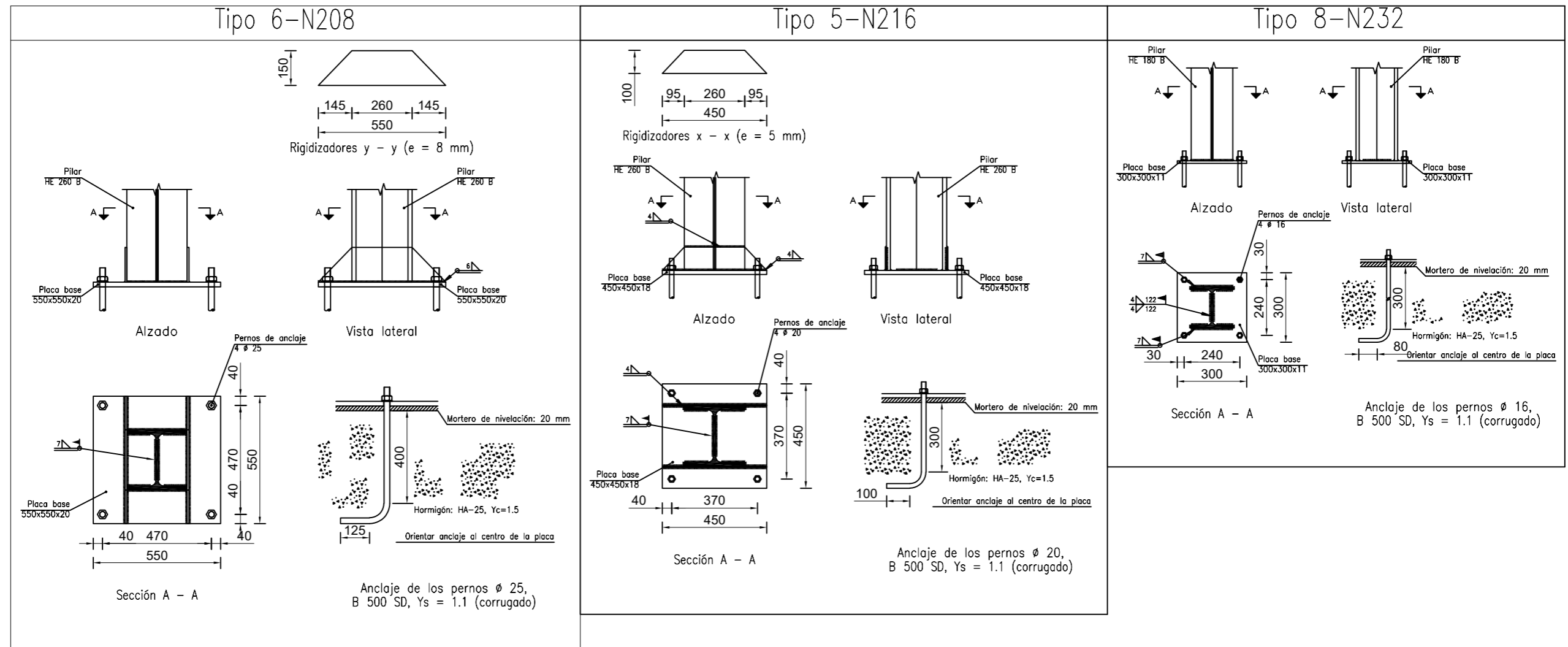
Autor: **Jesús Sancho Tena**

Fecha: **Septiembre 2024**

Escala: **1:50**

Nº Plano:

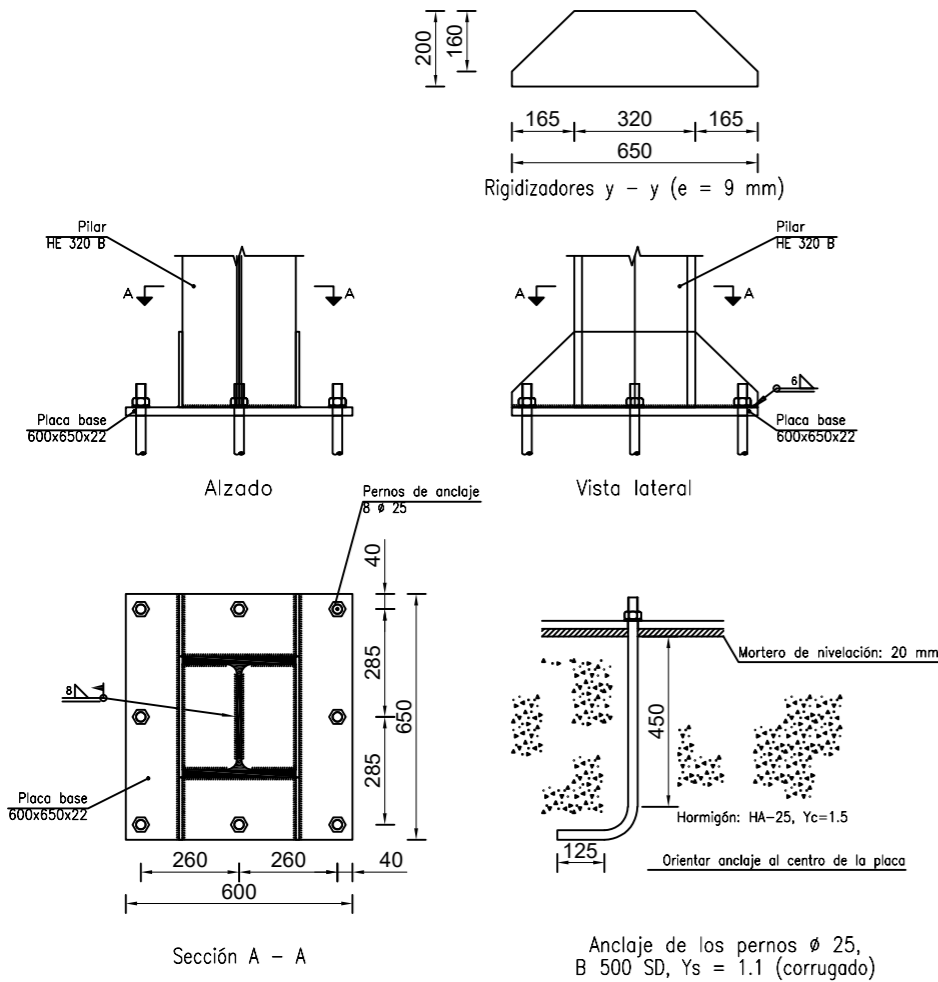
1.4



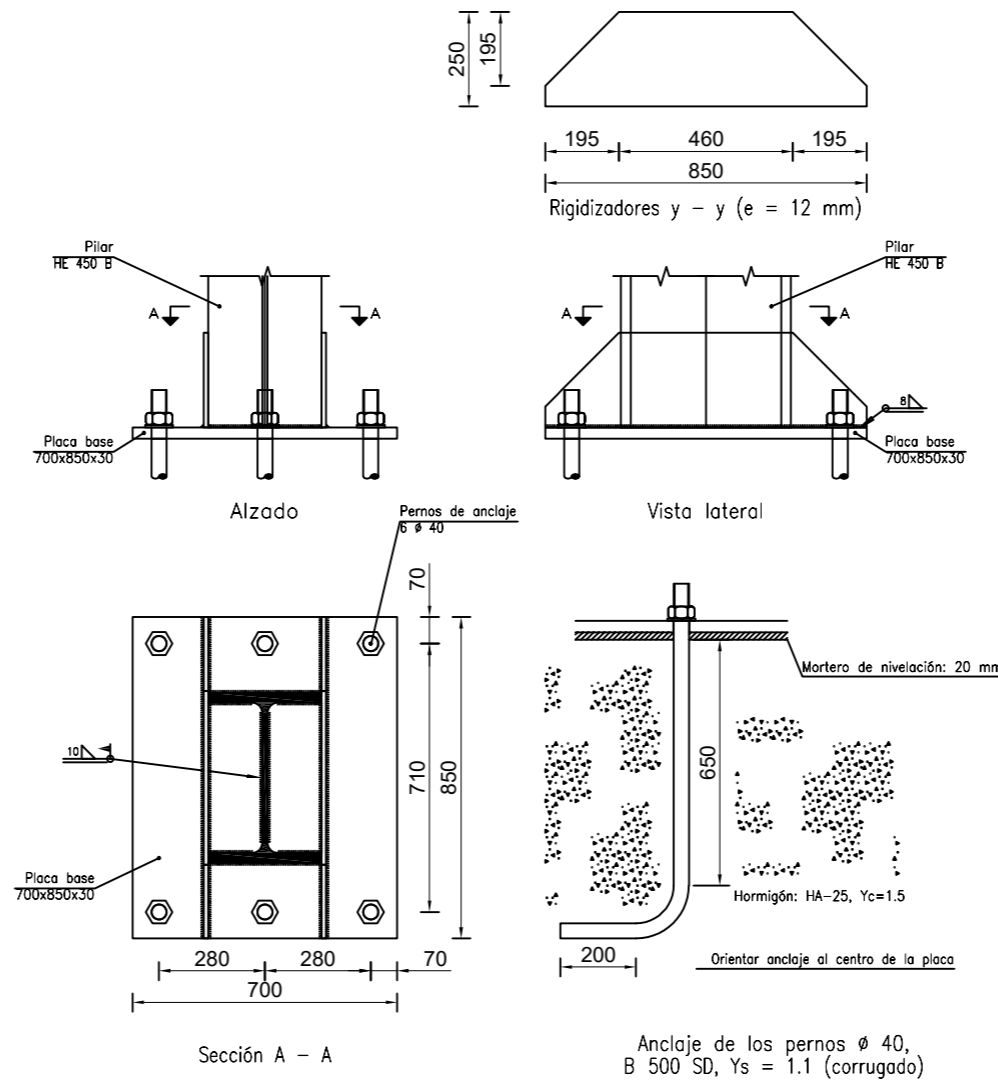
Estructura Pabellón
 Norma de acero laminado: CTE DB SE-A
 Acero laminado: S275

Todas las cotas se encuentran en mm

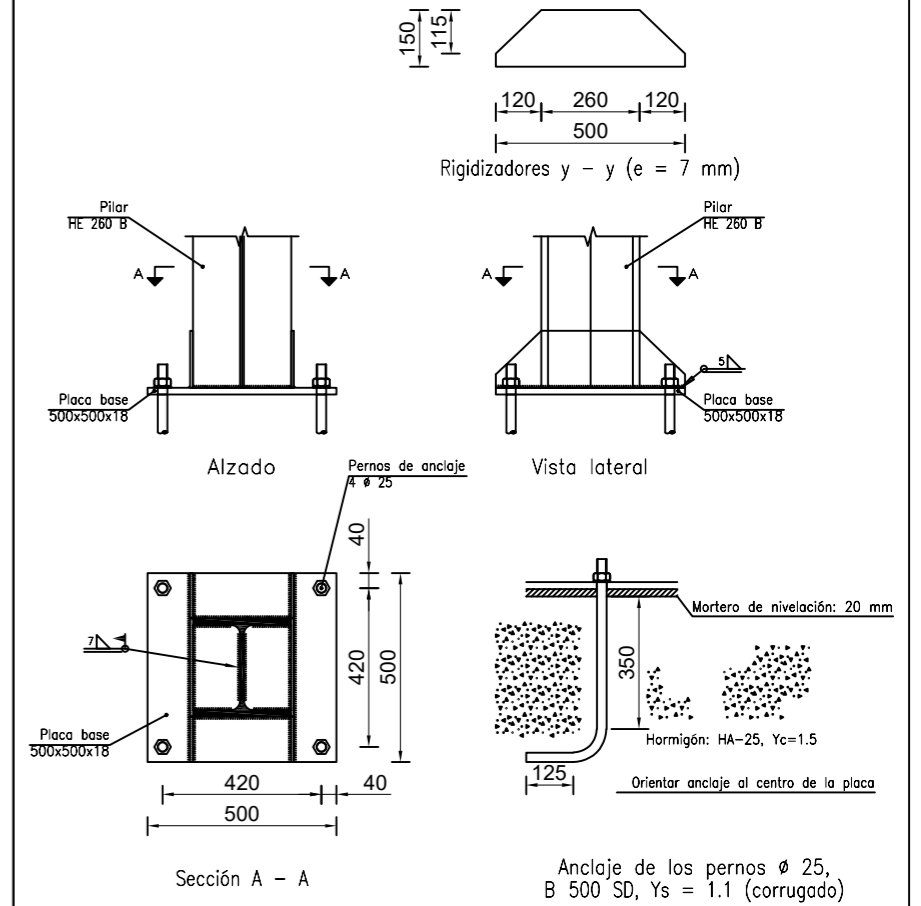
Tipo 4-N95



Tipo 3-N56

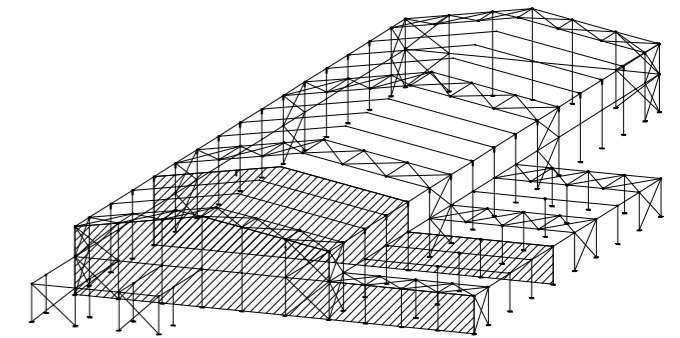
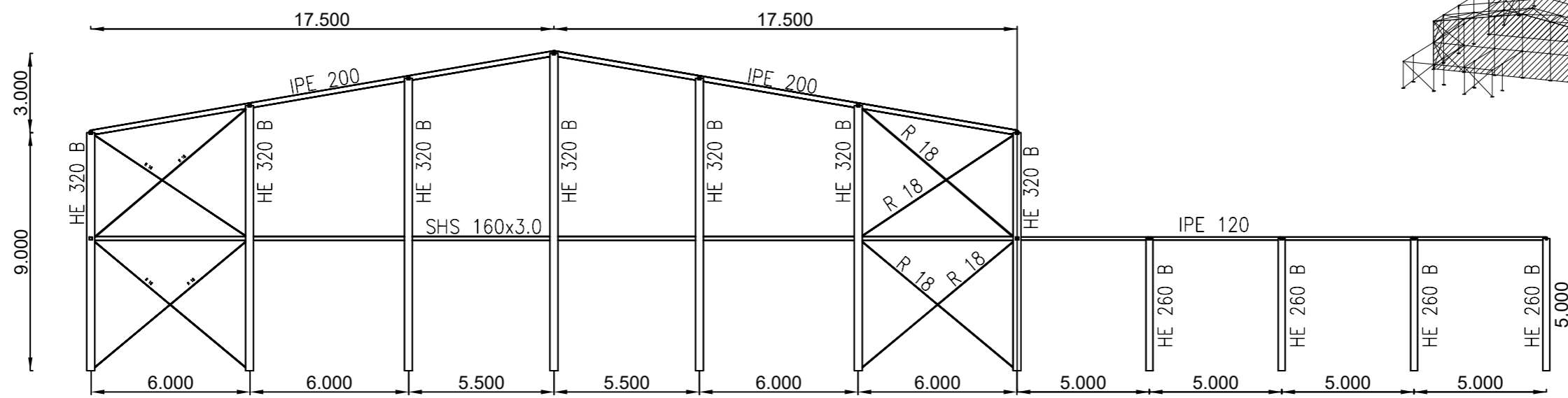
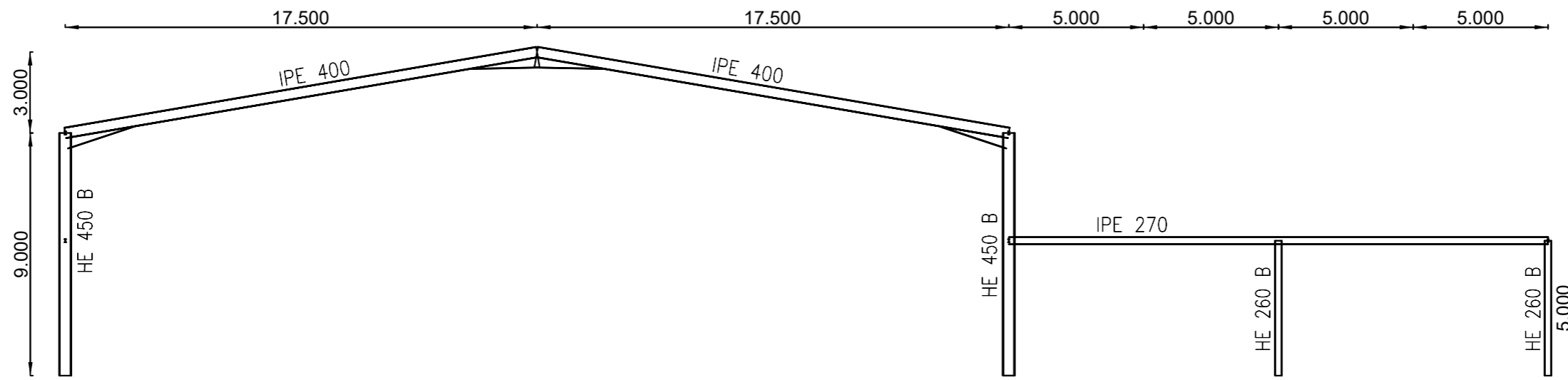


Tipo 6-N192





Estructura Pabellón
 Norma de acero laminado: CTE DB SE-A
 Acero laminado: S275

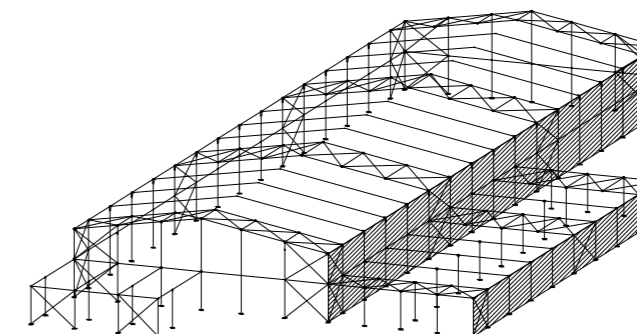
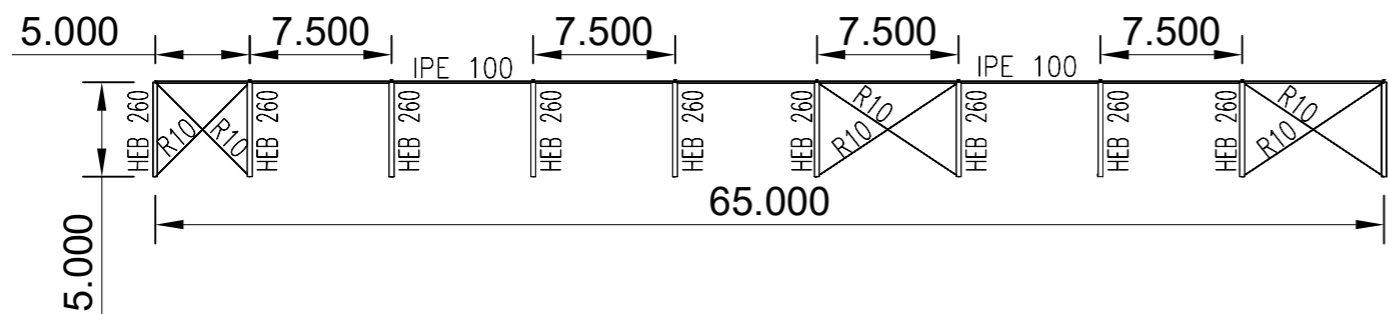
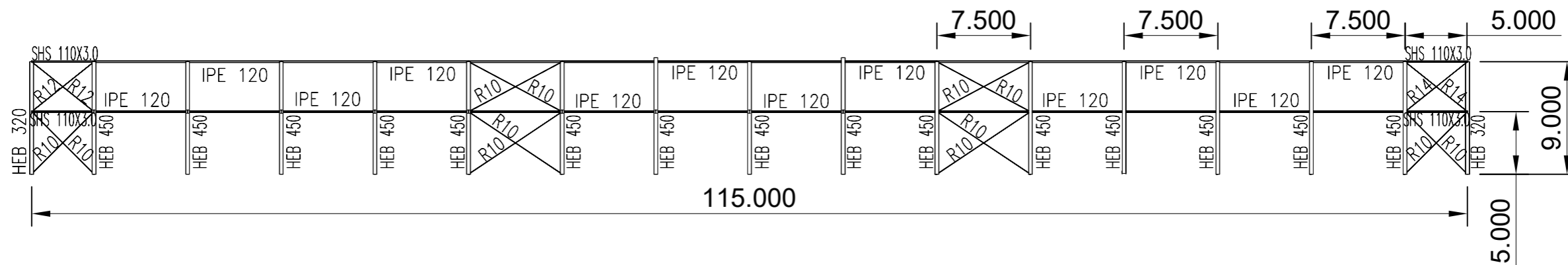
Todas las cotas se encuentran en mm



Estructura Pabellón
 Norma de acero laminado: CTE DB SE-A
 Acero laminado: S275



Todas las cotas se encuentran en mm

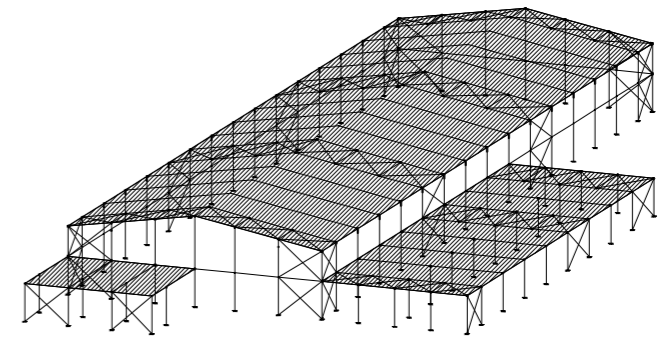
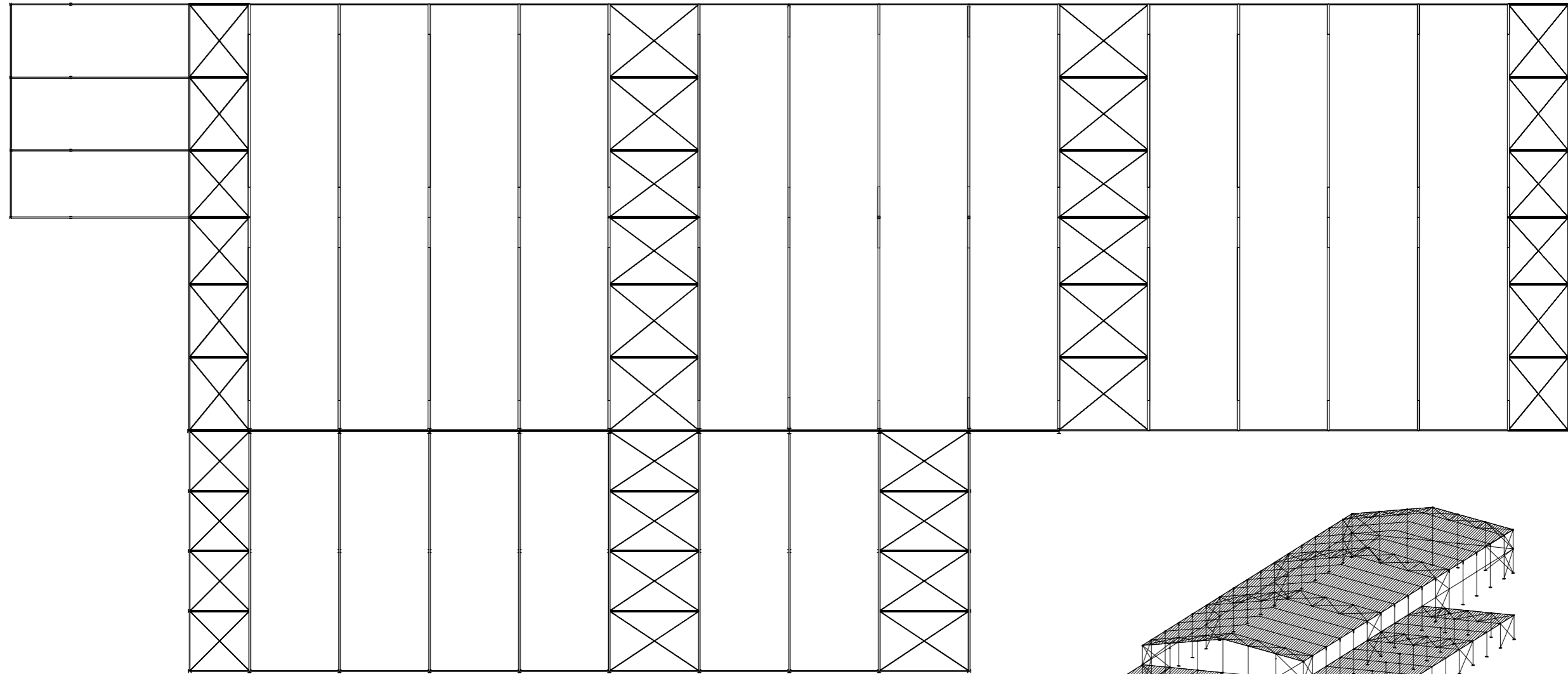
TRABAJO FINAL DE MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA INDUSTRIAL  UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA  ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL VALENCIA	Proyecto: PROYECTO DE ESTRUCTURA METÁLICA Y DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UN PABELLÓN DEPORTIVO SITUADO EN VINARÒS (CASTELLÓN) DE 4.025 M²	Plano: Pórtico de fachada y pórtico interior	Fecha: Septiembre 2024	Nº Plano: 1.7
		Autor: Jesús Sancho Tena	Escala: 1:200	



Estructura Pabellón
 Norma de acero laminado: CTE DB SE-A
 Acero laminado: S275



Todas las cotas se encuentran en mm

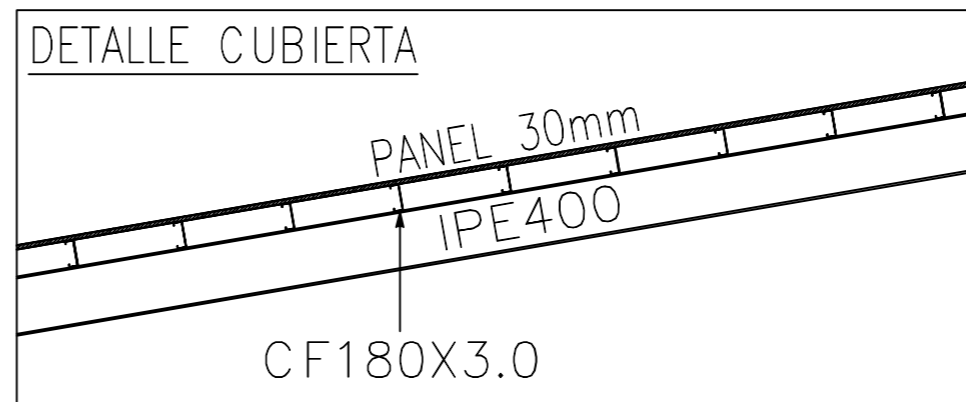
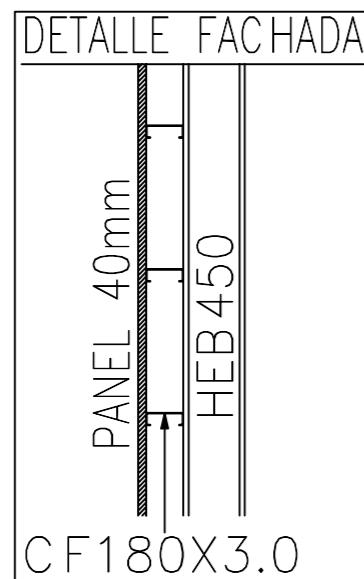
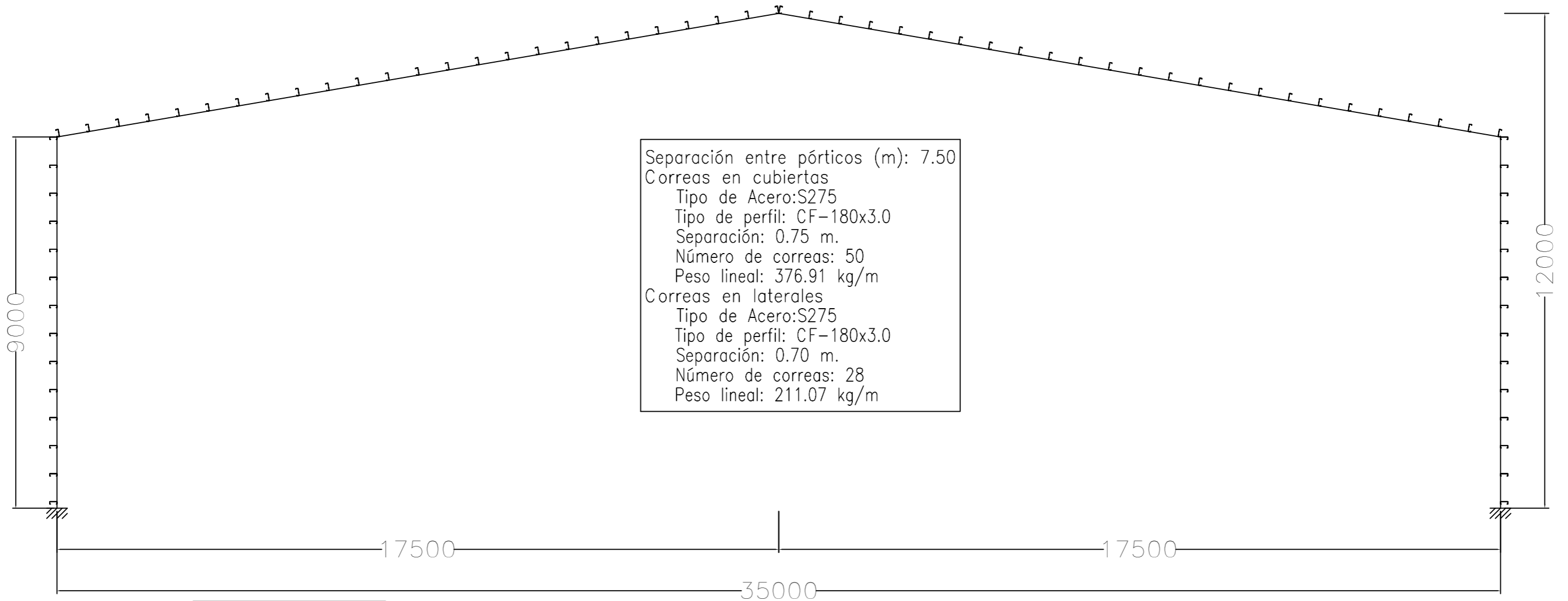
TRABAJO FINAL DE MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA INDUSTRIAL  UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA  ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR INGENIERÍA INDUSTRIAL VALÈNCIA	Proyecto: PROYECTO DE ESTRUCTURA METÁLICA Y DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UN PABELLÓN DEPORTIVO SITUADO EN VINARÒS (CASTELLÓN) DE 4.025 M²	Plano: Pórtico de fachada lateral	Fecha: Septiembre 2024	Nº Plano: 1.8
		Autor: Jesús Sancho Tena	Escala: 1:400	



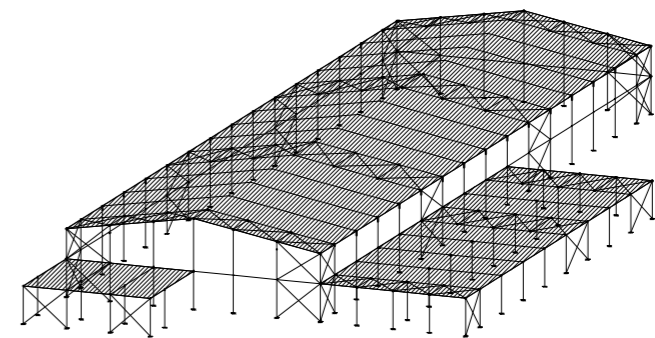
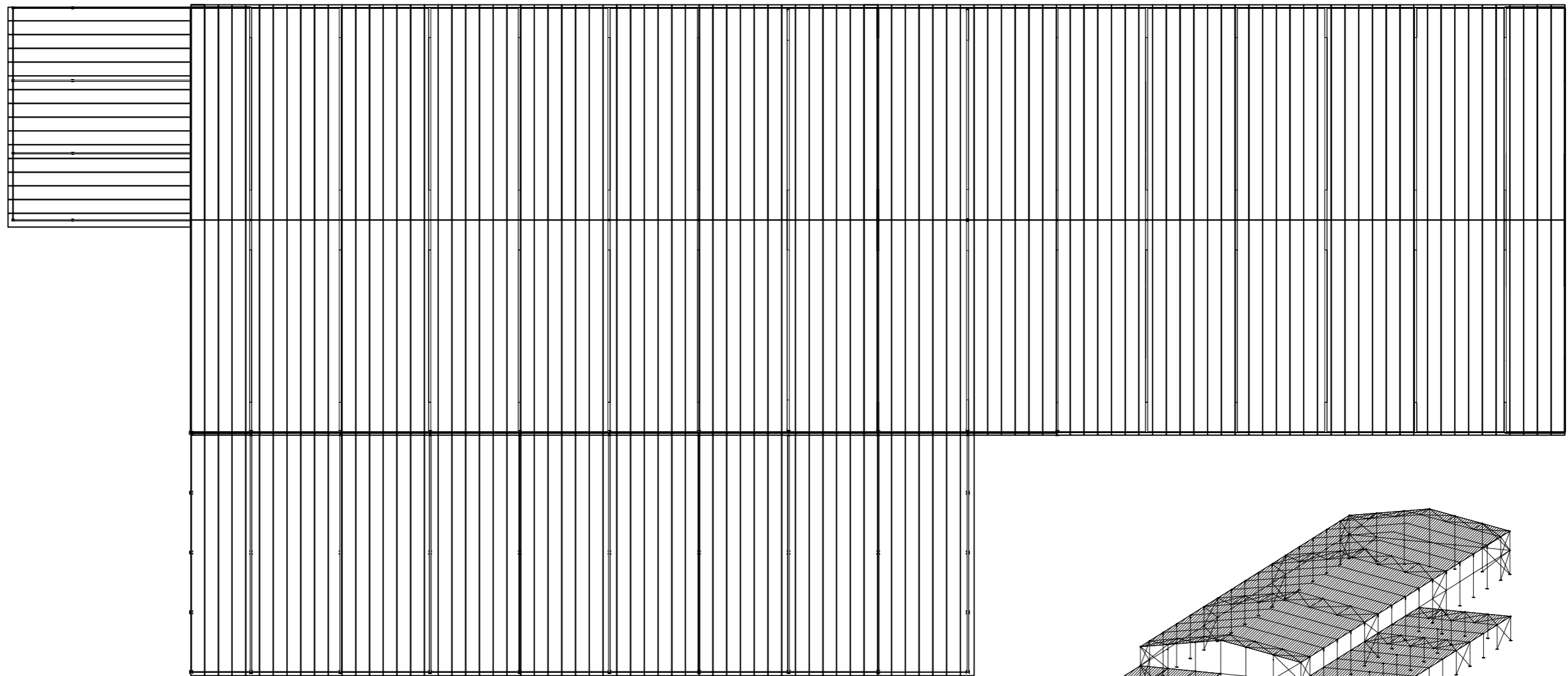
Estructura Pabellón
 Norma de acero laminado: CTE DB SE-A
 Acero laminado: S275

Todas las cotas se encuentran en mm

TRABAJO FINAL DE MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA INDUSTRIAL  UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA	 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR INGENIERÍA INDUSTRIAL VALENCIA	Proyecto: PROYECTO DE ESTRUCTURA METÁLICA Y DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UN PABELLÓN DEPORTIVO SITUADO EN VINARÒS (CASTELLÓN) DE 4.025 M²	Plano: Cubierta	Fecha: Septiembre 2024	Nº Plano: 1.9
			Autor: Jesús Sancho Tena	Escala: 1:400	



Todas las cotas se encuentran en mm



Estructura Pabellón
 Norma de acero laminado: CTE DB SE-A
 Acero laminado: S275
 Panel A2-s1 30 mm

TRABAJO FINAL DE MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA INDUSTRIAL



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR INGENIERÍA INDUSTRIAL VALENCIA

Proyecto: PROYECTO DE ESTRUCTURA METÁLICA Y DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UN PABELLÓN DEPORTIVO SITUADO EN VINARÒS (CASTELLÓN) DE 4.025 M²

Plano: Distribución paneles cubierta

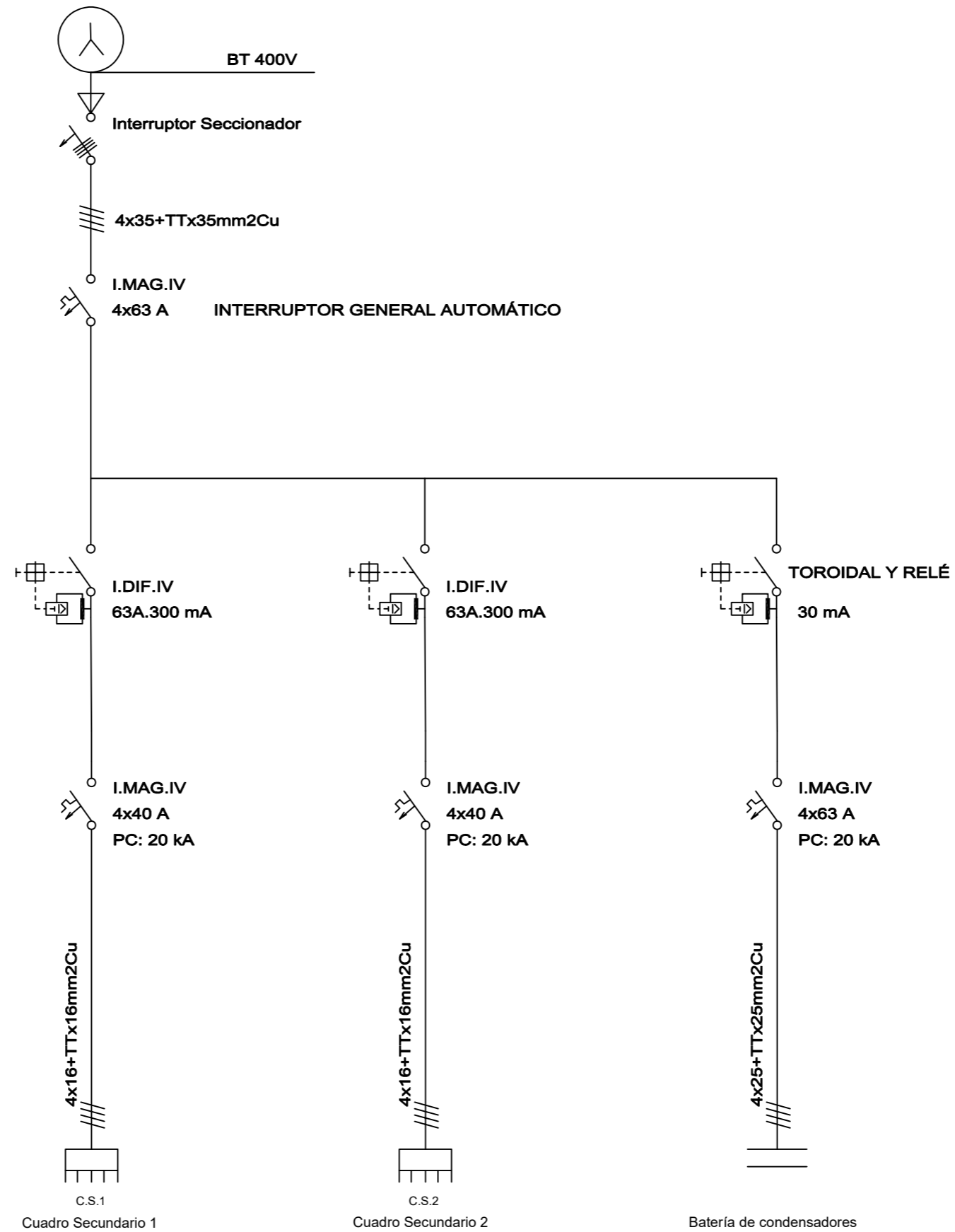
Autor: Jesús Sancho Tena

Fecha: Septiembre 2024

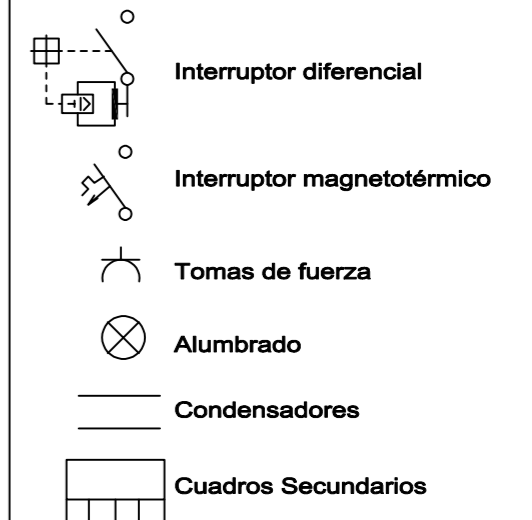
Escala: 1:100

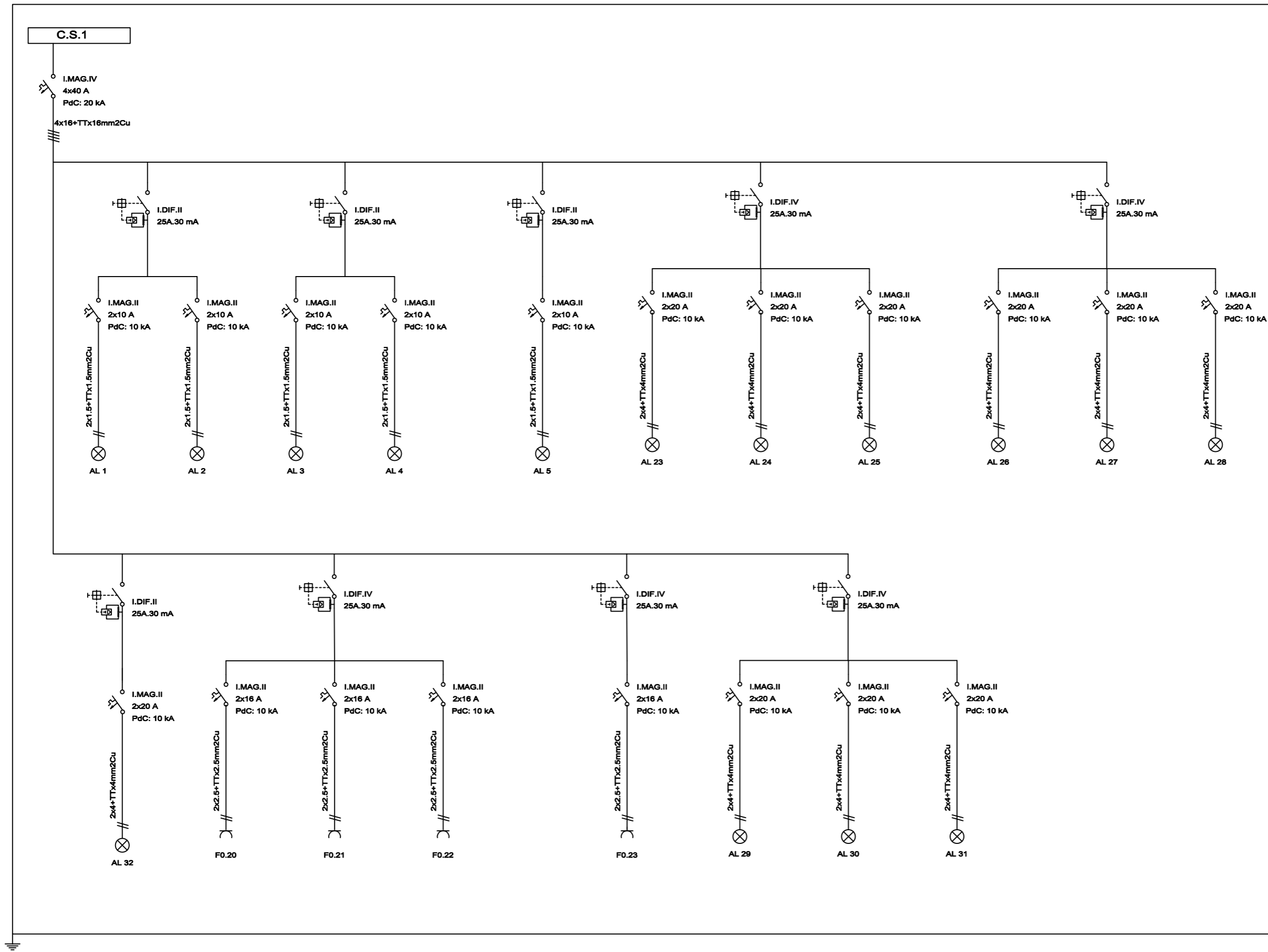
Nº Plano:

1.11

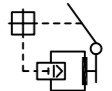





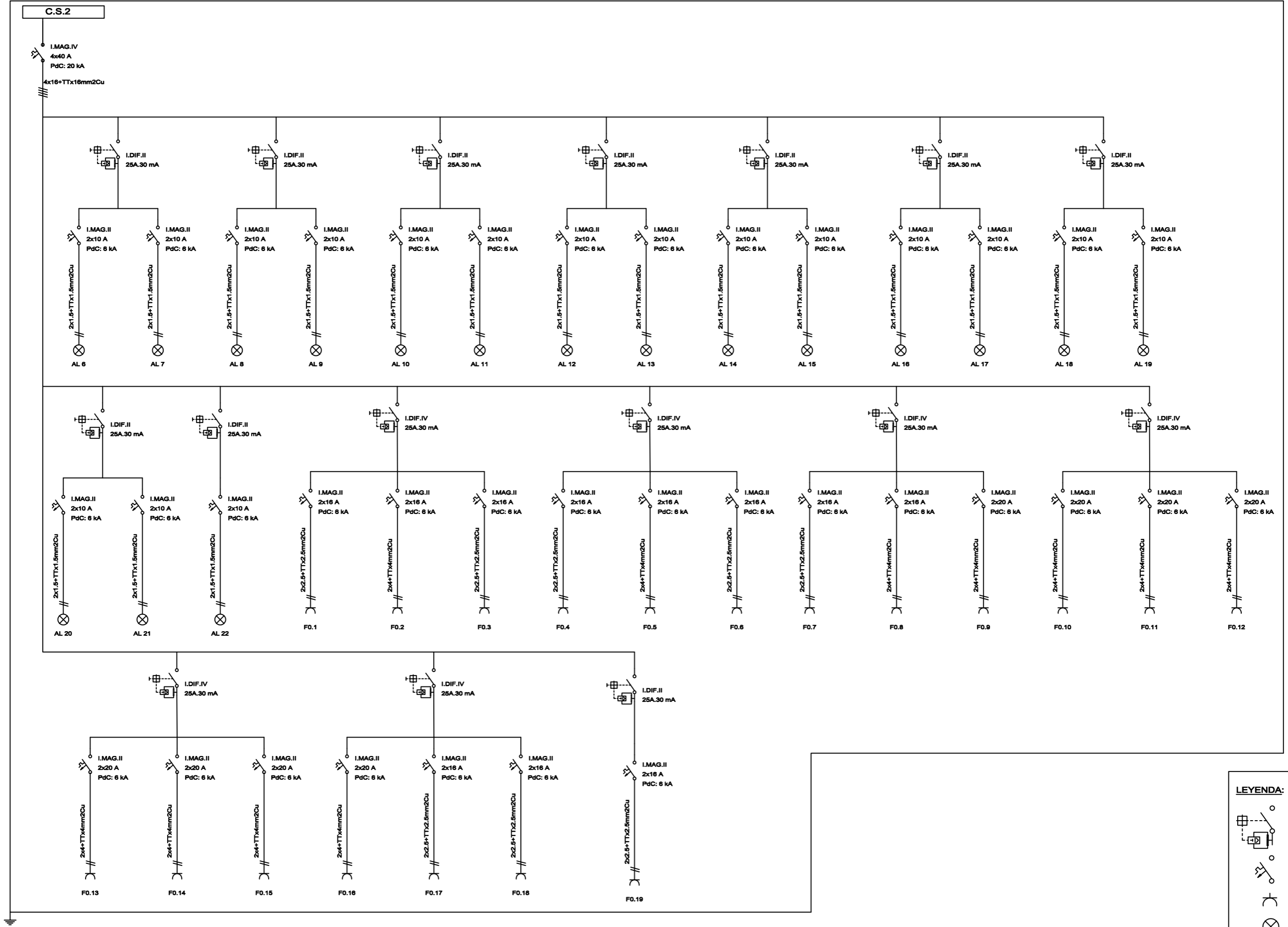
LEYENDA:









LEYENDA:

-  Interruptor diferencial
-  Interruptor magnetotérmico
-  Tomas de fuerza
-  Alumbrado



LEYENDA:

-  Interruptor diferencial
-  Interruptor magnetotérmico
-  Tomas de fuerza
-  Alumbrado