



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR INGENIEROS
INDUSTRIALES VALENCIA

TRABAJO FIN DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES

PROYECTO DE ESTABLECIMIENTO INDUSTRIAL DE 2000 m² DEDICADO AL SECTOR METALECÁNICO

AUTORA: Alejandra Robles Alarcón

TUTOR: Pedro Ildfonso Jaén Gómez

Curso Académico: 2015-16



1. MEMORIA

2. ANEXO I. NORMATIVA
URBANÍSTICA

3. ANEXO II. CÁLCULOS

4. MEDICIONES Y PRESUPUESTO

5. PLANOS



PROYECTO DE ESTABLECIMIENTO INDUSTRIAL DE 2000 m² DEDICADO AL SECTOR METALMECÁNICO

MEMORIA

AUTORA: Alejandra Robles Alarcón

TUTOR: Pedro Ildefonso Jaén Gómez





Índice

1. OBJETO DEL TRABAJO	6
2. INTRODUCCIÓN AL PROYECTO	6
2.1 Antecedentes	6
2.2 Motivación	6
2.3 Justificación.....	6
3. SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO	7
4. NORMATIVA APLICADA	8
5. REQUERIMIENTOS ESPACIALES Y CONSTRUCTIVOS	8
5.1 Proceso	9
5.2 Distribución en planta.....	12
6. DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA	15
6.1 Actuaciones previas	15
6.2 Cimentación	15
6.2.1 Hormigón de limpieza.....	15
6.2.2 Zapatas.....	16
6.2.3 Vigas de atado.....	16
6.3 Solera.....	17
6.4 Cerramientos.....	17
6.5 Materiales.....	18
6.6 Estructura.....	19
6.6.1 Pórtico interior	20
6.6.2 Pórtico de fachada.....	20
6.6.3 Viga perimetral	20
6.6.4 Sistema contraviento	21
6.7 Urbanización de parcela	21
6.8 Oficinas	21
6.9 Instalaciones pluviales	21
6.10 Seguridad contra incendios.....	22
7. PRESUPUESTO	24
8. BIBLIOGRAFÍA	24



Índice imágenes y tablas

1. Imagen 1.1. Localización Alcalà de Xivert	7
2. Imagen 1.2. Localización polígono El Campaner.....	7
3. Imagen 1.3. Localización parcela	7
4. Imagen 2. Urbanización.....	9
5. Imagen 3.1. Pilar.....	10
6. Imagen 3.2. Eje	10
7. Imagen 3.3. Disco.....	10
8. Imagen 4.1. Diagrama de recorrido del pilar	11
9. Imagen 4.2. Diagrama de recorrido del eje.....	11
10. Imagen 4.3. Diagrama de recorrido del disco	11
11. Tabla 1. Superficies Guerchet de cada máquina	12
12. Tabla 2. Tabla matricial de los espacios.....	13
13. Imagen 5. Diagrama relacional de actividades	14
14. Imagen 6. Distribución en planta.....	14
15. Imagen 7. Nave a base de pórticos a dos aguas	15
16. Imagen 8. Zapatas y vigas de atado.....	16
17. Imagen 9.1. Junta de control	17
18. Imagen 9.2. Junta de dilatación.....	17
19. Imagen 10. Detalle fachada: Perfil con bloque y arriostramiento	17
20. Imagen 11. Conjunto de lucernarios	17
21. Imagen 12. Página de fomento, clase de exposición	18
22. Imagen 13.1. 3D con descripciones	19
23. Imagen 13.2. 3D acotado	19
24. Imagen 14. Pórtico interior.....	20
25. Imagen 15. Pórtico de fachada	20
26. Imagen 16. Viga perimetral	21
27. Imagen 17. Canalón	22
28. Tabla 3. Actividades	22



1. OBJETO DEL TRABAJO

La empresa SOFITEX nos ha contratado para construir una nave industrial dedicada al sector metalmeccánico. El proceso productivo que se realizará en la nave consta de fases de mecanizado y construcción de piezas metálicas, en concreto se dedicará a realizar pilares, discos y ejes.

La nave tiene 1980 m² (algo menor de los 2000 m² estimados inicialmente) situada en una parcela de 5.538,51 m² ubicada en el polígono industrial EL CAMPANER en ALCALÀ DE XIVERT (CASTELLÓN).

2. INTRODUCCIÓN AL PROYECTO

2.1 Antecedentes

SOFITEX es una empresa con años de experiencia en la industria metalmeccánica que desea una nave centrada exclusivamente en la construcción de piezas específicas. Además SOFITEX se encarga de proveer a la empresa ECOVIN, dedicada al reciclaje de basura, de estructuras y piezas necesarias para su infraestructura.

2.2 Motivación

SOFITEX quiere ampliar su productividad y debido a la gran demanda solicitada por ECOVIN, ha solicitado nuestros servicios para construir una nave más centralizada.

Nuestro equipo tiene por objeto proporcionar al cliente un servicio eficiente y honesto.

2.3 Justificación

El Trabajo de fin de Grado muestra parte de los conocimientos adquiridos por el estudiante en sus años de carrera poniendo fin a la fase de Grado y sentado las bases para su futuro laboral o académico.

3. SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO

La nave se encuentra en el polígono industrial EL CAMPANER en ALCALÀ DE XIVERT (CASTELLÓN).

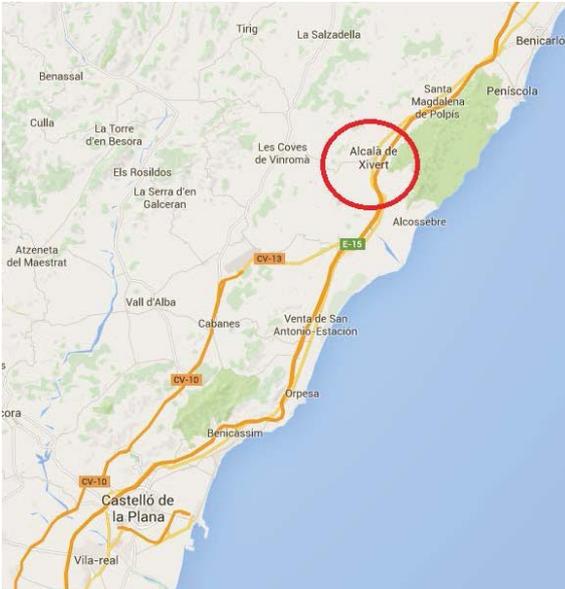


Imagen 1.1. Localización Alcalá de Xivert



Imagen 1.2. Localización polígono El Campaner



Imagen 1.3. Localización parcela

El establecimiento se encuentra a 60 km de Castellón, 125 km de Valencia, 224 km de Barcelona, 310 km de Alicante y 440 km de Madrid. Está bien comunicado con la autopista del Mediterráneo considerada una de las mejores vías de comunicación en cuanto a transporte con Europa. El aeropuerto más próximo es el de Manises situado a 125 km y el puerto más próximo es el de Sagunto situado a 100km.



Para acceder a dicho establecimiento tenemos la vía N-340 a través de la AP-7 o de la misma N-340.

El polígono cuenta con una superficie total de 228.666 m², superficie industrial de 137.186 m², un equipamiento de 1.000 m², viales de 67.547 m², zonas verdes de 22.933 m², edificabilidad de 1 m²t/m²S y una ocupación máxima del 75%.

4. NORMATIVA APLICADA

La normativa utilizada es la normativa del estado español:

- Real Decreto 1247/2008, de 18 de julio, por el que se aprueba la instrucción de hormigón estructural (EHE-08)
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación (CTE), el cual se aplica a obra de edificación de nueva construcción, salvo construcciones sencillas y pequeñas, no residenciales o públicas, de una sola planta. En él se encuentran diferentes Documentos Básicos de obligado cumplimiento.
 1. Documento Básico sobre Seguridad Estructural (DB-SE) que cubre las exigencias básicas de Resistencia y Estabilidad (DB-SE-1) y Aptitud al servicio (DB-SE-2).
 2. Documento Básico sobre Seguridad Estructural Acero (DB-SEA), el cual establece parámetros objetivos y procedimientos que permiten verificar las exigencias básicas del requisito básico de seguridad estructural.
 3. Documento Básico sobre Seguridad Estructural de Acciones en la Edificación (DB-SE-AE), el cual permite la determinación de las acciones sobre los edificios, para verificar el cumplimiento de las exigencias básicas de seguridad estructural y aptitud al servicio.
- Normativa del polígono de El Campaner.
- Real decreto 2267-2004 guía técnica de aplicación

5. REQUERIMIENTOS ESPACIALES Y CONSTRUCTIVOS

La parcela es de 61,3 x 90,351 m con una superficie de 5538,51m² y la nave es de 66x30 m con una superficie de 1980 m².

La normativa del polígono El Campaner establece unos retranqueos mínimos de 8 m respecto a la vía principal y de 3 m respecto a los laterales y la parte trasera de la nave, en este caso se ha dejado 13,85m respecto a la vía principal, 7m respecto a un lateral y 10,5m respecto a la parte trasera de la nave para que haya suficiente espacio para el tránsito de camiones.

Por otro lado, el coeficiente de ocupación es de 35%, por debajo de lo que especifica la norma (75 %), lo que nos deja un gran margen para futuras ampliaciones de la nave o para otras utilidades.

Los aparcamientos deben tener dimensiones mínimas de 2.5x4.5, en este caso se ha optado por 3.5x6 m y 4x6m para aparcamiento de discapacitados. El número de

plazas viene determinado por la relación 1 cada 150 m² por lo que nos deja un número de 14 plazas que se han distribuido en 12 más 2 para discapacitados.

Además, el edificio tiene 66 m de profundidad, 30 m de luz, altura de pilar de 8.5 m y la altura de coronación es de 10 m.

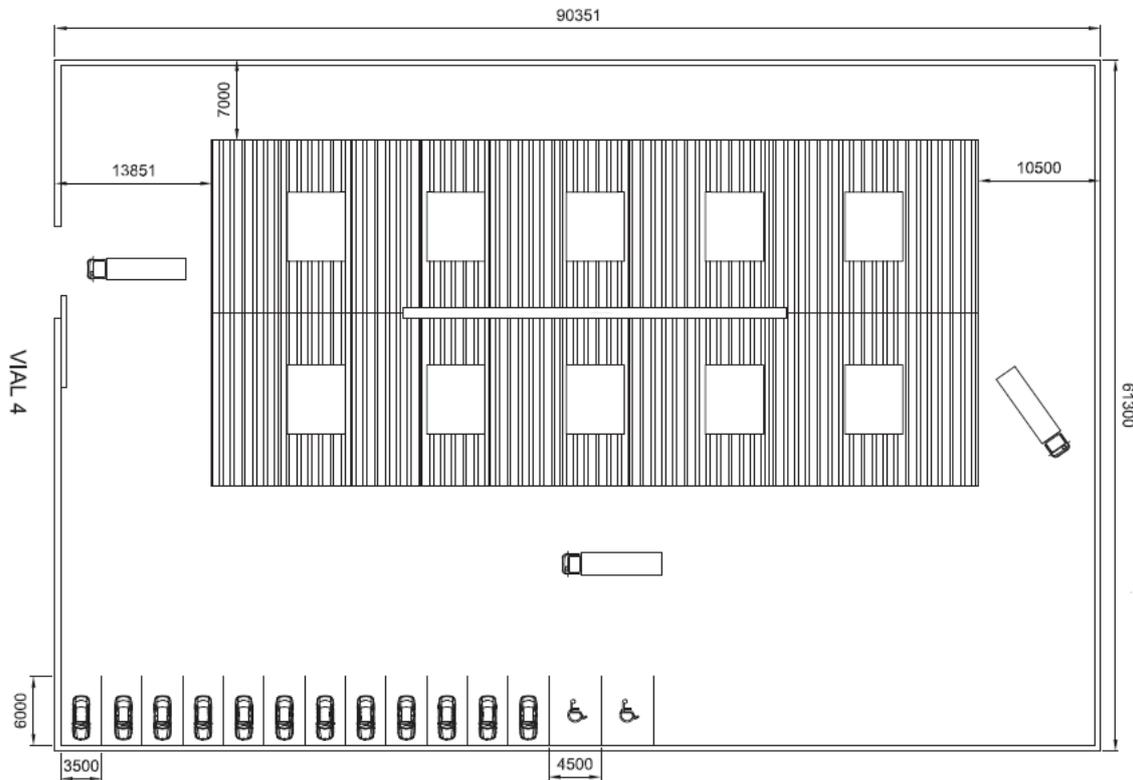


Imagen 2. Urbanización

En la *Imagen 2* se puede observar que se han respetado los retranqueos mínimos de 8 m respecto a la vía principal y de 3 m respecto a los laterales y la parte trasera de la nave.

5.1 Proceso

En primer lugar veremos el proceso realizado para mecanizar y montar las piezas a saber, pilares, discos y ejes:

PILAR:

Para realizar el pilar se procede en primer lugar a cortar mediante la sierra un perfil UPN comprado; el corte podrá ser recto o en ángulo según la necesidad. A continuación cortamos una chapa o pletina también comprada pero en éste caso mediante una punzonadora. Con la punzonadora realizamos el corte y además practicamos unos agujeros a la pletina donde se alojarán los tornillos. Para finalizar soldaremos todas las partes para conseguir el pilar.



Imagen 3.1. Pilar

EJES:

Para los ejes le realizaremos un corte con las dimensiones deseadas a un tubo comprado. A continuación lo llevamos a un torno donde disminuirémos el diámetro y quitaremos la rebaba obtenida del corte anterior. Por último utilizaremos la fresadora para practicarle un chavetero o lengüeta al eje.



Imagen 3.2. Eje

DISCO:

Para esta pieza recibiremos un disco el cual tornearemos con el diámetro deseado y le practicaremos agujeros con la taladradora.

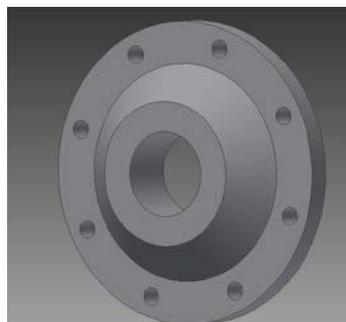


Imagen 3.3. Disco

Para realizar las piezas se cuentan con las siguientes máquinas cuyas dimensiones son las que se indican (largo x ancho x alto) expresadas en metros:

- SIERRA: 7x2x1
- TORNO: 4.5X1.2X1.5
- SOLDADORA: 1.2X0.7X2
- FRESADORA: 5X2X2
- TALADRADORA: 1.2X0.5X2
- PUNZONADORA: 2.5X1.75X1.8

Los siguientes diagramas de recorrido muestran con claridad el flujo de trabajo seguido para la realización de las piezas.

Pilar

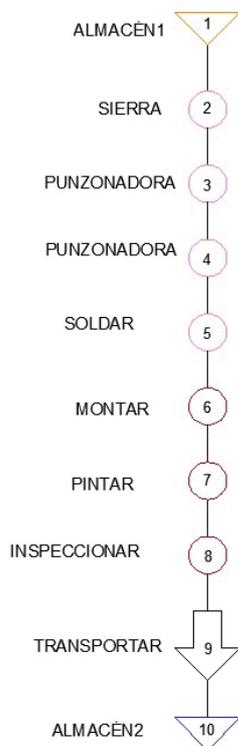


Imagen 4.1. Diagrama de recorrido del pilar

Eje

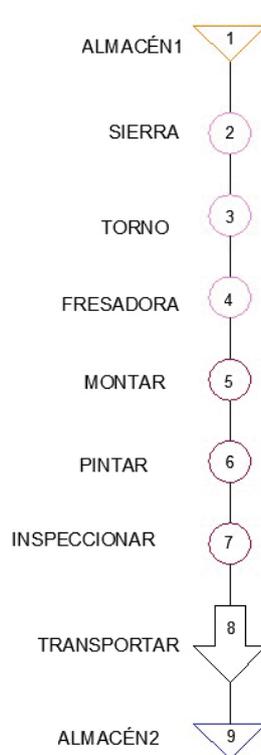


Imagen 4.2 Diagrama de recorrido del eje

Disco



Imagen 4.3 Diagrama de recorrido del disco



5.2 Distribución en planta

El diagrama de recorrido para la realización de las piezas visto en el apartado anterior establece un flujo de trabajo, por eso se han dispuesto las máquinas de manera que se facilite dicho flujo. Además se ha utilizado el método Guerchet para saber la superficie de evolución necesaria de cada máquina para que haya espacio suficiente para el movimiento del personal y de las piezas.

Para saber dónde situar el resto de actividades como el almacén, las oficinas o los aseos, se han utilizado los métodos tabla matricial y diagrama relacional de actividades (grafo).

Estos métodos nos permiten realizar la disposición de los elementos físicos de la manera más eficiente y segura.

A continuación se verá en detalle cómo se han aplicado estos métodos.

GUERCHET:

Para aplicar el método Guerchet se ha tenido en cuenta:

-La superficie estática: ocupada por la máquina y demás instalaciones, dada por sus dimensiones. (Ses)

-La superficie de gravitación: utilizada por los operarios y por la materia que está procesándose en el puesto de trabajo. Es la superficie estática multiplicada por el número de costados o lados accesibles (n). ($S_g = S_{es} \times n$). En este caso se ha considerado $n = 4$ para una mayor accesibilidad.

- Y por último la superficie de evolución que es la necesaria entre los puestos de trabajo para el movimiento del personal, material y medios de transporte. Es la suma de la superficie estática y la de gravitación multiplicada por un factor constante. ($S_{ev} = (S_{es} + S_g) \times k$). En este caso al ser un establecimiento dedicado a la industria mecánica tenemos una $k = 2$.

Con estas áreas de guerchet se ha dejado margen suficiente para ampliar el número de máquinas en un futuro.

MÁQUINA	GUERCHET (m ²)
Sierra	$(14+(14 \times 4)) \times 2 = 140$
Punzonadora	$(4.5+(4.5 \times 4)) \times 2 = 45$
Torno	$(5.5+(5.5 \times 4)) \times 2 = 55$
Fresadora	$(10+(10 \times 4)) \times 2 = 100$
Taladro	$(1+(1 \times 4)) \times 2 = 10$
Soldadora	$(2+(2 \times 4)) \times 2 = 20$

Tabla 1. Superficies Guerchet de cada máquina



TABLA MATRICIAL:

	Almacen1 1	Aseos 2	Oficinas 3	Almacén 2 4	Maquinas 5	Estanterías 6	Acabados 7
Almacen1 1		U 5	U 5	U 5	A 3	O 3	U 5
Aseos 2			O 4	U 5	X 1,2	U 5	U 5
Oficinas 3				U 5	X 1,2	U 5	X 1,2
Almacén 2 4					E 3	U 5	A 3
Maquinas 5						O 3	E 3
Estanterías 6							E 3
Acabados 7							

A especialmente importante

E importante

O normal

U no importa

X alejado

1 Ruido

2 Suciedad (virutas, polvo, pintura...)

3 Flujo de trabajo

4 Cercanía

5 Ninguna

Tabla 2. Tabla matricial de los espacios

La *Tabla 2* corresponde con la tabla matricial que sirve para justificar la distribución de los espacios en la nave. Para ello se procede a clasificar de A-X la importancia de la cercanía o lo alejado que deben estar los espacios y el motivo por el cual se opta por una distancia u otra por medio de la clasificación 1-5.

DIAGRAMA RELACIONAL DE ACTIVIDADES O GRAFO:

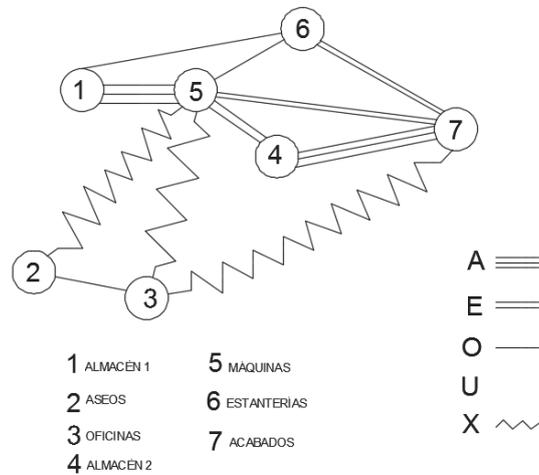


Imagen 5. Diagrama relacional de actividades

El grafo también sirve para justificar las distancias entre espacios con una clasificación parecida a la tabla matricial, siendo A, E, O, U, X la importancia de cercanía o no de los espacios, igual que en la tabla matricial.

Aplicando todos los métodos mencionados anteriormente se ha llegado a la siguiente distribución en planta:

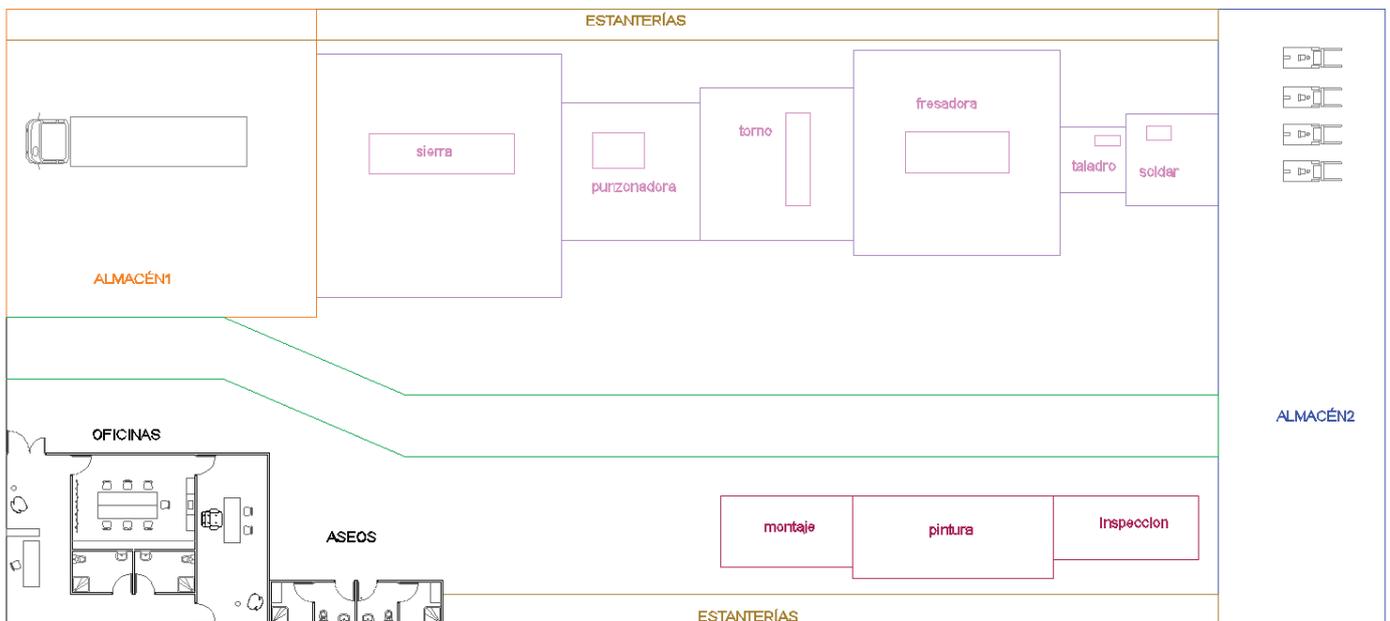


Imagen 6. Distribución en planta

La *Imagen 6* corresponde con la distribución en planta siendo los recuadros morados las áreas Guerchet y las líneas verdes el carril de circulación.

6. DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA

Con la distribución en planta que ha salido en el apartado anterior se ha decidido realizar una nave a base de pórticos a dos aguas como solución constructiva.

La parcela se ha elegido teniendo en cuenta las dimensiones de la nave, los espacios necesarios para la movilidad de camiones en las labores de carga y descarga, así como el espacio para aparcamientos.

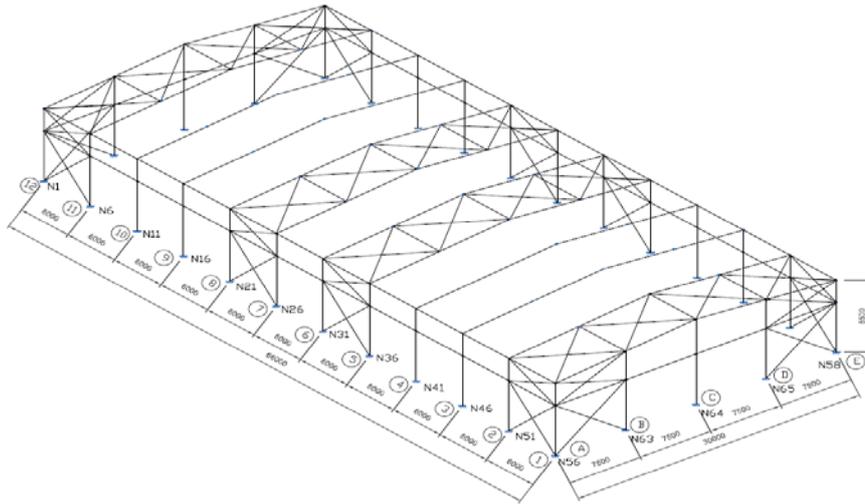


Imagen 7. Nave a base de pórticos a dos aguas

6.1 Actuaciones previas

Como la parcela no cuenta con construcciones anteriores, las actuaciones previas se limitan a la limpieza y acondicionamiento del terreno, es decir, limpieza de vegetación y excavaciones del terreno para preparar las cimentaciones.

6.2 Cimentación

El objetivo es “proyectar la cimentación de un edificio de la forma más funcional y económica, teniendo en cuenta la naturaleza del terreno, para conseguir una seguridad suficiente y unos asientos compatibles con las tolerancias admitidas por el edificio” (extraído de apuntes de *Tecnología de la Construcción*).

En este caso se ha usado una cimentación directa, que reparte las cargas de la estructura en un plano de apoyo horizontal y trasmite las cargas al terreno.

6.2.1 Hormigón de limpieza

Sobre la superficie de la excavación debe extenderse una capa de hormigón, de regularización, que recibe el nombre de solera de asiento u hormigón de limpieza (con un mínimo de 10 cm) que tiene por misión crear una superficie plana y horizontal de apoyo de la zapata y, en suelos permeables, evitar que penetre la lechada del

hormigón estructural en el terreno y queden los áridos de la parte inferior mal recubiertos.

“Este hormigón que tiene como fin evitar la desecación del hormigón estructural durante su vertido así como una posible contaminación de éste durante las primeras horas de su hormigonado” (extraído de apuntes de *Tecnología de la Construcción*). Se utiliza el HL-150/C/TM cuya dosificación mínima de cemento será de 150 kg/m³. Se recomienda que el tamaño máximo del árido sea inferior a 30mm, al objeto de facilitar la trabajabilidad de estos hormigones.

En el este caso se ha utilizado HL-150/B/30, siendo B el tipo de consistencia, blanda y 30 el tamaño máximo de árido en mm.

6.2.2 Zapatas

Las zapatas son aisladas con pilares aislados, siendo rectangulares excéntricas en los lados y cuadradas en la fachada frontal y trasera. La excentricidad se utiliza para evitar riesgos de vuelco y giros.

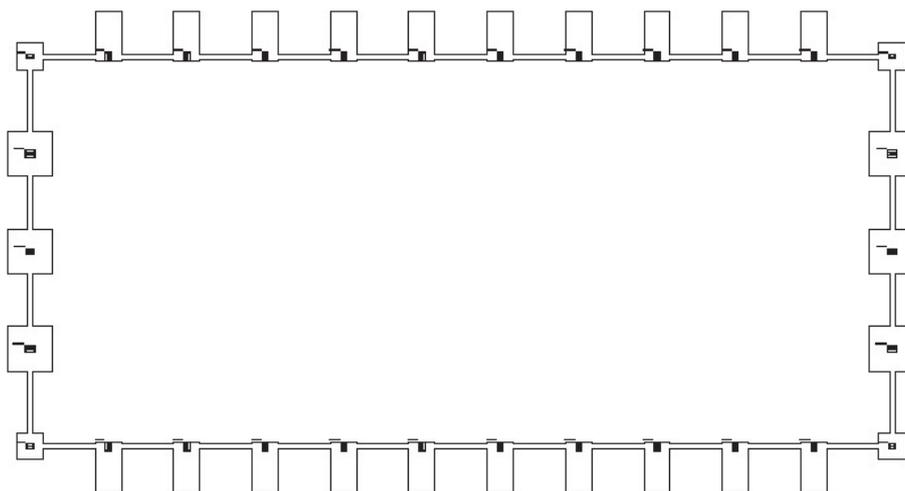


Imagen 8. Zapatas y vigas de atado

Las placas de anclaje son los “elementos de unión a través de los cuales los soportes transmiten los esfuerzos al cimiento de manera que éste pueda resistirlos y transmitirlos al terreno” (extraído de apuntes de *Tecnología de la Construcción*). Cumplen funciones tanto constructivas (posicionamiento, nivelación y aplomado) como mecánicas.

En este caso se ha utilizado una patilla gancho en U y los pernos son de tipo roscado.

6.2.3 Vigas de atado

Son “elementos lineales de unión de cimentaciones superficiales o profundas, necesarias especialmente para cimentaciones en zonas sísmicas” (extraído de *EHE-08*). Con ellas se evita el desplazamiento relativo entre zapatas.

6.3 Solera

La solera es una capa de hormigón, que puede ser armado, de entre 15 y 25 cm que se vierte sobre el terreno compactado.

En este caso los vehículos de circulación serían carretillas y camiones a la entrada y salida de la nave por lo que se ha utilizado un espesor para vehículos pesados de 20 cm, armada con malla 15x15cm y 6mm de diámetro, de acero B 500 T.

Para tener en cuenta las acciones térmicas y las de contracción del fraguado del hormigón se han dispuesto de juntas de dilatación cada 40 m y juntas de control cada 15 m que permitan al edificio contraerse y dilatarse libremente, sin que se generen tensiones. Se han practicado con radial y posteriormente se han sellado.

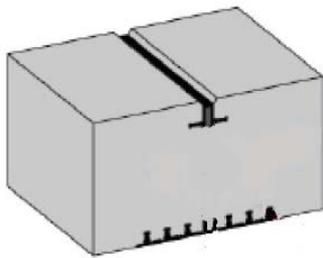


Imagen 9.1. Junta de control

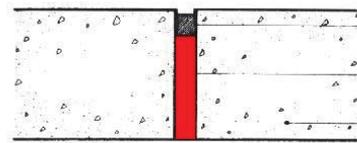


Imagen 9.2. Junta de dilatación

6.4 Cerramientos

La fachada es de bloques de hormigón prefabricados de 24 cm de espesor. La cubierta está formada por paneles tipo sándwich de 1m de ancho y los lucernarios son nervados de 1m de ancho los cuales se han dispuesto 5 juntos para formar las medidas de 5x6 que tienen sobre la cubierta.

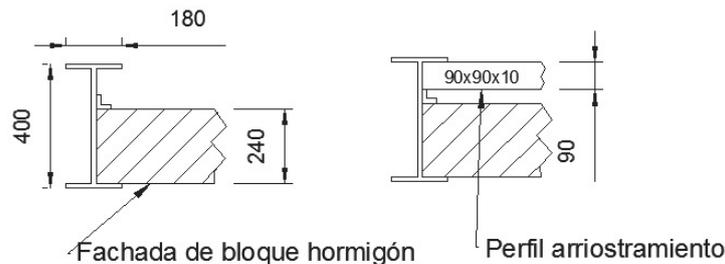


Imagen 10. Detalle fachada: perfil con bloque y arriostramiento

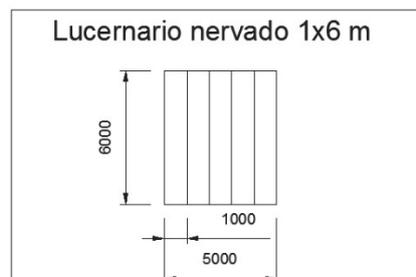


Imagen 11. Conjunto de lucernarios

6.5 Materiales

Empezando por la cimentación el material usado para las zapatas y vigas de atado es el acero corrugado B500 y se ha rellenado de hormigón.

Para las placas de anclaje se ha usado acero laminado S275 y los pernos son de acero corrugado B500S.

Cabe añadir que para el hormigón de limpieza se ha usado el HL-150/B/30 como ya se ha comentado anteriormente.

El material utilizado para los pilares, jácenas y correas es acero laminado S275. Este acero también ha sido utilizado para los arriostramientos. En definitiva en las series IPE, Huecos cuadrados y L se ha usado este material.

El hormigón estructural que se ha usado es el HA-25/B/30/IIb

En la página de fomento nos aconsejan utilizar CEM 1 con una clase de exposición IIb para la zona de Alcalà de Xivert.

Recubrimiento mínimo (mm) para la Clase de exposición IIb

Resistencia característica del hormigón (N/mm ²)	Tipo de cemento	Vida útil de proyecto	
		50 años	100 años
25 ≤ fck < 40	CEM I	20	30
fck ≥ 40		15	25
25 ≤ fck < 40	Otros tipos de cemento o en el caso de empleo de adiciones al hormigón	25	35
fck ≥ 40		20	30

Imagen 12. Página de Fomento, clase de exposición

6.6 Estructura

El modelo estructural de la nave se corresponde con una nave a base de pórticos a dos aguas.

La nave cuenta con los pórticos de fachada frontal y trasero, los pórticos interiores, la viga perimetral y los arriostramientos laterales, de cubierta y frontal.

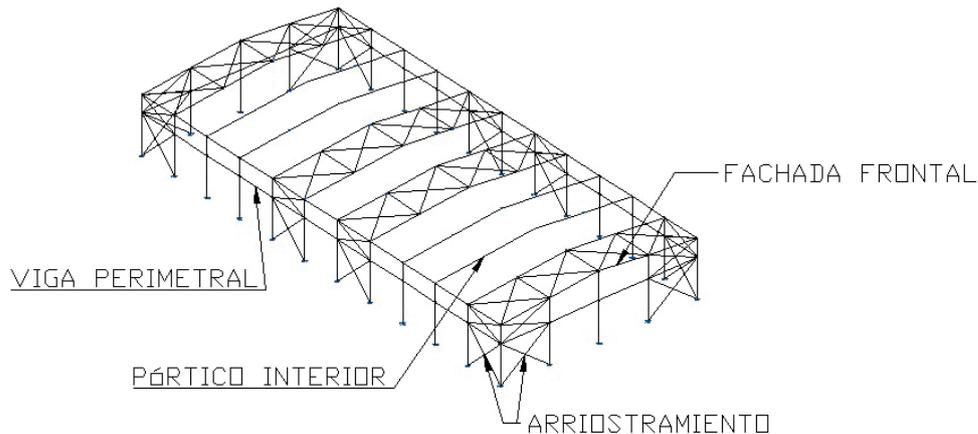


Imagen 13.1. 3D con descripciones

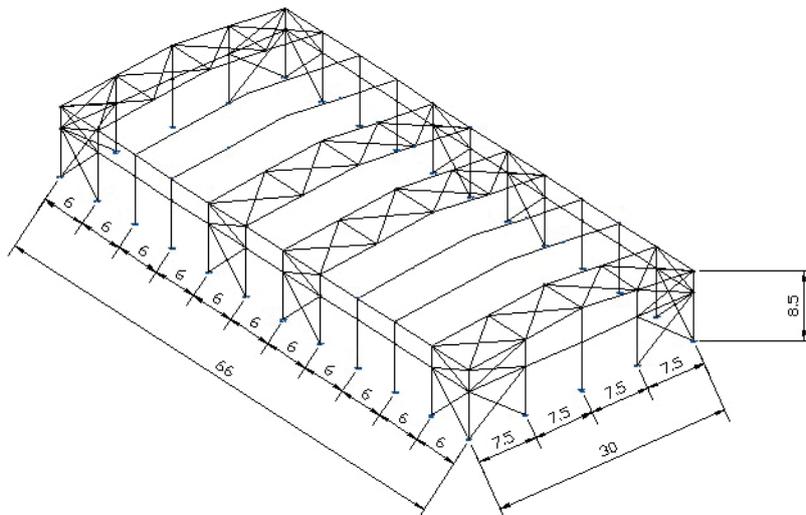


Imagen 13.2 3D acotado

El edificio tiene 66 m de profundidad, 30 m de luz, altura de pilar de 8.5 m y altura de cumbrera de 10 m.

Se cuenta con 11 pórticos separados 6 m entre sí unidos por la viga perimetral. Hay dos vigas perimetrales para que el ángulo de la diagonal no sea mayor de 45° . En cuanto a los pilares de fachada, tenemos 5 separados 7.5 m.

6.6.1 Pórtico interior

El pórtico interior está compuesto por 2 pilares de 8.5 m y 2 jácenas de 15.07 m, dichas jácenas se unen a una altura de cumbrera de 10 m.

Los pilares están empotrado-apoyados y las jácenas a su vez apoyadas en las cabezas de los pilares. Las uniones están soldadas comportándose como nudos rígidos.

Para el pórtico se ha utilizado acero laminado S275 con perfil IPE 450 tanto para los pilares como para las jácenas.

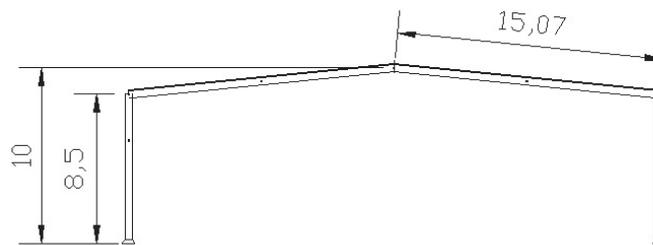


Imagen 14. Pórtico interior

6.6.2 Pórtico de fachada

El pórtico de fachada también cuenta con dos jácenas y los materiales también son los mismos, sin embargo el número de pilares en este caso es 5 y los perfiles también son diferentes: los pilares tienen perfil IPE 400 y las jácenas tienen perfil IPE 240. Además cuenta con las cruces de San Andrés que se definirán con detalle más adelante en el apartado de sistema contraviento.

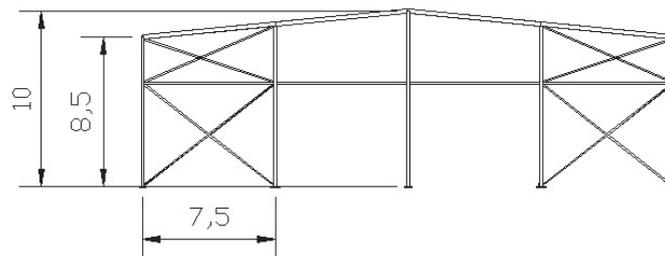


Imagen 15. Pórtico de fachada

6.6.3 Viga perimetral

La viga perimetral es un perfil que enlaza las cabezas de los pilares para mejorar la estabilidad de los mismos y para ello también se utilizan las cruces de San Andrés.

En esta nave está hecha de acero laminado S275 y perfil IPE 140. Para grandes alturas es conveniente hacerla doble para que las diagonales sean inferiores a 45° .

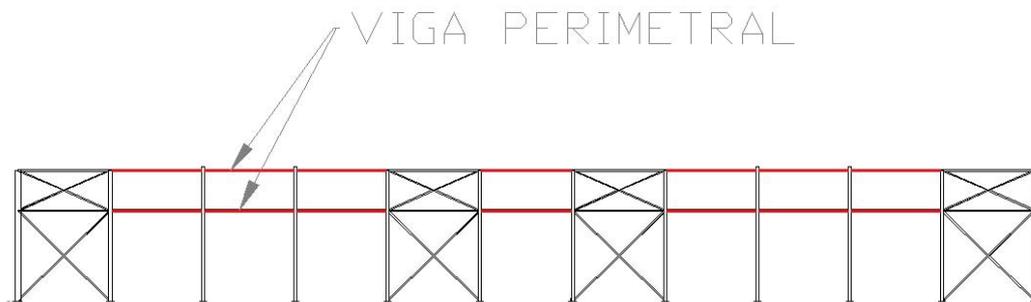


Imagen 16. Viga perimetral

6.6.4 Sistema contraviento

Las cruces de San Andrés son sistemas de arrostramiento que evitan el desplazamiento lateral y cuentan con diagonales y montantes. En la nave dichas cruces están hechas de acero laminado S275. En el caso de los arriostramientos de fachada y lateral exterior tienen perfil L 90x90x10 para las diagonales y con montantes de perfil #120x4 en la fachada frontal y trasera. Para los montantes laterales se han usado perfiles cuadrados de #80x3 en la parte central y #90x3 para los extremos.

6.7 Urbanización de parcela

La parcela, sin contar la superficie de la nave, ha sido asfaltada y se ha dispuesto una valla en todo el perímetro para separarla de las parcelas colindantes.

6.8 Oficinas

El establecimiento cuenta con un espacio destinado a la gestión que denominaremos oficinas. Este espacio es de 8.4 x 12.7 m y cuenta con un despacho, 2 aseos, sala de juntas con proyector y espacios para la espera de clientes. El despacho es de 3.4 x 8.2 m, los aseos de 2.1 x 2.9 m cada uno y la sala de juntas de 4.55x 5.9 m.

Por separado se encuentran los aseos para el personal de 2 x 4 m que cuentan con vestuarios y ducha.

Los aseos cumplen con los estándares para el paso de discapacitados.

6.9 Instalaciones pluviales

Para la nave se han dispuesto canalones, bajantes y arquetas para evacuar el agua procedente de la cubierta en caso de lluvia. Los canalones son cuadrados de acero de 750mm de desarrollo y las bajantes son de PVC de 125 mm de diámetro que se han dispuesto una cada dos pórticos. Las arquetas cuadradas de 500x500 mm.

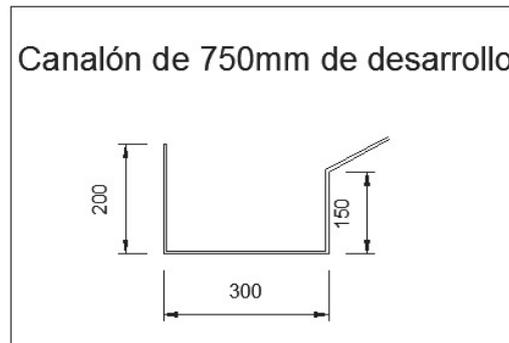


Imagen 17. Canalón

6.10 Seguridad contra incendios

En este apartado se ha realizado un precálculo.

Para la seguridad contra incendios se ha dispuesto de puertas a mitad de cada lateral, a 33m, cumpliendo la norma que especifica que deben estar dispuestas a una distancia menor de 50m de cualquier punto de la nave.

Para la sectorización del establecimiento se ha procedido de la siguiente manera:

1. Identificar el tipo de nave
2. Determinar las actividades
3. Calcular la densidad de carga de fuego
4. Determinar el nivel de riesgo intrínseco
5. Determinar la sectorización

1. Tipo de Nave

La nave es Tipo C: El establecimiento industrial ocupa totalmente un edificio, o varios, en su caso, que está a una distancia mayor de tres metros del edificio más próximo de otros establecimientos. Dicha distancia deberá estar libre de mercancías combustibles o elementos intermedios susceptibles de propagar el incendio.

2. Actividades

	S (m ²)	q (MJ/m ²)	Ra	Ci
Oficina técnica	125	600	1	1.3
Almacén de taller	465	1200	2	1.3
Taller mecánico	580.5	200	1	1
Taller pintura	36	500	1.5	1.6
Estanterías metálicas	120	19	1	1

Tabla 3. Actividades



3. Densidad de carga de fuego

La densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, de dicho sector o área de incendio se calcula como:

$$Q_s = \frac{\sum_1^i q_{si} S_i C_i}{A} R_a \left(\frac{MJ}{m^2} \right) \text{ o } \left(\frac{Mcal}{m^2} \right)$$

Donde:

Q_s = densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, del sector o área de incendio, en MJ/m² o Mcal/m².

q_{si} = densidad de carga de fuego de cada zona con proceso diferente según los distintos procesos que se realizan en el sector de incendio (i), en MJ/m² o Mcal/m².

S_i = superficie de cada zona con proceso diferente y densidad de carga de fuego, q_{si} diferente, en m².

C_i = coeficiente adimensional que pondera el grado de peligrosidad (por la combustibilidad) de cada uno de los combustibles (i) que existen en el sector de incendio.

R_a = coeficiente adimensional que corrige el grado de peligrosidad (por la activación) inherente a la actividad industrial que se desarrolla en el sector de incendio, producción, montaje, transformación, reparación, almacenamiento, etc.

Cuando existen varias actividades en el mismo sector, se tomará como factor de riesgo de activación (R_a) el inherente a la actividad de mayor riesgo de activación, siempre que dicha actividad ocupe al menos el 10 por ciento de la superficie del sector o área de incendio.

A = superficie construida del sector de incendio o superficie ocupada del área de incendio, en m².

Primero determinamos R_a :

La mayor es $R_a=2$ de la actividad almacén. Vamos a comprobar que es mayor al 10%:

$$\frac{1980 - 465}{1980} \cdot 100 = 76,52\% \rightarrow 23,48\% > 10\%$$

Por tanto queda determinada R_a .

Ahora procedemos al cálculo de Q_s :

$$Q_s = \frac{[(600 \cdot 125 \cdot 1,3) + (1200 \cdot 465 \cdot 1,3) + (200 \cdot 580,5 \cdot 1) + (500 \cdot 36 \cdot 1,6) + (19 \cdot 120 \cdot 1)] \cdot 2}{1980} = 980 \left(\frac{MJ}{m^2} \right)$$



4. Nivel de riesgo intrínseco

Una vez determinada la densidad de fuego, vamos a la tabla 1.3 del R.D 2267 y obtenemos que el nivel de riesgo intrínseco es Medio 3 ya que $850 < Q_s=980 < 1275$ (MJ/m²)

5. Sectorización

Con el nivel de riesgo intrínseco Medio 3 y el tipo de nave C, vamos a la tabla 2.1 y obtenemos una superficie máxima admisible de 5000m² y como es mayor que 1980m² los elementos caben en un mismo sector.

7. PRESUPUESTO

CAPÍTULO.....	IMPORTE
1. Acondicionamiento del terreno	59144,81
2. Cimentación.....	91930,90
3. Estructura	127559,81
4. Cubierta e interior	475689,90
5. Exteriores y extras	57636,55
Presupuesto Ejecución Material	811961,961€
Presupuesto Total	966234,734€
Presupuesto Ejecución por Contrata	1169144,03€

Asciende el presupuesto a la expresada cantidad de:

UN MILLÓN CIENTO SESENTA Y NUEVE MIL CIENTO CUARENTA Y CUATRO EUROS CON TRES CÉNTIMOS.

8. BIBLIOGRAFÍA

- Lecciones de la asignatura Tecnología de la Construcción
- Artículo de EHE
- Lecciones de la asignatura de Proyectos
- Pagina IVE
- Página INCOPERFIL
- Real decreto 2267-2004 guía técnica de aplicación



PROYECTO DE ESTABLECIMIENTO INDUSTRIAL DE 2000 m² DEDICADO AL SECTOR METALMECÁNICO

ANEXO I. NORMATIVA URBANÍSTICA

AUTORA: Alejandra Robles Alarcón

TUTOR: Pedro Ildefonso Jaén Gómez



NORMATIVA URBANÍSTICA

El polígono El Campaner establece las siguientes normas urbanísticas:

- Art 2.6.- Regulación del uso industrial

La parcela albergará, como mínimo, una plaza de aparcamiento por cada 150m² o fracción superior a 100m² de superficie destinada a la actividad productiva o almacén.

- Art.2.10.- Regulación del uso de servicios, infraestructura viaria y aparcamientos

Las dimensiones mínimas de cada plaza de aparcamiento serán de 2,5 x 4,5 metros y los pasillos de circulación tendrán un ancho mínimo de 3,5m o 6m, según sean para aparcamiento en cordón o en batería, respectivamente.

- Art.4.5.- PARAMETROS DE EMPLAZAMIENTO

1. La edificación se retirará 8 metros, como mínimo, respecto de la alineación exterior. Respecto de los lindes laterales y traseros el retranqueo será de 3 metros, salvo que se prevea adosamiento de naves.
2. El coeficiente de ocupación máxima de la parcela será el resultante de la aplicación de los retranqueos citados, si bien se establece un porcentaje máximo de ocupación del 75% de la superficie de la parcela.

- Art.4.6.- CONDICIONES DE VOLUMEN Y FORMA DE LOS EDIFICIOS

1. La máxima altura de cornisa de la edificación será de 14 metros.
2. Se establece un coeficiente de edificabilidad de 1 mt/ m²s que se aplicará sobre la superficie total de cada parcela.
3. Se permiten cubiertas inclinadas; la cumbrera no podrá situarse a más de 4 metros por encima de la altura de cornisa.

Superficie total polígono	228666m ²
Sup. Parcela	5538.51 m ²
Retranqueos	8 m vía principal, 3m laterales y trasera
Edificabilidad	1 m ² t/m ² s
Ocupación max.	75%
Altura max. cornisa	14 m
Altura max. cumbrera	Altura cornisa + 4 m = 18m max.
Aparcamientos	1 cada 150 m ²

Imagen 1. Tabla resumen normativa



PROYECTO DE ESTABLECIMIENTO INDUSTRIAL DE 2000 m² DEDICADO AL SECTOR METALMECÁNICO

ANEXO II. CÁLCULOS

AUTORA: Alejandra Robles Alarcón

TUTOR: Pedro Ildefonso Jaén Gómez





Índice cálculos

1. Modelo estructural	29
2. Materiales	29
3. Acciones sobre el edificio	30
4. Estructura metálica	33
4.1 Pórtico interior	33
4.2 Pórtico de fachada	46
4.3 Sistema de arriostramiento	59
4.3.1 Viga contraviento	59
4.3.2 Arriostramiento lateral	63
4.4 Placas de anclaje	67
5. Cimentaciones	71

ANEXO II. CÁLCULOS

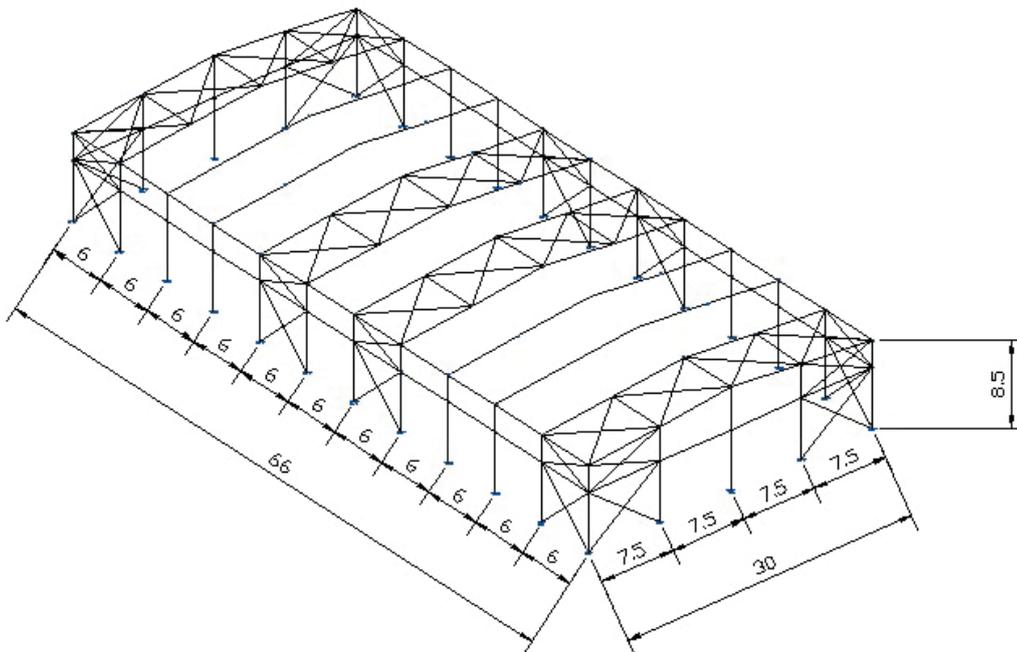
1. MODELO ESTRUCTURAL

Normas consideradas

Cimentación: EHE-08

Aceros laminados y armados: CTE DB SE-A

Categoría de uso: G1. Cubiertas accesibles únicamente para mantenimiento. No concomitante con el resto de acciones variables



2. MATERIALES

Materiales utilizados							
Material		E	v	G	f _v	α _t	γ
Tipo	Designación	(MPa)		(MPa)	(MPa)	(m/m°C)	(kN/m ³)
Acero laminado	S275	210000.00	0.300	81000.00	275.00	0.000012	77.01
Notación: <i>E</i> : Módulo de elasticidad <i>v</i> : Módulo de Poisson <i>G</i> : Módulo de cortadura <i>f_v</i> : Límite elástico <i>α_t</i> : Coeficiente de dilatación <i>γ</i> : Peso específico							



3. ACCIONES SOBRE EL EDIFICIO

Estados límite

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

1.2.1.- Situaciones de proyecto

Para las distintas situaciones de proyecto, las combinaciones de acciones se definirán de acuerdo con los siguientes criterios:

- Con coeficientes de combinación

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

- Sin coeficientes de combinación

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

- Donde:

G_k Acción permanente

P_k Acción de pretensado

Q_k Acción variable

γ_G Coeficiente parcial de seguridad de las acciones permanentes

γ_P Coeficiente parcial de seguridad de la acción de pretensado

$\gamma_{Q,1}$ Coeficiente parcial de seguridad de la acción variable principal

$\gamma_{Q,i}$ Coeficiente parcial de seguridad de las acciones variables de acompañamiento

$\Psi_{p,1}$ Coeficiente de combinación de la acción variable principal

$\Psi_{a,i}$ Coeficiente de combinación de las acciones variables de acompañamiento

Para cada situación de proyecto y estado límite los coeficientes a utilizar serán:

E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones: EHE-08

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)	0.000	1.500	0.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.500	1.000	0.600
Nieve (Q)	0.000	1.500	1.000	0.500



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

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

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

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

Tensiones sobre el terreno

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



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

Desplazamientos

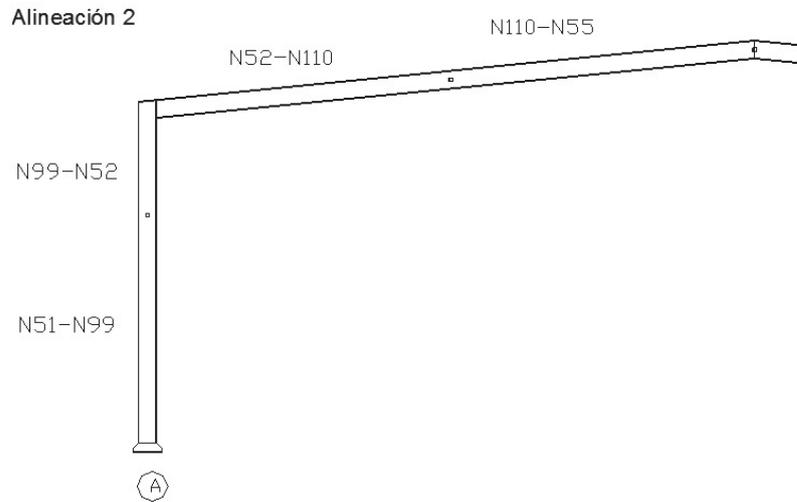
Integridad-G1	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	0.001	0.001	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	1.000	0.700
Viento (Q)	0.000	1.000	1.000	0.600
Nieve (Q)	0.000	1.000	1.000	0.500

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

apariencia	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)				
Viento (Q)				
Nieve (Q)				

4. ESTRUCTURA METÁLICA

4.1 Pórtico interior



Resistencia

Referencias:

N: Esfuerzo axil (t)

V_y: Esfuerzo cortante según el eje local Y de la barra. (t)

V_z: Esfuerzo cortante según el eje local Z de la barra. (t)

M_t: Momento torsor (t·m)

M_y: Momento flector en el plano 'XZ' (giro de la sección respecto al eje local 'Y' de la barra). (t·m)

M_z: Momento flector en el plano 'XY' (giro de la sección respecto al eje local 'Z' de la barra). (t·m)

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

Origen de los esfuerzos pésimos:

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

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

Comprobación de resistencia										
Barra	η (%)	Posición (m)	Esfuerzos pésimos						Origen	Estado
			N (t)	V _y (t)	V _z (t)	M _t (t·m)	M _y (t·m)	M _z (t·m)		
N51/N99	47.85	0.000	4.949	-0.006	-6.968	-0.001	-20.734	-0.025	GV	Cumple
N99/N52	68.48	2.393	-7.720	-0.003	5.978	0.002	-29.738	0.008	G	Cumple
N52/N110	74.08	0.227	-7.055	-0.003	-6.967	-0.008	-29.527	0.003	G	Cumple
N110/N55	46.88	6.407	-6.743	0.014	0.083	-0.008	16.913	-0.065	G	Cumple

3.1.3.- Flechas

Referencias:

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

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

Flechas								
Grupo	Flecha máxima absoluta xy		Flecha máxima absoluta xz		Flecha activa absoluta xy		Flecha activa absoluta xz	
	Flecha máxima relativa xy		Flecha máxima relativa xz		Flecha activa relativa xy		Flecha activa relativa xz	
	Pos. (m)	Flecha (mm)						
N51/N52	8.273	0.59	8.273	22.18	8.273	1.15	8.273	42.40
	8.273	L/(>1000)	8.273	L/373.0	8.273	L/(>1000)	8.273	L/373.0
N52/N55	11.456	0.41	9.195	19.79	11.833	0.77	8.818	38.27
	12.210	L/(>1000)	9.948	L/685.2	12.210	L/(>1000)	9.948	L/685.4

3.1.4.- Comprobaciones E.L.U. (Completo)

Barra N51/N99

Perfil: IPE 450							
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)
	N51	N99	5.880	98.80	33740.00	1676.00	66.90
	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	2.02	0.00	0.00		
	L _k	4.116	11.900	0.000	0.000		
	C _m	1.000	0.900	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.

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

$\bar{\lambda} : 1.12$ ✓

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de Clase : 4



deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

A_{ef} : Área de la sección eficaz para las secciones de clase 4.	A_{ef} : <u>93.67</u> cm ²
f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	f_y : <u>2803.26</u> kp/cm ²
N_{cr} : Axil crítico de pandeo elástico.	N_{cr} : <u>209.013</u> t

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} : <u>503.386</u> t
---	--

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

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.	N_{cr,z} : <u>209.013</u> t
---	--

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

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.	N_{cr,T} : <u>∞</u>
---	------------------------------------

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

Donde:

I_y : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.	I_y : <u>33740.00</u> cm ⁴
I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.	I_z : <u>1676.00</u> cm ⁴
I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.	I_t : <u>66.90</u> cm ⁴
I_w : Constante de alabeo de la sección.	I_w : <u>791000.00</u> cm ⁶
E : Módulo de elasticidad.	E : <u>2140673</u> kp/cm ²
G : Módulo de elasticidad transversal.	G : <u>825688</u> kp/cm ²
L_{ky} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.	L_{ky} : <u>11.900</u> m
L_{kz} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.	L_{kz} : <u>4.116</u> m
L_{kt} : Longitud efectiva de pandeo por torsión.	L_{kt} : <u>0.000</u> m
i₀ : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.	i₀ : <u>18.93</u> 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 : <u>18.48</u> cm	i_z : <u>4.12</u> 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 : <u>0.00</u> mm	z₀ : <u>0.00</u> mm

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

Se debe satisfacer:

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

$$44.77 \leq 273.56 \quad \checkmark$$

Donde:

h_w : Altura del alma.

t_w : Espesor del alma.

A_w : Área del alma.

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

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

E : Módulo de elasticidad.

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

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

$$h_w : \underline{420.80} \text{ mm}$$

$$t_w : \underline{9.40} \text{ mm}$$

$$A_w : \underline{39.56} \text{ cm}^2$$

$$A_{fc,ef} : \underline{27.74} \text{ cm}^2$$

$$k : \underline{0.30}$$

$$E : \underline{2140673} \text{ kp/cm}^2$$

$$f_{yf} : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : \underline{0.021} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N99, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(0°)H1.

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

$$N_{t,Ed} : \underline{5.513} \text{ t}$$

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

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

$$N_{t,Rd} : \underline{263.774} \text{ t}$$

Donde:

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

$$A : \underline{98.80} \text{ cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

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

Siendo:

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

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

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

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

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : \underline{0.036} \quad \checkmark$$

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

$$\eta : \underline{0.069} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N51, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q.

$$N_{c,Ed}: \text{Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.} \quad N_{c,Ed} : \underline{8.991} \text{ t}$$

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

$$N_{c,Rd} = A_{ef} \cdot f_{yd} \quad N_{c,Rd} : \underline{250.072} \text{ t}$$

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 :** 4

A_{ef}: Área de la sección eficaz para las secciones de clase 4. **A_{ef} :** 93.67 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd} :** 2669.77 kp/cm²

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

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y :** 2803.26 kp/cm²

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:

$$N_{b,Rd} = \chi \cdot A_{ef} \cdot f_{yd} \quad N_{b,Rd} : \underline{130.759} \text{ t}$$

Donde:

A_{ef}: Área de la sección eficaz para las secciones de clase 4. **A_{ef} :** 93.67 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd} :** 2669.77 kp/cm²

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

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y :** 2803.26 kp/cm²

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M1} :** 1.05

χ: Coeficiente de reducción por pandeo.

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

$$\chi_y : 0.84$$

$$\chi_z : 0.52$$

Siendo:

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

$$\phi_y : 0.82$$

$$\phi_z : 1.28$$

α : Coeficiente de imperfección elástica.

$$\alpha_y : 0.21$$

$$\alpha_z : 0.34$$

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

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

$$\bar{\lambda}_y : 0.72$$

$$\bar{\lambda}_z : 1.12$$

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

$$N_{cr} : 209.013 \text{ t}$$

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

$$N_{cr,y} : 503.386 \text{ t}$$

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

$$N_{cr,z} : 209.013 \text{ t}$$

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

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

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : 0.456 \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N51, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q.

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

$$M_{Ed}^+ : 19.721 \text{ t}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N51, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(0°)H1.

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

$$M_{Ed}^- : 20.734 \text{ t}\cdot\text{m}$$

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

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

$$M_{c,Rd} : 45.440 \text{ t}\cdot\text{m}$$

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.

$$\text{Clase} : 1$$

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

$$W_{pl,y} : 1702.00 \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : 2669.77 \text{ kp/cm}^2$$



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

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	f_y	:	<u>2803.26</u> kp/cm ²
γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.	γ_{Mo}	:	<u>1.05</u>

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:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1 \quad \eta : \underline{0.004} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N51, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(270°)H1.

$$M_{Ed}^+ : \text{Momento flector solicitante de cálculo pésimo.} \quad M_{Ed}^+ : \underline{0.026} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N51, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(0°)H2+0.75·N(EI).

$$M_{Ed}^- : \text{Momento flector solicitante de cálculo pésimo.} \quad M_{Ed}^- : \underline{0.026} \text{ t}\cdot\text{m}$$

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

$$M_{c,Rd} = W_{pl,z} \cdot f_{yd} \quad M_{c,Rd} : \underline{7.369} \text{ t}\cdot\text{m}$$

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. $W_{pl,z} : \underline{276.00} \text{ cm}^3$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. $f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$

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

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	f_y	:	<u>2803.26</u> kp/cm ²
γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.	γ_{Mo}	:	<u>1.05</u>

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 : 0.089 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N51, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(0°)H1.

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

V_{Ed} : 6.968 t

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

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

$V_{c,Rd}$: 78.340 t

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

A_v : 50.82 cm²

$$A_v = h \cdot t_w$$

Siendo:

h : Canto de la sección.

h : 450.00 mm

t_w : Espesor del alma.

t_w : 9.40 mm

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

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

Siendo:

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

f_y : 2803.26 kp/cm²

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

γ_{Mo} : 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:

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

40.30 < 64.71 ✓

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma.

λ_w : 40.30

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

$\lambda_{m\acute{a}x}$: 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} : 2395.51 kp/cm²
 f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 2803.26 kp/cm²

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1 \qquad \eta < \underline{0.001} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(0°)H2+0.75·N(EI).

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 0.007 t

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

$$V_{c,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}} \qquad V_{c,Rd} : \underline{91.320} \text{ t}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante. A_v : 59.24 cm²

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

Siendo:

A : Área de la sección bruta. A : 98.80 cm²

d : Altura del alma. d : 420.80 mm

t_w : Espesor del alma. t_w : 9.40 mm

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

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

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{Mo} : 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 $V_{c,Rd}$.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2} \qquad 6.968 \text{ t} \leq 39.170 \text{ t} \quad \checkmark$$

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} : 6.968 t



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

$$V_{c,Rd} : \underline{78.340} \text{ t}$$

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 $V_{c,Rd}$.

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

$$0.007 \text{ t} \leq \underline{45.660} \text{ t} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V(0^\circ)H2 + 0.75 \cdot N(EI)$.

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

$$V_{Ed} : \underline{0.007} \text{ t}$$

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

$$V_{c,Rd} : \underline{91.320} \text{ t}$$

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : \underline{0.478} \quad \checkmark$$

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

$$\eta : \underline{0.445} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N51, para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V(0^\circ)H1$.

Donde:

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

$$N_{t,Ed} : \underline{4.949} \text{ t}$$

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{y,Ed} : \underline{20.734} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$M_{z,Ed} : \underline{0.025} \text{ t}\cdot\text{m}$$

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.

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

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a tracción.

$$N_{pl,Rd} : \underline{263.774} \text{ t}$$

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{pl,Rd,y} : \underline{45.440} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$M_{pl,Rd,z} : \underline{7.369} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.1)

$M_{ef,Ed}$: Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{ef,Ed} : \underline{-20.052} \text{ t}\cdot\text{m}$$



$$M_{ef,Ed} = W_{y,com} \cdot \sigma_{com,Ed}$$

Siendo:

$\sigma_{com,Ed}$: Tensión combinada en la fibra extrema comprimida.

$$\sigma_{com,Ed} : \underline{1178.13} \text{ kp/cm}^2$$

$$\sigma_{com,Ed} = \frac{M_{y,Ed}}{W_{y,com}} - 0.8 \cdot \frac{N_{t,Ed}}{A}$$

$W_{y,com}$: Módulo resistente de la sección referido a la fibra extrema comprimida, alrededor del eje Y.

$$W_{y,com} : \underline{1702.00} \text{ cm}^3$$

A : Área de la sección bruta.

$$A : \underline{98.80} \text{ cm}^2$$

$M_{b,Rd,y}$: Momento flector resistente de cálculo.

$$M_{b,Rd,y} : \underline{45.440} \text{ t}\cdot\text{m}$$

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 $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V(0^\circ)H1$.

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

$$6.968 \text{ t} \leq 39.133 \text{ t} \quad \checkmark$$

Donde:

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

$$V_{Ed,z} : \underline{6.968} \text{ t}$$

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

$$V_{c,Rd,z} : \underline{78.266} \text{ t}$$

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : \underline{0.002} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot Q$.

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

$$M_{T,Ed} : \underline{0.002} \text{ t}\cdot\text{m}$$

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

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

$$M_{T,Rd} : \underline{0.706} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : \underline{45.82} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

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

Siendo:

$$f_y: \text{ Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} \quad f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$
$$\gamma_{Mo}: \text{ Coeficiente parcial de seguridad del material.} \quad \gamma_{Mo} : \underline{1.05}$$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1 \quad \eta : \underline{0.076} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q.

$$V_{Ed}: \text{ Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.} \quad V_{Ed} : \underline{5.978} \text{ t}$$

$$M_{T,Ed}: \text{ Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.} \quad M_{T,Ed} : \underline{0.002} \text{ t}\cdot\text{m}$$

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

$$V_{pl,T,Rd} = \sqrt{1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{1.25 \cdot f_{yd} / \sqrt{3}}} \cdot V_{pl,Rd} \quad V_{pl,T,Rd} : \underline{78.266} \text{ t}$$

Donde:

$$V_{pl,Rd}: \text{ Esfuerzo cortante resistente de cálculo.} \quad V_{pl,Rd} : \underline{78.340} \text{ t}$$

$$\tau_{T,Ed}: \text{ Tensiones tangenciales por torsión.} \quad \tau_{T,Ed} : \underline{3.64} \text{ kp/cm}^2$$

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

Siendo:

$$W_T: \text{ Módulo de resistencia a torsión.} \quad W_T : \underline{45.82} \text{ cm}^3$$

$$f_{yd}: \text{ Resistencia de cálculo del acero.} \quad f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

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

Siendo:

$$f_y: \text{ Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} \quad f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

$$\gamma_{Mo}: \text{ Coeficiente parcial de seguridad del material.} \quad \gamma_{Mo} : \underline{1.05}$$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1 \quad \eta < \underline{0.001} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q.



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

V_{Ed} : 0.000 t

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

$M_{T,Ed}$: 0.002 t.m

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

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

$V_{pl,T,Rd}$: 91.233 t

Donde:

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

$V_{pl,Rd}$: 91.320 t

$\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión.

$\tau_{T,Ed}$: 3.64 kp/cm²

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

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

W_T : 45.82 cm³

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

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

Siendo:

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

f_y : 2803.26 kp/cm²

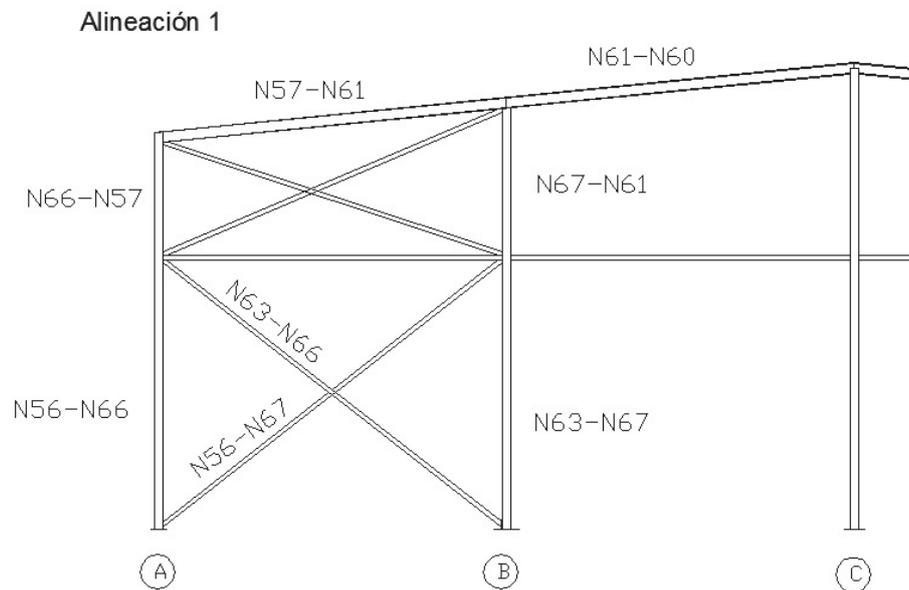
γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{Mo} : 1.05

Comprobaciones E.L.U (Resumido)

Barras	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	$M_y V_z$	$M_z V_y$	
N51/N99	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 5.88 m $\eta = 2.1$	x: 0 m $\eta = 6.9$	x: 0 m $\eta = 45.6$	x: 0 m $\eta = 0.4$	x: 0 m $\eta = 8.9$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 47.8$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.2$	$\eta = 7.6$	$\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 47.8$
N99/N52	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 2.391 m $\eta = 2.1$	x: 0 m $\eta = 4.2$	x: 2.393 m $\eta = 65.4$	x: 0 m $\eta = 0.2$	x: 2.393 m $\eta = 8.0$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 2.393 m $\eta = 68.5$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.2$	$\eta = 7.6$	$\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 68.5$
N52/N110	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 7.537 m $\eta = 2.6$	x: 0.227 m $\eta = 10.7$	x: 0.227 m $\eta = 65.0$	x: 7.537 m $\eta = 0.3$	x: 0.227 m $\eta = 8.9$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.227 m $\eta = 74.1$	$\eta < 0.1$	$\eta = 1.1$	x: 0.227 m $\eta = 8.9$	$\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 74.1$
N110/N55	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 7.537 m $\eta = 3.3$	x: 0 m $\eta = 10.7$	x: 6.407 m $\eta = 37.2$	x: 7.537 m $\eta = 1.1$	x: 0 m $\eta = 4.0$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 6.407 m $\eta = 46.9$	$\eta < 0.1$	$\eta = 1.1$	x: 0 m $\eta = 4.0$	$\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 46.9$
Notación: $\bar{\lambda}$: Limitación de esbeltez λ_w : Abolladura del alma inducida por el ala comprimida N_t : Resistencia a tracción N_c : Resistencia a compresión M_y : Resistencia a flexión eje Y M_z : Resistencia a flexión eje Z V_z : Resistencia a corte Z V_y : Resistencia a corte Y $M_y V_z$: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados $M_z V_y$: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados $NM_y M_z$: Resistencia a flexión y axil combinados $NM_y M_z V_y V_z$: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados M_t : Resistencia a torsión $M_y V_z$: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados $M_z V_y$: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados x : Distancia al origen de la barra η : Coeficiente de aprovechamiento (%)																

4.2 Pórtico de fachada



Resistencia

Referencias:

N: Esfuerzo axial (t)

V_y: Esfuerzo cortante según el eje local Y de la barra. (t)

V_z: Esfuerzo cortante según el eje local Z de la barra. (t)

M_t: Momento torsor (t·m)

M_y: Momento flector en el plano 'XZ' (giro de la sección respecto al eje local 'Y' de la barra). (t·m)

M_z: Momento flector en el plano 'XY' (giro de la sección respecto al eje local 'Z' de la barra). (t·m)

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

Origen de los esfuerzos pésimos:

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

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



Comprobación de resistencia										
Barra	η (%)	Posición (m)	Esfuerzos pésimos						Origen	Estado
			N (t)	Vy (t)	Vz (t)	Mt (t·m)	My (t·m)	Mz (t·m)		
N56/N66	40.72	5.880	-3.350	-0.605	-0.513	0.000	0.305	1.427	GV	Cumple
N66/N57	29.60	0.000	-1.055	-0.962	0.857	0.000	0.596	-1.677	GV	Cumple
N57/N61	31.20	7.537	-1.374	-0.052	-1.621	0.000	2.402	0.106	GV	Cumple
N61/N60	32.37	0.000	-2.590	0.090	1.529	0.000	2.402	0.106	GV	Cumple
N63/N67	94.78	0.000	-4.687	0.215	6.667	0.000	30.036	0.405	GV	Cumple
N67/N61	25.23	0.000	-1.726	-0.264	2.313	0.000	3.635	-0.859	GV	Cumple
N56/N67	6.66	0.000	3.040	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	Cumple
N63/N66	5.86	0.000	2.675	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	Cumple

3.1.3.- Flechas

Referencias:

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

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

Flechas								
Grupo	Flecha máxima absoluta xy		Flecha máxima absoluta xz		Flecha activa absoluta xy		Flecha activa absoluta xz	
	Flecha máxima relativa xy		Flecha máxima relativa xz		Flecha activa relativa xy		Flecha activa relativa xz	
	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)
N56/N57	5.145	12.62	3.675	0.39	5.513	24.56	3.675	0.61
	5.145	L/673.5	3.675	L/(>1000)	5.145	L/673.5	3.675	L/(>1000)
N57/N60	3.015	4.64	3.392	6.19	3.015	7.74	3.392	8.06
	3.015	L/(>1000)	3.015	L/(>1000)	3.015	L/(>1000)	3.015	L/(>1000)
N63/N61	5.145	11.57	3.308	12.86	5.145	22.91	3.308	23.47
	5.145	L/789.0	3.308	L/709.6	5.145	L/789.0	3.308	L/709.6
N56/N67	7.743	0.00	7.148	0.00	7.743	0.00	3.574	0.00
	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)
N63/N66	8.935	0.00	5.361	0.00	8.935	0.00	8.339	0.00
	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)

3.1.4.- Comprobaciones E.L.U. (Completo)

Barra N56/N66

Perfil: IPE 400 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)
	N56	N66	5.880	84.50	23130.00	1318.00	51.10
	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	0.70	0.00	0.00		
	L _K	4.116	4.116	0.000	0.000		
	C _m	1.000	0.550	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.

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

$$\bar{\lambda} : 1.20 \quad \checkmark$$

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. **Clase:** 3

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

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

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

$$f_y : 2803.26 \text{ kp/cm}^2$$

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico.

$$N_{cr} : 164.367 \text{ t}$$

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.

$$N_{cr,y} : 2884.529 \text{ t}$$

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

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

$$N_{cr,z} : 164.367 \text{ t}$$

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

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

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

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

Donde:

I_y : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.	I_y : <u>23130.00</u> cm ⁴
I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.	I_z : <u>1318.00</u> cm ⁴
I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.	I_t : <u>51.10</u> cm ⁴
I_w : Constante de alabeo de la sección.	I_w : <u>490000.00</u> cm ⁶
E : Módulo de elasticidad.	E : <u>2140673</u> kp/cm ²
G : Módulo de elasticidad transversal.	G : <u>825688</u> kp/cm ²
L_{ky} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.	L_{ky} : <u>4.116</u> m
L_{kz} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.	L_{kz} : <u>4.116</u> m
L_{kt} : Longitud efectiva de pandeo por torsión.	L_{kt} : <u>0.000</u> m
i_0 : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.	i_0 : <u>17.01</u> 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 : <u>16.54</u> cm	i_z : <u>3.95</u> cm
y_0 , z_0 : 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 : <u>0.00</u> mm	z_0 : <u>0.00</u> mm

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

Se debe satisfacer:

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

$$43.37 \leq 263.21 \quad \checkmark$$

Donde:

h_w : Altura del alma.	h_w : <u>373.00</u> mm
t_w : Espesor del alma.	t_w : <u>8.60</u> mm
A_w : Área del alma.	A_w : <u>32.08</u> cm ²
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida.	$A_{fc,ef}$: <u>24.30</u> cm ²
k : Coeficiente que depende de la clase de la sección.	k : <u>0.30</u>
E : Módulo de elasticidad.	E : <u>2140673</u> kp/cm ²
f_{yf} : Límite elástico del acero del ala comprimida.	f_{yf} : <u>2803.26</u> kp/cm ²

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 : 0.003 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N66, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(270°)H1.

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

$N_{t,Ed}$: 0.628 t

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

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

$N_{t,Rd}$: 225.596 t

Donde:

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

A : 84.50 cm²

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

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

Siendo:

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

f_y : 2803.26 kp/cm²

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

γ_{Mo} : 1.05

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

Se debe satisfacer:

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

η : 0.019 ✓

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

η : 0.040 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N56, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(180°)H2+0.75·N(EI).

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

$N_{c,Ed}$: 4.325 t

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

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

$N_{c,Rd}$: 225.596 t

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. **A :** 84.50 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd} :** 2669.77 kp/cm²

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

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y :** 2803.26 kp/cm²

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

$$N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_{yd} \quad N_{b,Rd} : \underline{107.805} \text{ t}$$

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A :** 84.50 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd} :** 2669.77 kp/cm²

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

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y :** 2803.26 kp/cm²

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M1} :** 1.05

χ: Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - (\bar{\lambda})^2}} \leq 1 \quad \chi_y : \underline{0.98}$$

$$\chi_z : \underline{0.48}$$

Siendo:

$$\Phi = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha \cdot (\bar{\lambda} - 0.2) + (\bar{\lambda})^2 \right] \quad \phi_y : \underline{0.55}$$

$$\phi_z : \underline{1.39}$$

α: Coeficiente de imperfección elástica. **α_y :** 0.21

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

λ̄: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}} \quad \bar{\lambda}_y : \underline{0.29}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{1.20}$$

N_{cr}: Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores: **N_{cr} :** 164.367 t

N_{cr,y}: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. **N_{cr,y} :** 2884.529 t

N_{cr,z}: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. **N_{cr,z} :** 164.367 t

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

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : \underline{0.061} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N56, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot V(0^\circ)H2 + 0.75 \cdot N(EI)$.

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

$$M_{Ed}^+ : \underline{2.133} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N56, para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V(270^\circ)H1$.

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

$$M_{Ed}^- : \underline{1.474} \text{ t}\cdot\text{m}$$

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

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

$$M_{c,Rd} : \underline{34.894} \text{ t}\cdot\text{m}$$

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.

$$W_{pl,y} : \underline{1307.00} \text{ cm}^3$$

 f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

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

Siendo:

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

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

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

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

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:

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

$$\eta : \underline{0.274} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N66, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot V(180^\circ)H2 + 0.75 \cdot N(R)1$.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo. $M_{Ed}^+ : 1.427 \text{ t}\cdot\text{m}$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N66, para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V(0^\circ)H2 + 0.75 \cdot N(R)2$.

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo. $M_{Ed}^- : 1.677 \text{ t}\cdot\text{m}$

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

$M_{c,Rd} = W_{pl,z} \cdot f_{yd}$ $M_{c,Rd} : 6.114 \text{ t}\cdot\text{m}$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de **Clase** : 1
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 $W_{pl,z} : 229.00 \text{ cm}^3$
fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. $f_{yd} : 2669.77 \text{ kp/cm}^2$

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

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_y : 2803.26 \text{ kp/cm}^2$

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material. $\gamma_{Mo} : 1.05$

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

Se debe satisfacer:

$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$ $\eta : 0.025 \checkmark$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N56, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot V(0^\circ)H2 + 0.75 \cdot N(EI)$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed} : 1.676 \text{ t}$

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

$V_{c,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$ $V_{c,Rd} : 65.865 \text{ t}$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante. $A_v : 42.73 \text{ cm}^2$

$A_v = h \cdot t_w$

Siendo:

h : Canto de la sección. $h : 400.00 \text{ mm}$



t_w : Espesor del alma.

t_w : 8.60 mm

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

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

Siendo:

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

f_y : 2803.26 kp/cm²

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

γ_{Mo} : 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} : 2395.51 kp/cm²

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

f_y : 2803.26 kp/cm²

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

Se debe satisfacer:

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

η : 0.016 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N56, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(270°)H1+0.75·N(R)2.

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

V_{Ed} : 1.278 t

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

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

$V_{c,Rd}$: 80.803 t

Donde:



A_v : Área transversal a cortante.

A_v : 52.42 cm²

$A_v = A - d \cdot t_w$

Siendo:

A : Área de la sección bruta.

A : 84.50 cm²

d : Altura del alma.

d : 373.00 mm

t_w : Espesor del alma.

t_w : 8.60 mm

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{vd} : 2669.77 kp/cm²

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

Siendo:

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

f_y : 2803.26 kp/cm²

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

γ_{Mo} : 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 $V_{c,Rd}$.

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

1.676 t ≤ 32.933 t ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(0°)H2+0.75·N(EI).

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

V_{Ed} : 1.676 t

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

$V_{c,Rd}$: 65.865 t

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 $V_{c,Rd}$.

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

1.278 t ≤ 40.401 t ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(270°)H1+0.75·N(R)2.

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

V_{Ed} : 1.278 t

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

$V_{c,Rd}$: 80.803 t

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{el,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{el,Rd,z}} \leq 1 \quad \eta : \underline{0.390} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{el,y} \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_{yd}} \leq 1 \quad \eta : \underline{0.392} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + \alpha_y \cdot k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_{yd}} \leq 1 \quad \eta : \underline{0.407} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N66, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot V(180^\circ)H2 + 0.75 \cdot N(R)1$.

Donde:

N_{c,Ed}: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. **N_{c,Ed}** : 3.350 t

M_{y,Ed}, M_{z,Ed}: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. **M_{y,Ed}⁺** : 0.305 t·m
M_{z,Ed}⁺ : 1.427 t·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** : 3

N_{pl,Rd}: Resistencia a compresión de la sección bruta. **N_{pl,Rd}** : 225.596 t

M_{el,Rd,y}, M_{el,Rd,z}: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones elásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente. **M_{el,Rd,y}** : 30.876 t·m
M_{el,Rd,z} : 3.910 t·m

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

A: Área de la sección bruta. **A** : 84.50 cm²

W_{el,y}, W_{el,z}: Módulos resistentes elásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. **W_{el,y}** : 1156.50 cm³
W_{el,z} : 146.44 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : 2669.77 kp/cm²

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

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : 2803.26 kp/cm²

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M1}** : 1.05

k_y, k_z: Coeficientes de interacción.

$$k_y = 1 + 0.6 \cdot \bar{\lambda}_y \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot N_{c,Rd}} \quad k_y : \underline{1.00}$$

$$k_z = 1 + 0.6 \cdot \bar{\lambda}_z \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}} \quad k_z : \underline{1.02}$$

C_{m,y}, C_{m,z}: Factores de momento flector uniforme equivalente. **C_{m,y}** : 0.55
C_{m,z} : 1.00

χ_y, χ_z: Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los **χ_y** : 0.98



ejes Y y Z, respectivamente.

$$\chi_z : \underline{0.48}$$

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

$$\bar{\lambda}_y : \underline{0.29}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{1.20}$$

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

$$\alpha_y : \underline{0.80}$$

$$\alpha_z : \underline{1.00}$$

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 $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot V(0^\circ)H2 + 0.75 \cdot N(EI)$.

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

$$1.676 \text{ t} \leq 32.933 \text{ t} \quad \checkmark$$

Donde:

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

$$V_{Ed,z} : \underline{1.676} \text{ t}$$

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

$$V_{c,Rd,z} : \underline{65.865} \text{ t}$$

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.



Comprobaciones E.L.U. (Resumido)

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)														Estado	
	$\bar{\lambda}$	λ_w	N_t	N_c	M_y	M_z	V_z	V_y	M_yV_z	M_zV_y	NM_yM_z	$NM_yM_zV_yV_z$	M_t	M_tV_z		M_tV_y
N56/N66	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 5.88 m $\eta = 0.3$	x: 0 m $\eta = 4.0$	x: 0 m $\eta = 6.1$	x: 5.88 m $\eta = 27.4$	x: 0 m $\eta = 2.5$	x: 0 m $\eta = 1.6$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 5.88 m $\eta = 40.7$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 40.7$
N66/N57	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 2.62 m $\eta = 0.5$	x: 0 m $\eta = 0.7$	x: 0 m $\eta = 1.9$	x: 0 m $\eta = 27.4$	x: 0 m $\eta = 1.3$	x: 0 m $\eta = 1.2$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 29.6$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 29.6$
N57/N61	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.377 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 7.537 m $\eta = 0.4$	x: 0 m $\eta = 1.8$	x: 7.537 m $\eta = 24.5$	x: 7.537 m $\eta = 6.7$	x: 7.537 m $\eta = 5.5$	x: 0 m $\eta = 0.2$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.377 m $\eta = 31.2$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 31.2$
N61/N60	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 7.537 m $\eta = 1.9$	x: 0 m $\eta = 3.3$	x: 0 m $\eta = 24.5$	x: 0 m $\eta = 6.7$	x: 0 m $\eta = 5.2$	x: 0 m $\eta = 0.3$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 32.4$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 32.4$
N63/N67	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 5.88 m $\eta = 1.2$	x: 0 m $\eta = 4.3$	x: 0 m $\eta = 86.1$	x: 5.88 m $\eta = 14.4$	x: 0 m $\eta = 10.1$	$\eta = 0.3$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 94.8$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 94.8$
N67/N61	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 3.247 m $\eta = 1.4$	x: 0 m $\eta = 1.7$	x: 0 m $\eta = 10.4$	x: 0 m $\eta = 14.4$	x: 0 m $\eta = 3.5$	$\eta = 0.3$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 25.2$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 25.2$

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)														Estado
	$\bar{\lambda}$	N_t	N_c	M_y	M_z	V_z	V_y	M_yV_z	M_zV_y	NM_yM_z	$NM_yM_zV_yV_z$	M_t	M_tV_z	M_tV_y	
N56/N67	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 6.7$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁸⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 6.7$
N63/N66	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 5.9$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁸⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 5.9$

Notación:

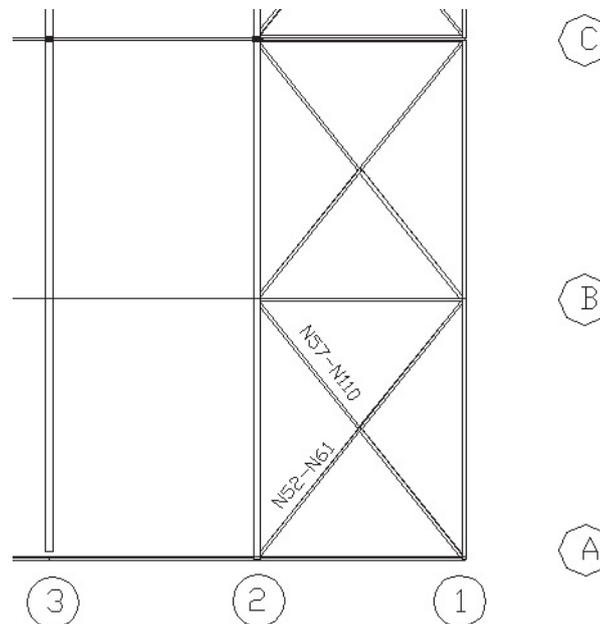
- $\bar{\lambda}$: Limitación de esbeltez
- λ_w : Abolladura del alma inducida por el ala comprimida
- N_t : Resistencia a tracción
- N_c : Resistencia a compresión
- M_y : Resistencia a flexión eje Y
- M_z : Resistencia a flexión eje Z
- V_z : Resistencia a corte Z
- V_y : Resistencia a corte Y
- M_yV_z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

Comprobaciones que no proceden (N.P.):

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

4.3. Sistema de arriostramiento

4.3.1. Viga contraviento



Resistencia

Referencias:

N: Esfuerzo axial (t)

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

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

Mt: Momento torsor (t·m)

My: Momento flector en el plano 'XZ' (giro de la sección respecto al eje local 'Y' de la barra). (t·m)

Mz: Momento flector en el plano 'XY' (giro de la sección respecto al eje local 'Z' de la barra). (t·m)

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

Origen de los esfuerzos pésimos:

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

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

Comprobación de resistencia										
Barra	η (%)	Posición (m)	Esfuerzos pésimos						Origen	Estado
			N (t)	Vy (t)	Vz (t)	Mt (t·m)	My (t·m)	Mz (t·m)		
N52/N61	5.41	0.000	2.469	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	Cumple
N57/N110	4.83	0.000	2.204	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	Cumple

3.1.3.- Flechas

Referencias:

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

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

Flechas								
Grupo	Flecha máxima absoluta xy		Flecha máxima absoluta xz		Flecha activa absoluta xy		Flecha activa absoluta xz	
	Flecha máxima relativa xy		Flecha máxima relativa xz		Flecha activa relativa xy		Flecha activa relativa xz	
	Pos. (m)	Flecha (mm)						
N52/N61	7.225	0.00	9.032	0.00	7.225	0.00	6.021	0.00
	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)
N57/N110	9.032	0.00	7.828	0.00	9.032	0.00	8.430	0.00
	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)

3.1.4.- Comprobaciones E.L.U. (Completo)

Barra N52/N61

Perfil: L 90 x 90 x 10 Material: Acero (S275)										
Nudos	Longitud (m)	Características mecánicas								
		Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _{yz} ⁽⁴⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)	y _a ⁽³⁾ (mm)	z _a ⁽³⁾ (mm)	α ⁽⁵⁾ (grados)	
N52	N61	9.634	17.10	126.90	126.90	74.57	5.67	19.20	-19.20	-45.0
<p>Notas:</p> <p>(1) Inercia respecto al eje indicado</p> <p>(2) Momento de inercia a torsión uniforme</p> <p>(3) Coordenadas del centro de gravedad</p> <p>(4) Producto de inercia</p> <p>(5) Es el ángulo que forma el eje principal de inercia U respecto al eje Y, positivo en sentido antihorario.</p>										
			Pandeo		Pandeo lateral					
			Plano XY	Plano XZ	Ala sup.		Ala inf.			
β			0.00	0.00	0.00		0.00			
L _k			0.000	0.000	0.000		0.000			
C _m			1.000	1.000	1.000		1.000			
C ₁			-		1.000					
<p>Notación:</p> <p>β: Coeficiente de pandeo</p> <p>L_k: Longitud de pandeo (m)</p> <p>C_m: Coeficiente de momentos</p> <p>C₁: Factor de modificación para el momento crítico</p>										

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 de arriostramiento traccionadas no debe superar el valor 4.0.

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

$$\bar{\lambda} < 0.01 \quad \checkmark$$



Donde:

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

A : 17.10 cm²

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

f_y : 2803.26 kp/cm²

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico.

N_{cr} : ∞

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 : 0.054 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(180°)H2+0.75·N(EI).

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

N_{t,Ed} : 2.469 t

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

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

N_{t,Rd} : 45.653 t

Donde:

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

A : 17.10 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

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

Siendo:

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

f_y : 2803.26 kp/cm²

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

γ_{Mo} : 1.05

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

La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.

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

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

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

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

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

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

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

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

TRABAJO FIN DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES

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)

No hay interacción entre axil y momento flector ni entre momentos flectores en ambas direcciones para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

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

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

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)

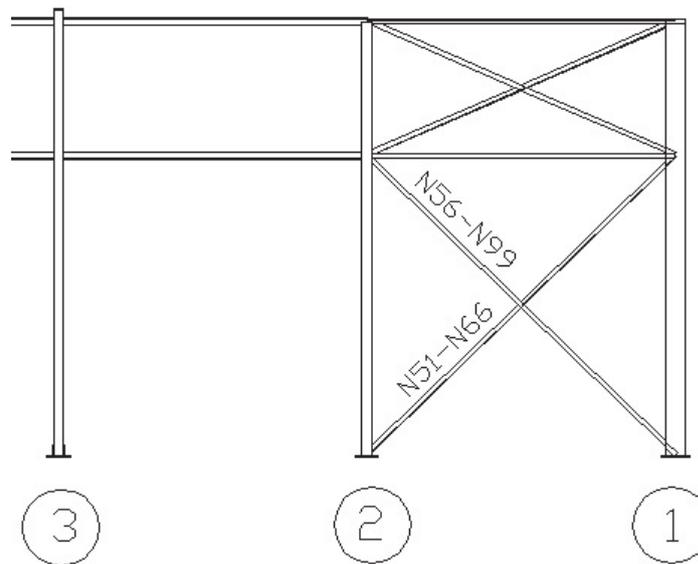
No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Comprobaciones E.L.U (Resumido)

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)													Estado	
	$\bar{\lambda}$	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	$M_t V_Z$		$M_t V_Y$
N52/N61	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 5.4$	$N_{Ed} = 0.00$ 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 $\eta = 5.4$
N57/N110	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 4.8$	$N_{Ed} = 0.00$ 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 $\eta = 4.8$
<p><i>Notación:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> $\bar{\lambda}$: Limitación de esbeltez N_t: Resistencia a tracción N_c: Resistencia a compresión M_Y: Resistencia a flexión eje Y M_Z: Resistencia a flexión eje Z V_Z: Resistencia a corte Z V_Y: Resistencia a corte Y $M_Y V_Z$: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados $M_Z V_Y$: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados $N M_Y M_Z$: Resistencia a flexión y axil combinados $N M_Y M_Z V_Y V_Z$: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados M_t: Resistencia a torsión $M_t V_Z$: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados $M_t V_Y$: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados x: Distancia al origen de la barra η: Coeficiente de aprovechamiento (%) N.P.: No procede <p><i>Comprobaciones que no proceden (N.P.):</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ⁽¹⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión. ⁽²⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento flector. ⁽³⁾ La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante. ⁽⁴⁾ No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede. ⁽⁵⁾ No hay interacción entre axil y momento flector ni entre momentos flectores en ambas direcciones para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede. ⁽⁶⁾ No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede. ⁽⁷⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor. ⁽⁸⁾ No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede. 															

4.3.2 Arriostramiento lateral

Lateral alineación A



Resistencia

Referencias:

- N: Esfuerzo axil (t)
- Vy: Esfuerzo cortante según el eje local Y de la barra. (t)
- Vz: Esfuerzo cortante según el eje local Z de la barra. (t)
- Mt: Momento torsor (t·m)
- My: Momento flector en el plano 'XZ' (giro de la sección respecto al eje local 'Y' de la barra). (t·m)
- Mz: Momento flector en el plano 'XY' (giro de la sección respecto al eje local 'Z' de la barra). (t·m)

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

Origen de los esfuerzos pésimos:

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

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

Comprobación de resistencia										
Barra	η (%)	Posición (m)	Esfuerzos pésimos						Origen	Estado
			N (t)	Vy (t)	Vz (t)	Mt (t·m)	My (t·m)	Mz (t·m)		
N51/N66	5.36	0.000	2.447	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	Cumple
N56/N99	5.46	0.281	2.494	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	Cumple

3.1.3.- Flechas

Referencias:

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

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

Flechas								
Grupo	Flecha máxima absoluta xy		Flecha máxima absoluta xz		Flecha activa absoluta xy		Flecha activa absoluta xz	
	Flecha máxima relativa xy		Flecha máxima relativa xz		Flecha activa relativa xy		Flecha activa relativa xz	
	Pos. (m)	Flecha (mm)						
N51/N66	7.612	0.00	7.612	0.00	7.612	0.00	7.612	0.00
	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)
N56/N99	4.567	0.00	7.105	0.00	7.612	0.00	7.105	0.00
	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)

3.1.4.- Comprobaciones E.L.U. (Completo)

Barra N51/N66

Perfil: L 90 x 90 x 10 Material: Acero (S275)										
Nudos	Inicial	Final	Longitud (m)	Características mecánicas						
				Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _{vz} ⁽⁴⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)	y _a ⁽³⁾ (mm)	z _a ⁽³⁾ (mm)
N51	N66	8.401	17.10	126.90	126.90	74.57	5.67	19.20	-19.20	-45.0
<p>Notas:</p> <p>(1) Inercia respecto al eje indicado</p> <p>(2) Momento de inercia a torsión uniforme</p> <p>(3) Coordenadas del centro de gravedad</p> <p>(4) Producto de inercia</p> <p>(5) Es el ángulo que forma el eje principal de inercia U respecto al eje Y, positivo en sentido antihorario.</p>										
	Pandeo			Pandeo lateral						
	Plano XY		Plano XZ	Ala sup.		Ala inf.				
β	0.00		0.00	0.00		0.00				
L _k	0.000		0.000	0.000		0.000				
C _m	1.000		1.000	1.000		1.000				
C ₁	-		-	1.000		1.000				
<p>Notación:</p> <p>β: Coeficiente de pandeo</p> <p>L_k: Longitud de pandeo (m)</p> <p>C_m: Coeficiente de momentos</p> <p>C₁: Factor de modificación para el momento crítico</p>										

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 de arriostramiento traccionadas no debe superar el valor 4.0.

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

$$\bar{\lambda} < 0.01 \quad \checkmark$$



Donde:

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

A : 17.10 cm²

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

f_y : 2803.26 kp/cm²

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico.

N_{cr} : ∞

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 : 0.054 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(0°)H2+0.75·N(EI).

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

N_{t,Ed} : 2.447 t

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

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

N_{t,Rd} : 45.653 t

Donde:

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

A : 17.10 cm²

f_{vd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{vd} : 2669.77 kp/cm²

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

Siendo:

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

f_y : 2803.26 kp/cm²

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

γ_{M0} : 1.05

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

La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.

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

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

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

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

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

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

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

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)

No hay interacción entre axil y momento flector ni entre momentos flectores en ambas direcciones para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

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

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

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)

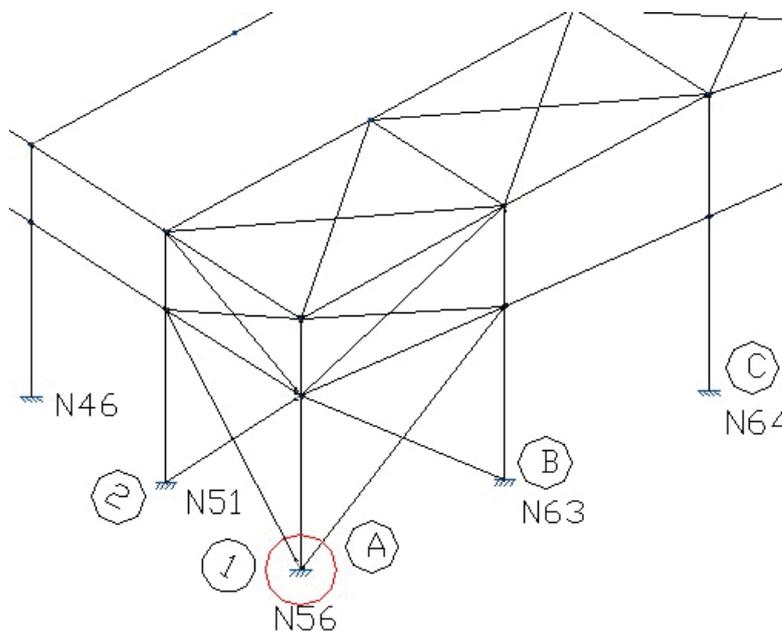
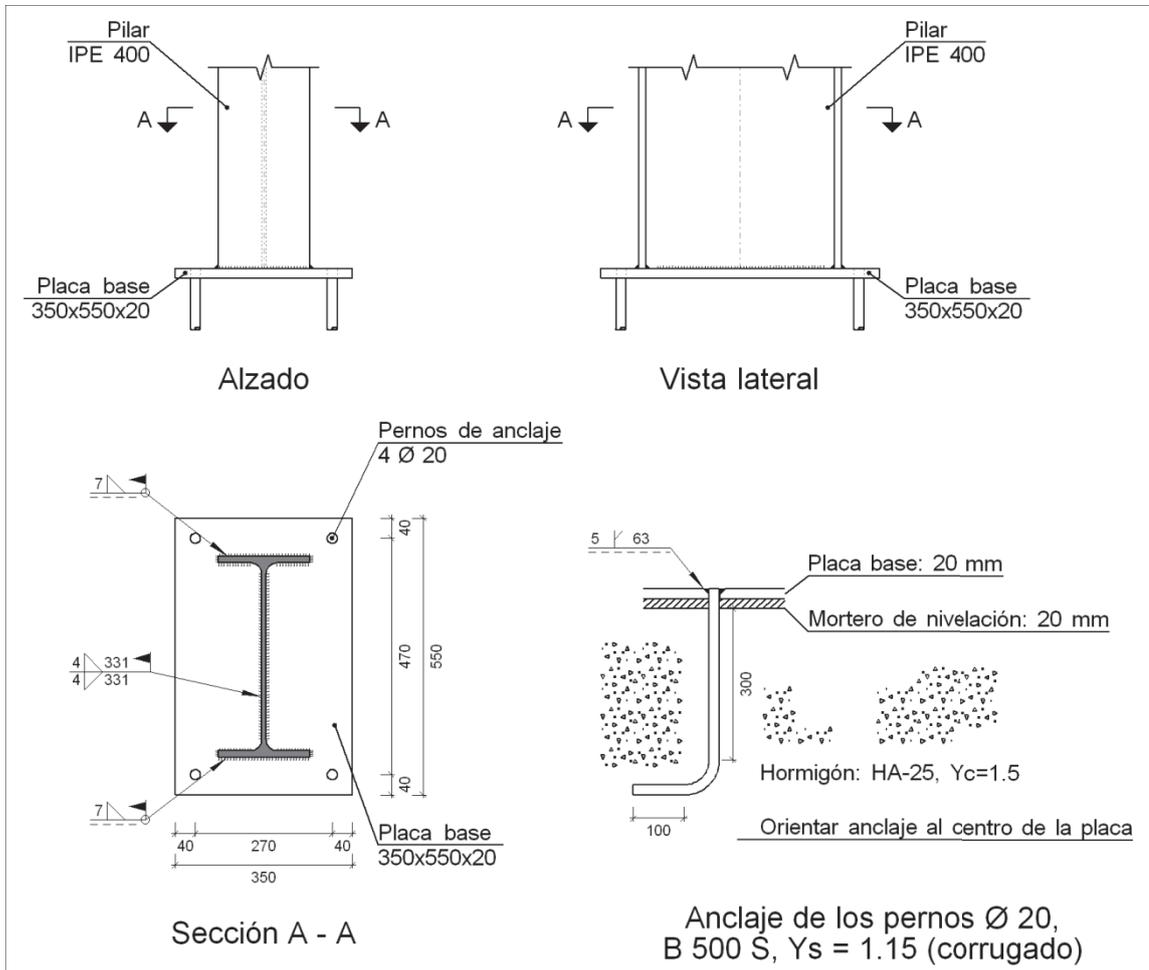
No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Comprobaciones E.L.U (Resumido)

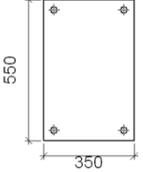
Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)													Estado	
	$\bar{\lambda}$	N_t	N_c	M_y	M_z	V_z	V_y	$M_y V_z$	$M_z V_y$	$N M_y M_z$	$N M_y M_z V_y V_z$	M_t	$M_t V_z$		$M_t V_y$
N51/N66	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 5.4$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$V_{Ed} = 0.00$ 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⁾	CUMPL E η 5.4 =
N56/N99	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 5.5$	$N_{Ed} = 0.00$ 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⁾	CUMPL E η 5.5 =
<p>Notación: $\bar{\lambda}$: Limitación de esbeltez N_t: Resistencia a tracción N_c: Resistencia a compresión M_y: Resistencia a flexión eje Y M_z: Resistencia a flexión eje Z V_z: Resistencia a corte Z V_y: Resistencia a corte Y $M_y V_z$: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados $M_z V_y$: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados $N M_y M_z$: Resistencia a flexión y axil combinados $N M_y M_z V_y V_z$: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados M_t: Resistencia a torsión $M_t V_z$: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados $M_t V_y$: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados x: Distancia al origen de la barra η: Coeficiente de aprovechamiento (%) N.P.: No procede</p> <p>Comprobaciones que no proceden (N.P.): ⁽¹⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión. ⁽²⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento flector. ⁽³⁾ La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante. ⁽⁴⁾ No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede. ⁽⁵⁾ No hay interacción entre axil y momento flector ni entre momentos flectores en ambas direcciones para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede. ⁽⁶⁾ No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede. ⁽⁷⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor. ⁽⁸⁾ No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.</p>															

4.4. Placas de anclaje

a) Detalle



b) Descripción de los componentes de la unión

Elementos complementarios											
Pieza	Geometría				Taladros				Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro exterior (mm)	Diámetro interior (mm)	Bisel (mm)	Tipo	f_y (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Placa base		350	560	20	4	30	22	5	S275	2803.3	4179.4

c) Comprobación

1) Pilar IPE 400

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura del ala superior	En ángulo	7	180	13.5	90.00	
Soldadura del alma	En ángulo	4	331	8.6	90.00	
Soldadura del ala inferior	En ángulo	7	180	13.5	90.00	

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

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	$\tau_{ }$ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	75.7	75.7	2.9	151.4	39.23	75.7	23.06	410.0	0.85
Soldadura del alma	14.8	14.8	6.2	31.6	8.19	14.9	4.53	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	75.7	75.7	2.9	151.5	39.26	75.7	23.08	410.0	0.85

2) Placa de anclaje

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: <i>3 diámetros</i>	Mínimo: 60 mm Calculado: 270 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 30 mm Calculado: 40 mm	Cumple
Longitud mínima del perno: <i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>	Mínimo: 22 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón:		



Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
- Tracción:	Máximo: 6.796 t Calculado: 3.838 t	Cumple
- Cortante:	Máximo: 4.757 t Calculado: 0.831 t	Cumple
- Tracción + Cortante:	Máximo: 6.796 t Calculado: 5.025 t	Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 12.803 t Calculado: 3.913 t	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 4854.13 kp/cm ² Calculado: 1335.39 kp/cm ²	Cumple
Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 21.358 t Calculado: 0.831 t	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales:	Máximo: 2669.77 kp/cm ²	
- Derecha:	Calculado: 747.785 kp/cm ²	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 747.785 kp/cm ²	Cumple
- Arriba:	Calculado: 781.592 kp/cm ²	Cumple
- Abajo:	Calculado: 781.499 kp/cm ²	Cumple
Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i>	Mínimo: 250	
- Derecha:	Calculado: 2338.66	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 2338.66	Cumple
- Arriba:	Calculado: 2109.75	Cumple
- Abajo:	Calculado: 2077.16	Cumple
Tensión de Von Mises local: <i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>	Máximo: 2669.77 kp/cm ² Calculado: 0 kp/cm ²	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas									
Ref.	Tipo	Preparación de bordes (mm)	de l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)				
Soldadura de los pernos a la placa base	De penetración parcial	5	63	20.0	90.00				
<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 de los pernos a la placa base	0.0	0.0	203.7	352.7	91.41	0.0	0.00	410.0	0.85



d) Medición

Soldaduras				
f_u (kp/cm ²)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4179.4	En taller	A tope en bisel simple con talón de raíz amplio	5	251
			4	662
	En el lugar de montaje	En ángulo	7	673

Placas de anclaje				
Material	Elementos	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Placa base	1	350x550x20	30.22
	Total			30.22
B 500 S, $Y_s = 1.15$ (corrugado)	Pernos de anclaje	4	Ø 20 - L = 360 + 194	5.47
	Total			5.47

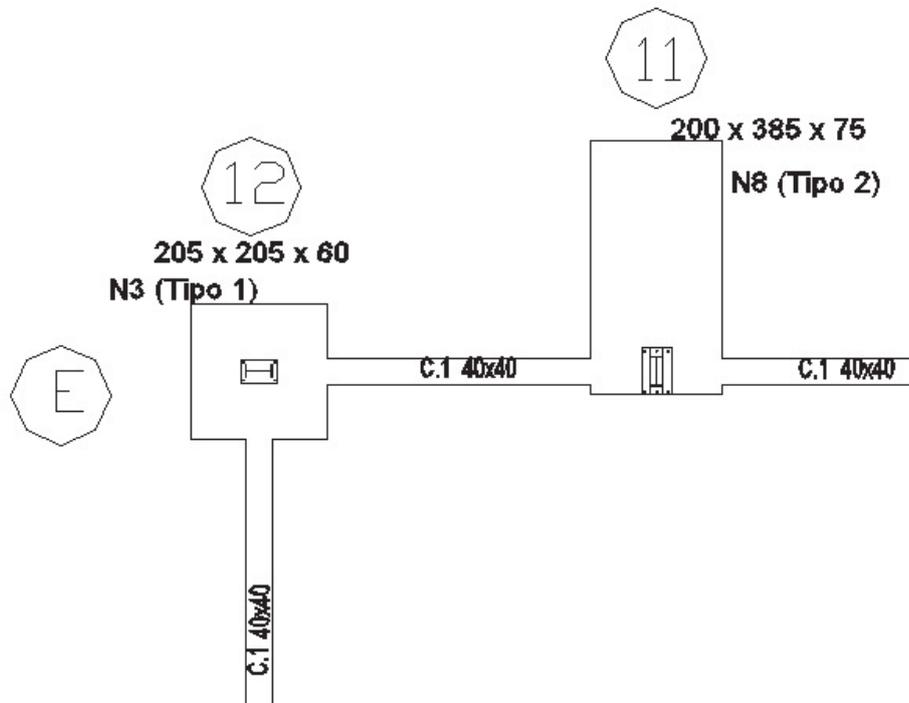
4.5.- Medición

Soldaduras				
f_u (kp/cm ²)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4179.4	En taller	A tope en bisel simple con talón de raíz amplio	5	1005
			4	2648
	En el lugar de montaje	En ángulo	7	2691

Placas de anclaje				
Material	Elementos	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Placa base	4	350x550x20	120.89
	Total			120.89
B 500 S, $Y_s = 1.15$ (corrugado)	Pernos de anclaje	16	Ø 20 - L = 360 + 194	21.87
	Total			21.87

5. CIMENTACIONES

Zapatas



Comprobación

Referencia: N3		
Dimensiones: 205 x 205 x 60		
Armados: Xi:Ø12c/20 Yi:Ø12c/20 Xs:Ø12c/20 Ys:Ø12c/20		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i> - Tensión media en situaciones persistentes: - Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento: - Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 2.03874 kp/cm ² Calculado: 0.236 kp/cm ² Máximo: 2.548 kp/cm ² Calculado: 0.224 kp/cm ² Máximo: 2.548 kp/cm ² Calculado: 0.505 kp/cm ²	Cumple Cumple 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: - En dirección Y:	Reserva seguridad: 190.4 % Reserva seguridad: 71.6 %	Cumple Cumple
Flexión en la zapata: - En dirección X: - En dirección Y:	Momento: 1.01 t·m Momento: 1.90 t·m	Cumple Cumple
Cortante en la zapata: - En dirección X: - En dirección Y:	Cortante: 1.03 t Cortante: 1.87 t	Cumple Cumple



Referencia: N3		
Dimensiones: 205 x 205 x 60		
Armados: Xi:Ø12c/20 Yi:Ø12c/20 Xs:Ø12c/20 Ys:Ø12c/20		
Comprobación	Valores	Estado
Compresión oblicua en la zapata: - Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 509.68 t/m ² Calculado: 5.45 t/m ²	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 60 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N3:	Mínimo: 30 cm Calculado: 53 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i> - Armado inferior dirección X: - Armado superior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0009 Calculado: 0.0009 Calculado: 0.0009 Calculado: 0.0009 Calculado: 0.0009	Cumple Cumple Cumple Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección X: - Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.001 Mínimo: 0.0001 Mínimo: 0.0002 Mínimo: 0.0001 Mínimo: 0.0001	Cumple Cumple Cumple Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i> - Parrilla inferior: - Parrilla superior:	Mínimo: 12 mm Calculado: 12 mm Calculado: 12 mm	Cumple Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección X: - Armado superior dirección Y:	Máximo: 30 cm Calculado: 20 cm Calculado: 20 cm Calculado: 20 cm Calculado: 20 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección X: - Armado superior dirección Y:	Mínimo: 10 cm Calculado: 20 cm Calculado: 20 cm Calculado: 20 cm Calculado: 20 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i> - Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 15 cm Calculado: 32 cm	Cumple



Referencia: N3		
Dimensiones: 205 x 205 x 60		
Armados: Xi:Ø12c/20 Yi:Ø12c/20 Xs:Ø12c/20 Ys:Ø12c/20		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 32 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 22 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 22 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 32 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 32 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 22 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 22 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Viga de atado

Referencia: C.1 [N73-N1] (Viga de atado)		
-Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm		
-Armadura superior: 2Ø12		
-Armadura inferior: 2Ø12		
-Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: <i>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		



PROYECTO DE ESTABLECIMIENTO INDUSTRIAL DE 2000 m² DEDICADO AL SECTOR METALMECÁNICO

MEDICIONES Y PRESUPUESTO

AUTORA: Alejandra Robles Alarcón

TUTOR: Pedro Ildefonso Jaén Gómez





Relleno					
Codigo	U.M	Descripción	Rdto	Precio	Importe
AMMR.7cb	m ³	Relleno y extendido de zahorras con medios mecanicos en capas de 25cm de espesor maximo, incluido el riego y compactacion con grado de 95% del proctor modificado			
MOOA12a	h	Peón ordinario construcción	0,02	13,11	0,26
PBRT.1cc	t	Zahorra montera artificial 20Km	2,12	10,48	22,22
PBAA.1a	m ³	Agua	1,2	1,05	1,26
MMMC.6c	h	Motoniveladora 140cv	0,02	63,49	1,27
MMMC.1b	h	Rodll autpro 10 T	0,02	49041	0,99
MMMR.1de	h	Pala crgra de neum 179cv 3,2 m3	0,02	55,76	1,12
MMMT.4b	h	Camion cuba 10000 l	0,02	51,59	1,03
%		Costes directos complementarios	0,03	28,15	0,84
Total:					28,99
Capitulo 2: Cimentación					
Hormigon de limpieza					
Codigo	U.M	Descripción	Rdto	Precio	Importe
ECDZ.2cbaa	m ²	Capa de hormigón de limpieza HL-150/B/20, para formación de solera de asiento, con una dosificación mínima de cemento de 150 Kg/m3, de consistencia blanda, tamaño máximo de árido 20mm y 10cm de espesor, en la base de la cimentación, vertido directamente desde camión, transportado y puesto en obra, según EHE-08, DB SE-C del CTE y NTE-CS			
MOOA.8a	h	Oficial 1ª construcción	0,05	15,77	0,79
MOOA11a	h	Peón especializado en construcción	0,1	13,63	1,36
PBPC15abc	m ³	HL-150 blanda TM 20	0,11	57,95	6,37
%		Costes directos complementarios	0,02	8,52	0,17
Total:					8,69



Hormigón zapatas (hormigón armado)					
Código	U.M	Descripción	Rdto	Precio	Importe
ECDZ.3bcbb cca	m3	Suministro y vertido de hormigón HA-30/B/20/IIb+Qb preparado en central, para hormigonado de zapatas y riostras, vertido directamente desde camión, incluido vertido, vibrado y curado del hormigón según EHE-08, DB SE-C del CTE y NTE-CS			
MOOA.8a	h	Oficial 1ª construcción	0,1	15,77	1,58
MOOA11a	h	Peón especializado en construcción	0,4	13,63	5,45
MMMH.5c	h	Vibrador gasolina aguja 30-50mm	0,07	1,42	0,1
PBPC.4abbc	m ³	H 3 blanda TM 20 lib+Qb	1,15	77,15	88,72
%		Costes directos complementarios	0,02	95,85	1,92
		Total:			89,09
Acero zapatas + viga de atado					
Código	U.M	Descripción	Rdto	Precio	Importe
ECDZ.4c	Kg	Acero corrugado B 500 S, suministrado en jaulas y colocado en obra, para cimentaciones superficiales de hormigón , según EHE-08,DB SE-C del CTE y NTE-CS			
MOOB.7a	h	Oficial montador ferralla	0,006	16,38	0,1
MOOB12a	h	Peón ordinario ferralla	0,006	12,88	0,08
PEAA.2c	kg	Acero B 500 S elaborado	1	0,85	0,85
PBUW.5a	kg	Alambre reco n.13o2mm mazos5kg	0,02	3,03	0,06
%		Costes directos complementarios	0,02	1,09	0,02
		Total:			1,11



Solera pesada					
Código	U.M	Descripción	Rdto	Precio	Importe
ECSS11bbbb badca	m ²	Solera de 20 cm de espesor, de hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central, vertido directamente desde camión, armada con malla 15x15cm y 6mm de diámetro, de acero B 500 T, extendido sobre lámina aislante de polietileno, realizada sobre capa base(no incluida en el precio), según EHE-08			
MOOA.8a	h	Oficial 1ª	0,217	15,77	3,42
MOOA11a	h	Peón especializado construcción	0,217	13,63	2,96
PBPC.3abba	m ³	H 25 blanda TM 20 lia	0,23	64,55	14,85
PNTS.2bab	m ²	Panel EPS 0,034 e30mm	0,05	6,54	0,33
PBAA.1a	m ³	Agua	0,1	1,05	0,11
MMM10a	h	Regla vibrante	0,088	2,5	0,22
PEAM.3aab	m ²	Mallazo ME 500 T 15x15 Ø 6-6	1,2	2,23	2,68
PNIS.2b	m ²	Lamina PE e=0,1 mm	1,1	0,11	0,12
%		Costes directos complementarios	0,02	24,69	0,49
		Total		25,18	
Capítulo 3: Estructura					
Correas					
Código	U.M	Descripción	Rdto	Precio	Importe
EEAE.3aabc ab	kg	Suministro y montaje de correa formada por perfil de sección abierta conformado en frío, de acero S235JR, trabajado en taller, con capa de imprimación antioxidante, colocago en obra con tornillos. Includo parte proporcional de soldaduras, corte, piezas especiales y despuntes. Según SE-A del CTE e Instrucción EAE			
MOOM.8a	h	Oficial 1ª metal	0,033	16,58	0,55
MOOM.11a	h	Especialista metal	0,033	14,1	0,47
PEAP60aabca	kg	Acero S235JR pfl secc abt conf frío	1	1,33	1,33
PEAW.7a	u	Repercusión soldadura Kg/est	1	0,05	0,05
%		Costes Directos Complementarios	0,02	2,4	0,05
		Total:		2,45	



Pilares y jácnas					
Código	U.M	Descripción	Rdto	Precio	Importe
EEAV.1bbaa	Kg	Suministro y montaje de soporte simple de sección constante formada por perfil IPE obtenido mediante laminación en caliente de acero s275JR, trabajado en taller, con capa de imprimación antioxidante, colocado en obra con soldadura. Incluso parte proporcional de soldaduras, cortes, piezas especiales y despuntes. Según SE-A del CTE e Instrucción EAE			
MOOM.8a	h	Oficial 1ª metal	0,03	16,58	0,5
MOOM.11a	h	Especialista metal	0,03	14,1	0,42
PEAP60bba ba	Kg	Perfil IPE acero S275JR	1,05	0,8	0,84
PEAW.7a	u	Repercusión soldadura Kg/est	1,05	0,05	0,05
%		Costes directos complementarios	0,02	1,81	0,04
Total:					1,85
Placas de anclaje 1					
Código	U.M	Descripción	Rdto	Precio	Importe
EEAS.4ecba ac	u	Suministro y montaje de placa de anclaje de acero s275JR, de dimensiones 45x45x2 cm (35x55x2), con 4 barras de acero B500s de 20 mm de diametro (20) y 50 cm de longitud, soldadas o atornilladas. Según SE-A del CTE e Instrucción EAE			
MOOM.8a	h	Oficial 1ª metal	0,771	16,58	12,79
MOOM.11a	h	Especialista metal	0,771	14,1	10,88
PEAC16ba	Kg	Acero s275JR en chapa	33,382	1,43	47,74
PEAA.3cg	Kg	Acero corrugado B500S Ø20	5,187	0,59	3,06
PBPM18db	m ³	Mcto M-5 exp alta r mec	0,01	122,19	3,06
PEAW.7a	u	Repercusión soldadura Kg/est	33,382	0,05	1,67
%		Costes directos complementarios	0,02	77,34	1,55
Total:					78,89



Placas de anclaje 2					
Código	U.M	Descripción	Rdto	Precio	Importe
EEAS.4hcba bc	u	Suministro y montaje de placa de anclaje de acero s275JR, de dimensiones 60x60x2 cm (55x75x2,5), con 6 barras de acero B500s de 20 mm de diametro(32) y 50 cm de longitud, soldadas o atornilladas. Según SE-A del CTE e Instrucción EAE			
MOOM.8a	h	Oficial 1ª metal	1,343	16,58	22,26
MOOM.11a	h	Especialista metal	1,343	14,1	18,93
PEAC16ba	Kg	Acero s275JR en chapa	59,346	1,43	84,86
PEAA.3cg	Kg	Acero corrugado B500S Ø20	7,781	0,59	4,59
PBPM18db	m ³	Mcto M-5 exp alta r mec	0,018	122,19	2,2
PEAW.7a	u	Repercusión soldadura Kg/est	59,346	0,05	2,97
%		Costes directos complementarios	0,02	135,83	2,72
Total:					138,55
Placas de anclaje 3					
Código	U.M	Descripción	Rdto	Precio	Importe
EEAS.4dcba ac	u	Suministro y montaje de placa de anclaje de acero s275JR, de dimensiones 50x50x2 cm (45x65x2,2) , con 6 barras de acero B500s de 20 mm de diametro(25) y 50 cm de longitud, soldadas o atornilladas. Según SE-A del CTE e Instrucción EAE			
MOOM.8a	h	Oficial 1ª metal	1,153	16,58	19,12
MOOM.11a	h	Especialista metal	1,153	14,1	16,26
PEAC16ba	Kg	Acero s275JR en chapa	49,867	1,43	71,31
PEAA.3cg	Kg	Acero corrugado B500S Ø20	7,781	0,59	4,59
PBPM18db	m ³	Mcto M-5 exp alta r mec	0,015	122,19	1,85
PEAW.7a	u	Repercusión soldadura Kg/est	49,867	0,05	2,49
%		Costes directos complementarios	0,02	115,6	2,31
Total:					117,91



Capítulo 4: Cubierta e interior					
Fachada(bloque)					
Código	U.M	Descripción	Rdto	Precio	Importe
EFCH.8gaaa	m2	Cerramiento compuesto por hoja principal de fábrica de 19 cm de espesor, realizado con bloques prefabricados de hormigón cara vista, con enfoscado de mortero CSIV-W2 de 1.5 cm de espesor por su cara interior, con cámara sin ventilar, aislamiento no hidrófilo de lana mineral de 30 mm de espesor, conductividad de 0,034 W/mK, incluso formación de dinteles y jambas, ejecución de encuentros. Según DB del CTE.			
EFFH.3afaa	m2	Fábrica CV BHV 40x20x20 liso	1	33,93	33,93
EFPY11abaaa	m2	Trasdosado 63/400 (48+15)	1	19,64	19,64
ENTF.1baab	m2	MW 0,034 e 30mm interior/sob perfilería	1	8,33	8,33
ERPE.6cccbc	m2	Enfoscado CSIV-W2 rug vert ext	1	7,68	7,68
		Total:		69,58	
Cubiertas					
Código	U.M	Descripción	Rdto	Precio	Importe
EQTC12.a	m ²	Cobertura con chapas conformadas de acero, según NTE/QTG-7, incluso parte proporcional de solapes y accesorios de fijación, seguridad y estanqueidad. Medido en verdadera magnitud			
MOOA.8a	h	Oficial 1ª Construcción	0,1	15,77	1,58
MOOA11a	h	Peón especializado	0,1	13,63	1,36
PQTG.1aa	m ²	Chapa nerv acero galv 0,6x30mm	1,05	7,36	7,73
PBUT12a	u	Tornillo autr6,5x38 a inox c/aran	1,5	0,3	0,45
%		Costes directos complementarios	0,02	11,12	0,22
		Total:		11,34	



Aislamiento cubierta					
Código	U.M	Descripción	Rdto	Precio	Importe
ENTQ.1ecc	m2	Aislamiento térmico en cubiertas inclinadas de doble chapa metálica con separadores mediante manta de lana mineral de 50mm de espesor con barrera de vapor por una de sus caras, con conductividad de 0,04 W/mK y resistencia térmica 1,25m ² K/W, reacción el fuego Euroclase A2-s1, incluso parte proporcional de elementos de sujeción y corte del aislante.			
MOOA.8a	h	Oficial 1ª construcción	3,87	15,77	61,03
MOOA12a	h	Peón ordinario construcción	3,87	13,11	50,74
PNTL.1ecc	m2	Manta MW 0,04 e50mm	1,05	3,86	4,02
PNTW36a	m	Cinta papel kraft autoadhesiva	1,5	0,61	0,92
PBUA.9a	l	Adhesivo p/panel aisl y coquilla	0,1	11,46	1,15
%		Costes Directos Complementarios	0,01	117,86	1,18
			Total:		119,04
Lucernarios					
Código	U.M	Descripción	Rdto	Precio	Importe
EQLW.1a	m ²	Cobertura con placas de poliéster reforzado con fibra de vidrio, para formación de lucernarios en tejados de chapas de acero de 0,7mm de espesor, incluso parte proporcional de solapes y accesorios de fijación, seguridad y estanqueidad			
MOOA.8a	h	Oficial 1ª Construcción	0,11	15,77	1,73
MOOA11a	h	Peón especializado	0,11	13,63	1,5
PFPL.7a	m ²	Placa trasl polie fi-v e/0.7	1,05	7,74	8,13
PBUT12a	u	Tornillo autr6,5x38 a inox c/aran	1,5	0,3	0,45
%		Costes directos complementarios	0,02	11,81	0,24
			Total:		12,05



Canalones					
Código	U.M	Descripción	Rdto	Precio	Importe
PISC18abcb	m	Canalón cuadrado de acero galvanizado, de desarrollo 333mm(750), según DIN 18461 y UNE EN 612, suministrado en piezas de 3m, con incremento del precio del tubo del 30% en concepto de uniones, accesorios y piezas especiales.			
Total:					8,07
Bajantes					
Código	U.M	Descripción	Rdto	Precio	Importe
EISC.4cab	m	Bajante exterior de evacuación de aguas pluviales, de tubo circular de PVC, diámetro 125mm, junta pegada, color gris, con incremento del precio del tubo del 30% en concepto de uniones, accesorios y piezas especiales, incluso ayudas de albañilería.			
MOOA.8a	h	Oficial 1ª construcción	0,35	15,77	5,52
MOOA12a	h	Peón ordinario construcción	0,35	13,11	4,59
PISC12cab	m	Baj ext cir PVC 110mm JP 30%acc	1,05	12,97	13,62
%		Costes directos complementarios	0,02	23,73	0,47
Total:					24,2



TRABAJO FIN DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES

Tabiques					
Código	U.M	Descripción	Rdto	Precio	Importe
EFPC.2aadd	m2	Particion de dos hojas de ladrillo cerámico compuesta por una fábrica de 4cm de espesor de ladrillo hueco simple y otra de 4cm de espesor de ladrillo hueco simple, aparejados de canto y recibidos con mortero de cemento M-5, con juntas de 1cm de espesor, con aislamiento por el interior a base de lana mineral de 100mm de espesor, con una conductividad de 0,034 W/mK y de resistencia térmica de 2,9 m2K/W, revestida con guarnecido maestreado y enlucido de yeso de 1,5 cm por ambos lados. Según DB-SE-F del CTE			
MOOM.8a	h	Oficial 1ª construcción	1,771	15,77	27,93
MOOM.11a	h	Peón especializado construcción	0,906	13,63	12,34
PFFC.1ac	u	Ladrillo hueco senc 24x11,5x4	66	0,1	6,6
PNTL.7bka	m2	MW 0,034 e 100mm	1,05	16,1	16,91
PNTW36a	m	Cinta papel kraft autoadhesiva	1,5	0,61	0,92
PBUA.9a	l	Adhesivo p/panel aisl y coquilla	0,1	11,46	1,15
PBPM.3c	m3	Mto cto M-5 CEM ind	0,012	71,81	0,87
PBPL.3b	m3	Pasta yeso YG/L	0,034	130,58	4,44
%		Costes Directos Complementarios	0,03	71,16	2,13
Total:				73,29	
Falso techo					
Código	U.M	Descripción	Rdto	Precio	Importe
ERTC.1aa	m2	Falso techo de escayola realizado con placas de escayola lisa de 100x60cm, sustentado con esparto y pasta de escayola, según NTE/RTC-16			
MOOA.8a	h	Oficial 1ª construcción	0,18	15,77	2,84
MOOA11a	h	Peón especializado construcción	0,18	13,63	2,45
PFFC.1ac	m2	Placa de escayola lisa 100x60	1,05	3,66	3,84
PNTL.7bka	kg	Esparto en bala	0,25	0,88	0,22
PNTW36a	m3	Pasta de escayola	0,004	122,49	0,49
%		Costes Directos Complementarios	0,02	9,84	0,2
Total:				10,04	



Ventana 1					
Código	U.M	Descripción	Rdto	Precio	Importe
ERTC.1aa	u	Ventana de dos hojas correderas, realizada con perfiles de aluminio anodizado de 15micras con sello de calidadEwaa-Euras con canal europeo, junta de estanqueidad interior, sellante en esquinas, color natural, acristalamiento de hasta 18mm, recibida en hueco de obra de 195x105cm mediante patillas de anclaje dispuestas cada 50cm y al menos de 25cm de las esquinas tomadas con mortero de cemento, incluso replanteo, colocación, aplomado y nivelado, montaje y regulación, sellado perimetral mediante silicona y limpieza y clasificaión.			
MOOA.8a	h	Oficial 1ª construcción	0,9	15,77	14,19
MOOA12a	h	Peón ordinario construcción	0,9	13,11	11,8
MOOM.8a	m2	Oficial 1º metal	0,45	16,58	7,46
PNTL.7bka	kg	Vent crra 2hj 195x105	1	96,5	96,5
PBPM.1da	m3	Mto cto M-5 man	0,01	76,49	0,76
%		Costes Directos Complementarios	0,02	130,71	2,61
ENTW.1a		Sell jnt sili c/pist	6	0,94	5,64
Total:					138,96
Ventana 2					
Código	U.M	Descripción	Rdto	Precio	Importe
ERTC.1aa	u	Ventana de dos hojas correderas, realizada con perfiles de aluminio anodizado de 15micras con sello de calidadEwaa-Euras con canal europeo, junta de estanqueidad interior, sellante en esquinas, color natural, acristalamiento de hasta 18mm, recibida en hueco de obra de 150x105cm mediante patillas de anclaje dispuestas cada 50cm y al menos de 25cm de las esquinas tomadas con mortero de cemento, incluso replanteo, colocación, aplomado y nivelado, montaje y regulación, sellado perimetral mediante silicona y limpieza y clasificaión.			
MOOA.8a	h	Oficial 1ª construcción	0,9	15,77	14,19
MOOA12a	h	Peón ordinario construcción	0,9	13,11	11,8
MOOM.8a	m2	Oficial 1º metal	0,45	16,58	7,46
PNTL.7bka	kg	Vent crra 2hj 150x105	1	96,5	96,5
PBPM.1da	m3	Mto cto M-5 man	0,01	76,49	0,76
%		Costes Directos Complementarios	0,02	130,71	2,61
ENTW.1a		Sell jnt sili c/pist	6	0,94	5,64
Total:					121,3



Capítulo 5: Exteriores y extras					
Movimiento de tierras, vertedero					
Código	U.M	Descripción	Rdto	Precio	Importe
GGCT.2bb	m3	Carga y transporte de tierras de excavación a vertedero o planta de tratamiento autorizado situado a más de 20km de distancia realizado por empresa autorizada, considerando tiempos de ida, carga, vuelta y descarga, todo ello según la Ley 22/2011 de residuos y suelos contaminados y la Ley 10/2000 de Residuos de la Comunitat Valenciana.			
MMMT.5cca	h	Cmn de transp 15T 12m3 2 ejes	0,1	49,05	4,91
%		Costes directos complementarios	0,02	4,91	0,1
GGCT.1a	m3	Carga material de excavación	1	1,42	1,42
Total:					6,43
Asfalto exterior					
Código	U.M	Descripción	Rdto	Precio	Importe
UPCM.5abc bb	m2	Formación de capa de rodadura de 6cm de espesor final una vez apisonada ejecutada mediante el suministro, extendido y compactación de mezcla bituminosa en caliente tipo AC 22 surf PMB 25/55-65 S con árido calizo de tamaño máximo 22mm.			
JPCM.1abaect		Ext mez bit AC 22 surf PMB 25/55-65 S cal	0,138	62,34	8,6
Total:					8,6



Valla linde					
Código	U.M	Descripción	Rdto	Precio	Importe
UQLV17aab	m	Valla de 100cm de altura, formada por malla de alambre galvanizado soldado y plastificado verde de 50,8x50,8mm y diámetro de 2,5mm, con pliegues en los alambres horizontales y puntas defensivas de 25,4mm en el borde superior, montada sobre postes tubulares de aluminio color verde, con pestaña en T para la fijación de mallas, incluso replanteo, recibido de postes con mortero de cemento, nivelación y aplomado de los mismos, colocación y tensado de la malla.			
MOOM.8a	h	Oficial 1ª construcción	0,12	15,77	1,89
MOOA12a	h	Peón ordinario construcción	0,12	13,11	1,57
PULV30aa	m	Mall sold 50,8x50,8 Ø2,5 al t100	1,05	3,01	3,16
PULV34ab	u	Poste tubular al 150 verde	0,36	22,23	8
PULV35aa	u	Tornapuntas tb al 200 aluminio	0,09	16,11	1,45
PULV41a	u	Gancho sujeción malla-porte al	3	3,38	10,14
PBPM.1da	m3	Mto cto M-5 man	0,002	76,49	0,15
%		Costes Directos Complementarios	0,002	26,36	0,53
Total:					26,89
Puerta valla linde					
Código	U.M	Descripción	Rdto	Precio	Importe
	u	Puerta valla de 8x2 de 1 hoja			
Total:					1071
Puerta nave					
Código	U.M	Descripción	Rdto	Precio	Importe
	u	Puerta seccional de acero 5x5			
Total:					2000



2. MEDICIONES Y PRESUPUESTO

Capítulo 1: Acondicionamiento del terreno			
Limpieza del terreno	Medición (m2)	Precio(€)	Total(€)
Despeje, desbroce y refino del terreno hasta 0,25 cm de profundidad, con vegetación de hasta 2 m de altura, incluida la retirada del material sin incluir la carga y el transporte.	5538,51	0,68	3766,1868
Excavación de zanja	Medición (m3)	Precio(€)	Total(€)
Excavación de zanja en tierras realizada mediante medios mecánicos, incluida la carga de material y su transporte a una distancia menor a 10 Km	2079	5,93	12328,47
Relleno	Medición (m3)	Precio(€)	Total(€)
Relleno y extendido de zahorras con medios mecánicos en capas de 25cm de espesor máximo, incluido el riego y compactación con grado de 95% del Proctor modificado	1485	28,99	43050,15
TOTAL			59144,8068

Capítulo 2: Cimentación			
Hormigón de limpieza	Medición (m2)	Precio(€)	Total(€)
Capa de hormigón de limpieza HL-150/B/20, para formación de solera de asiento, con una dosificación mínima de cemento de 150 Kg/m3, de consistencia blanda, tamaño máximo de árido 20mm y 10cm de espesor, en la base de la cimentación, vertido directamente desde camión, transportado y puesto en obra, según EHE-08, DB SE-C del CTE y NTE-CS	1980	8,69	17206,2
Hormigón zapatas (hormigón armado)	Medición (m3)	Precio(€)	Total(€)
Suministro y vertido de hormigón HA-30/B/20/IIb+Qb preparado en central, para	196,32	89,09	17490,1488



hormigonado de zapatas y riostras, vertido directamente desde camión, incluido vertido, vibrado y curado del hormigón según EHE-08, DB SE-C del CTE y NTE-CS			
Acero zapatas + viga de atado			
	Medición (kg)	Precio(€)	Total(€)
Acero corrugado B 500 S, suministrado en jaulas y colocado en obra, para cimentaciones superficiales de hormigón, según EHE-08, DB SE-C del CTE y NTE-CS	6646,98	1,11	7378,1478
Solera pesada			
	Medición (m2)	Precio(€)	Total(€)
Solera de 20 cm de espesor, de hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central, vertido directamente desde camión, armada con malla 15x15cm y 6mm de diámetro, de acero B 500 T, extendido sobre lámina aislante de polietileno, realizada sobre capa base(no incluida en el precio), según EHE-08	1980	25,18	49856,4
TOTAL			91930,8966

Capítulo 3: Estructura			
Correas			
	Medición (kg)	Precio(€)	Total(€)
Suministro y montaje de correa formada por perfil de sección abierta conformado en frío, de acero S235JR, trabajado en taller, con capa de imprimación antioxidante, colocado en obra con tornillos. Incluso parte proporcional de soldaduras, corte, piezas especiales y despuntes. Según SE-A del CTE e Instrucción EAE	7884,36	2,45	19316,682
Pilares y jácenas			
	Medición (kg)	Precio(€)	Total(€)
Suministro y montaje de soporte simple de sección constante formada por perfil IPE obtenido mediante laminación en caliente de acero s275jR, trabajado en taller, con capa de imprimación antioxidante, colocado en obra con soldadura. Incluso parte proporcional de soldaduras, cortes, piezas especiales y despuntes. Según SE-A del CTE e Instrucción EAE	46618,19	1,85	86243,6515



Placas de anclaje 1	Medición (u)	Precio(€)	Total(€)
Suministro y montaje de placa de anclaje de acero s275JR, de dimensiones 45x45x2 cm (35x55x2), con 4 barras de acero B500s de 20 mm de diámetro (20) y 50 cm de longitud, soldadas o atornilladas. Según SE-A del CTE e Instrucción EAE	4	78,89	315,56
Placas de anclaje 2			
Suministro y montaje de placa de anclaje de acero s275JR, de dimensiones 60x60x2 cm (55x75x2,5), con 6 barras de acero B500s de 20 mm de diámetro(32) y 50 cm de longitud, soldadas o atornilladas. Según SE-A del CTE e Instrucción EAE	4	138,55	554,2
Placas de anclaje 3			
Suministro y montaje de placa de anclaje de acero s275JR, de dimensiones 50x50x2 cm (45x65x2,2) , con 6 barras de acero B500s de 20 mm de diámetro(25) y 50 cm de longitud, soldadas o atornilladas. Según SE-A del CTE e Instrucción EAE	4	117,91	471,64
Placas de anclaje 4			
Suministro y montaje de placa de anclaje de acero s275JR, de dimensiones 55x55x2 cm (45x70x2,5) , con 6 barras de acero B500s de 20 mm de diámetro (25)y 50 cm de longitud, soldadas o atornilladas. Según SE-A del CTE e Instrucción EAE	4	117,91	471,64
Arriostamiento			
Suministro y montaje de soporte simple de sección constante formado por perfil L obtenido mediante laminación en caliente, de acero S275JR, trabajado en taller, con capa de imprimación antioxidante, colocado en obra con soldadura. Incluso parte proporcional de soldaduras, cortes, piezas especiales y despuntes. Según SE-A del CTE e Instrucción EAE	9658,58	2,09	20186,4322
TOTAL			127559,806



Capítulo 4: Cubierta e interior			
Fachada(bloque)			
	Medición (m2)	Precio(€)	Total(€)
Cerramiento compuesto por hoja principal de fábrica de 19 cm de espesor, realizado con bloques prefabricados de hormigón cara vista, con enfoscado de mortero CSIV-W2 de 1.5 cm de espesor por su cara interior, con cámara sin ventilar, aislamiento no hidrófilo de lana mineral de 30 mm de espesor, conductividad de 0,034 W/mK, incluso formación de dinteles y jambas, ejecución de encuentros. Según DB del CTE.	1617	69,58	112510,86
Cubiertas			
	Medición (m2)	Precio(€)	Total(€)
Cobertura con chapas conformadas de acero, según NTE/QTG-7, incluso parte proporcional de solapes y accesorios de fijación, seguridad y estanqueidad. Medido en verdadera magnitud	3600	11,34	40824
Aislamiento cubierta			
	Medición (m2)	Precio(€)	Total(€)
Aislamiento térmico en cubiertas inclinadas de doble chapa metálica con separadores mediante manta de lana mineral de 50mm de espesor con barrera de vapor por una de sus caras, con conductividad de 0,04 W/mK y resistencia térmica 1,25m2K/W, reacción el fuego Euroclase A2-s1, incluso parte proporcional de elementos de sujeción y corte del aislante.	1980	119,04	235699,2
Lucernarios			
	Medición (m2)	Precio(€)	Total(€)
Cobertura con placas de poliéster reforzado con fibra de vidrio, para formación de lucernarios en tejados de chapas de acero de 0,7mm de espesor, incluso parte proporcional de solapes y accesorios de fijación, seguridad y estanqueidad	360	12,05	4338
Canalones			
	Medición (m)	Precio(€)	Total(€)
Canalón cuadrado de acero galvanizado, de desarrollo 333mm(750), según DIN 18461 y UNE EN 612, suministrado en piezas de 3m, con incremento del precio del tubo del 30% en concepto de uniones, accesorios y piezas especiales.	132	8,07	1065,24



Bajantes	Medición (m)	Precio(€)	Total(€)
Bajante exterior de evacuación de aguas pluviales, de tubo circular de PVC, diámetro 125mm, junta pegada, color gris, con incremento del precio del tubo del 30% en concepto de uniones, accesorios y piezas especiales, incluso ayudas de albañilería.	102	24,2	2468,4
Tabiques	Medición (m2)	Precio(€)	Total(€)
Partición de dos hojas de ladrillo cerámico compuesta por una fábrica de 4cm de espesor de ladrillo hueco simple y otra de 4cm de espesor de ladrillo hueco simple, aparejados de canto y recibidos con mortero de cemento M-5, con juntas de 1cm de espesor, con aislamiento por el interior a base de lana mineral de 100mm de espesor, con una conductividad de 0,034 W/mK y de resistencia térmica de 2,9 m2K/W, revestida con guarnecido maestreado y enlucido de yeso de 1,5 cm por ambos lados. Según DB-SE-F del CTE	982,8	73,29	72029,412
Falso techo	Medición (m2)	Precio(€)	Total(€)
Falso techo de escayola realizado con placas de escayola lisa de 100x60cm, sustentado con esparto y pasta de escayola, según NTE/RTC-16	122,68	10,04	1231,7072
Ventana 1	Medición (u)	Precio(€)	Total(€)
Ventana de dos hojas correderas, realizada con perfiles de aluminio anodizado de 15micras con sello de calidad Ewaa-Euras con canal europeo, junta de estanqueidad interior, sellante en esquinas, color natural, acristalamiento de hasta 18mm, recibida en hueco de obra de 195x105cm mediante patillas de anclaje dispuestas cada 50cm y al menos de 25cm de las esquinas tomadas con mortero de cemento, incluso replanteo, colocación, aplomado y nivelado, montaje y regulación, sellado perimetral mediante silicona y limpieza y clasificación.	38	138,96	5280,48
Ventana 2	Medición (u)	Precio(€)	Total(€)
Ventana de dos hojas correderas, realizada	2	121,3	242,6



con perfiles de aluminio anodizado de 15micras con sello de calidad Ewaa-Euras con canal europeo, junta de estanqueidad interior, sellante en esquinas, color natural, acristalamiento de hasta 18mm, recibida en hueco de obra de 150x105cm mediante patillas de anclaje dispuestas cada 50cm y al menos de 25cm de las esquinas tomadas con mortero de cemento, incluso replanteo, colocación, aplomado y nivelado, montaje y regulación, sellado perimetral mediante silicona y limpieza y clasificación.			
	TOTAL		475689,899

Capítulo 5: Exteriores y extras			
	Medición (m3)	Precio(€)	Total(€)
Movimiento de tierras, vertedero			
Carga y transporte de tierras de excavación a vertedero o planta de tratamiento autorizado situado a más de 20km de distancia realizado por empresa autorizada, considerando tiempos de ida, carga, vuelta y descarga, todo ello según la Ley 22/2011 de residuos y suelos contaminados y la Ley 10/2000 de Residuos de la Comunitat Valenciana.	2079	6,43	13367,97
Asfalto exterior	Medición (m2)	Precio(€)	Total(€)
Formación de capa de rodadura de 6cm de espesor final una vez apisonada ejecutada mediante el suministro, extendido y compactación de mezcla bituminosa en caliente tipo AC 22 surf PMB 25/55-65 S con árido calizo de tamaño máximo 22mm.	3558,51	8,6	30603,186
Valla linde	Medición (m)	Precio(€)	Total(€)
Valla de 100cm de altura, formada por malla de alambre galvanizado soldado y plastificado verde de 50,8x50, 8mm y diámetro de 2,5mm, con pliegues en los alambres horizontales y puntas defensivas de 25,4mm en el borde superior, montada sobre postes tubulares de aluminio color verde, con pestaña en T para la fijación de mallas, incluso replanteo, recibido de postes con mortero de cemento, nivelación y aplomado de los mismos, colocación y tensado de la malla.	297,3	26,89	7994,397



Puerta valla linde	Medición (u)	Precio(€)	Total(€)
Puerta valla de 8x2 de 1 hoja	1	1071	1071
Puerta nave	Medición (u)	Precio(€)	Total(€)
Puerta seccional de acero 5x5	2	2300	4600
TOTAL			57636,553

3. INDICADORES Y RESUMEN GENERAL DEL PRESUPUESTO

CAPÍTULO..... IMPORTE

1. Acondicionamiento del terreno 59144,81
 2. Cimentación..... 91930,90
 3. Estructura 127559,81
 4. Cubierta e interior 475689,90
 5. Exteriores y extras 57636,55

Presupuesto Ejecución Material 811961,961€

Gastos Generales 13%..... 105555,055+

Beneficio Industrial 6% 48717,7177+

Presupuesto Total 966234,734€

I.V.A 21%..... 202909,294+

Presupuesto Ejecución por Contrata 1169144,03€

Asciende el presupuesto a la expresada cantidad de:

UN MILLÓN CIENTO SESENTA Y NUEVE MIL CIENTO CUARENTA Y CUATRO EUROS CON TRES CÉNTIMOS.



PROYECTO DE ESTABLECIMIENTO INDUSTRIAL DE 2000 m² DEDICADO AL SECTOR METALMECÁNICO

PLANOS

AUTORA: Alejandra Robles Alarcón

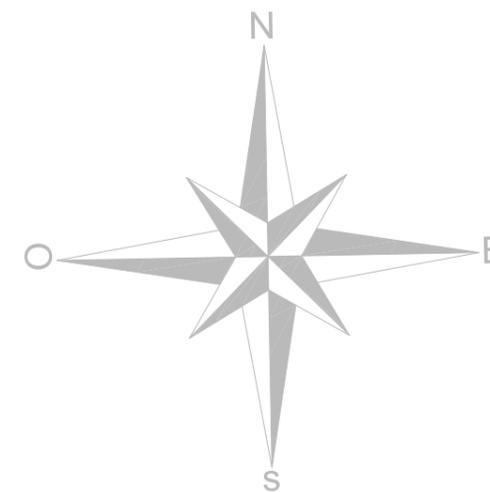
TUTOR: Pedro Ildefonso Jaén Gómez





Índice planos

1. Plano 1. Situación	98
2. Plano 2. Emplazamiento	99
3. Plano 3. Distribución en planta	100
4. Plano 4. Urbanización de parcela	101
5. Plano 5. Replanteo	102
6. Plano 6. Cimientos	103
7. Plano 7. Zapatas y vigas de atado	104
8. Plano 8. Placas de anclaje	105
9. Plano 9. 3D	106
10. Plano 10.1. Estructura. Pórtico de fachada	107
11. Plano 10.2. Estructura. Pórtico interior	108
12. Plano 10.3. Estructura. Lateral	109
13. Plano 10.4. Estructura. Cubierta	110
14. Plano 11.1. Cerramientos. Fachadas frontal y trasera	111
15. Plano 11.2. Cerramientos. Fachadas laterales	112
16. Plano 11.3. Cerramientos. Cubierta	113



TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR INGENIEROS INDUSTRIALES VALENCIA

Proyecto: PROYECTO DE ESTABLECIMIENTO INDUSTRIAL DE 2000 m2 DEDICADO AL SECTOR METALMECÁNICO

Plano: Situación

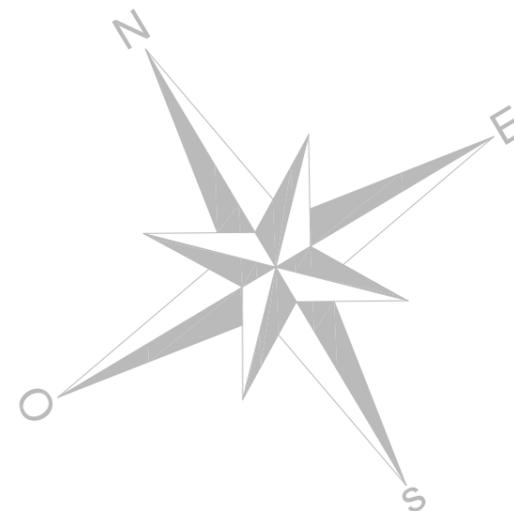
Autor: Alejandra Robles Alarcón

Fecha: Julio 2016

Escala: 1:5000

Nº Plano:

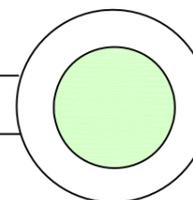
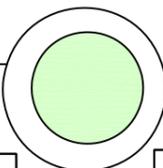
1

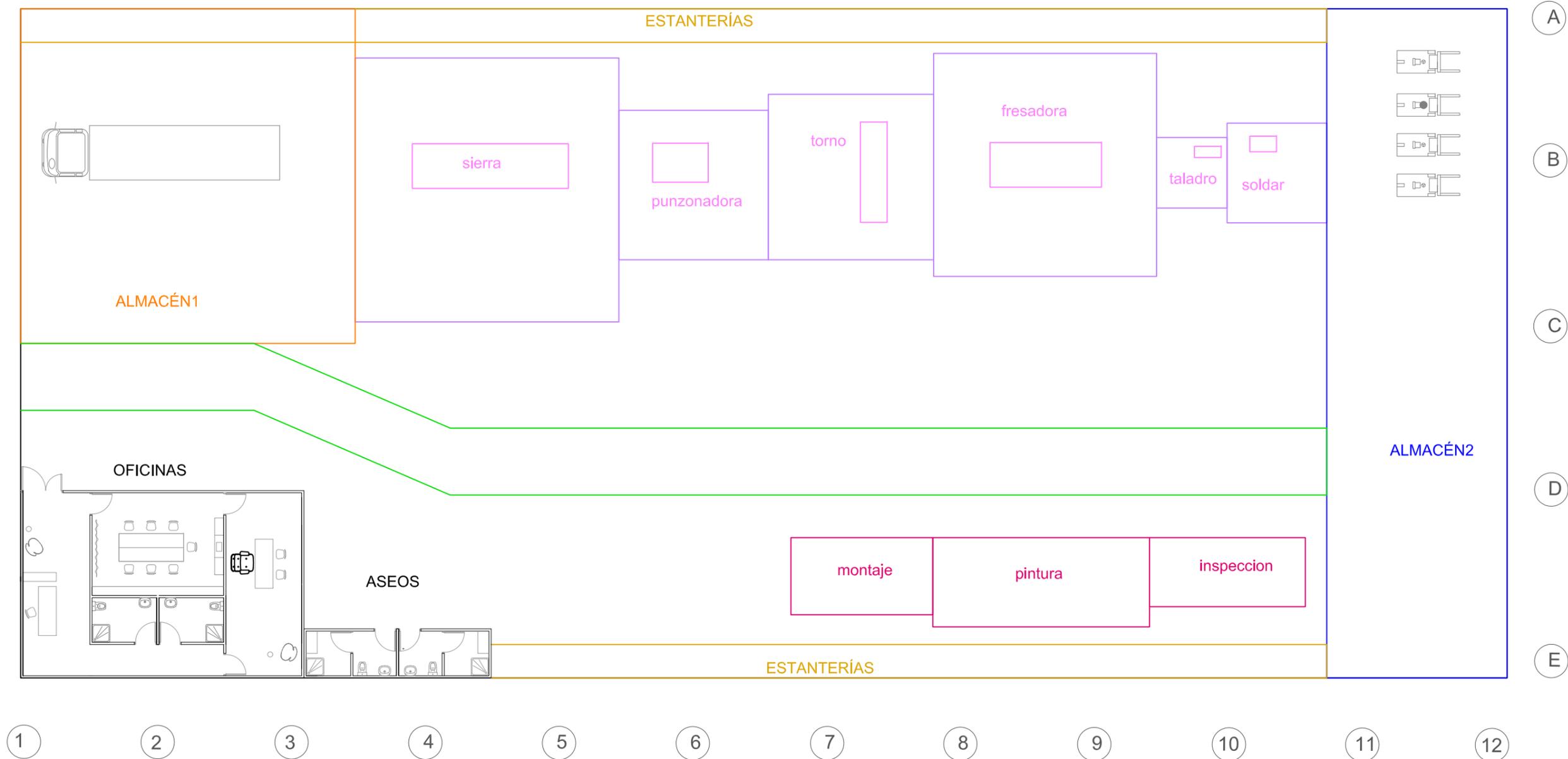


C1	C2	C3	C4	C5	C6
C23	C7				
C22	C7				
C21	C8				
C20	C8				
C19	C8				
C18	C9				
C17	C9				
C16	C9				
C15	C10				
C14	C10				
C13	C10				
C12	C11				
[Green shaded area]					

B1	B2	B3	B4	B5	
B23		B6			
B22		B7			
B21		B8			
B20		B9			
B19		B10			
B18		B11			
B	B	B	B	B	B
17	16	15	14	13	12

A1	A2	A3	A4	A5	
A27	A6				
A26	A6				
A25	A6				
A24	A7				
A23	A7				
A22	A7				
A21	A8				
A20	A8				
A19	A8				
A18	A9				
A17	A9				
A16	A9				
A	A	A	A	A	A
15	14	13	12	11	10





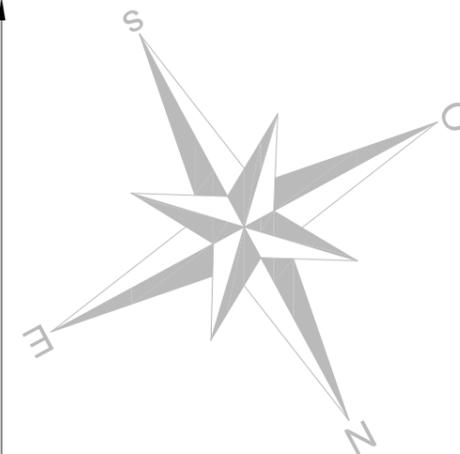
	SUPERFICIE (m2)		SUPERFICIE (m2)
OFICINAS	125	ESTANTERÍAS	120
ALMACÉN 1	225	PINTURA	36
ALMACÉN 2	240	MONTAJE	22
MECANIZADO	580.5	INSPECCIÓN	22

90351

7000

13851

10500



61300

VIAL 4

6000

3500

4500

Superficie total polígono	228666m ²
Sup. Parcela	5538.51 m ²
Retranqueos	8 m vía principal, 3m laterales y trasera
Edificabilidad	1 m ² /m ² s
Ocupación max.	75%
Altura max. cornisa	14 m
Aparcamientos	1 cada 150 m ²

PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK

PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK

TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR INGENIEROS INDUSTRIALES VALENCIA

Proyecto: **PROYECTO DE ESTABLECIMIENTO INDUSTRIAL DE 2000 m² DEDICADO AL SECTOR METALMECÁNICO**

Plano: **Urbanización de parcela**

Autor: **Alejandra Robles Alarcón**

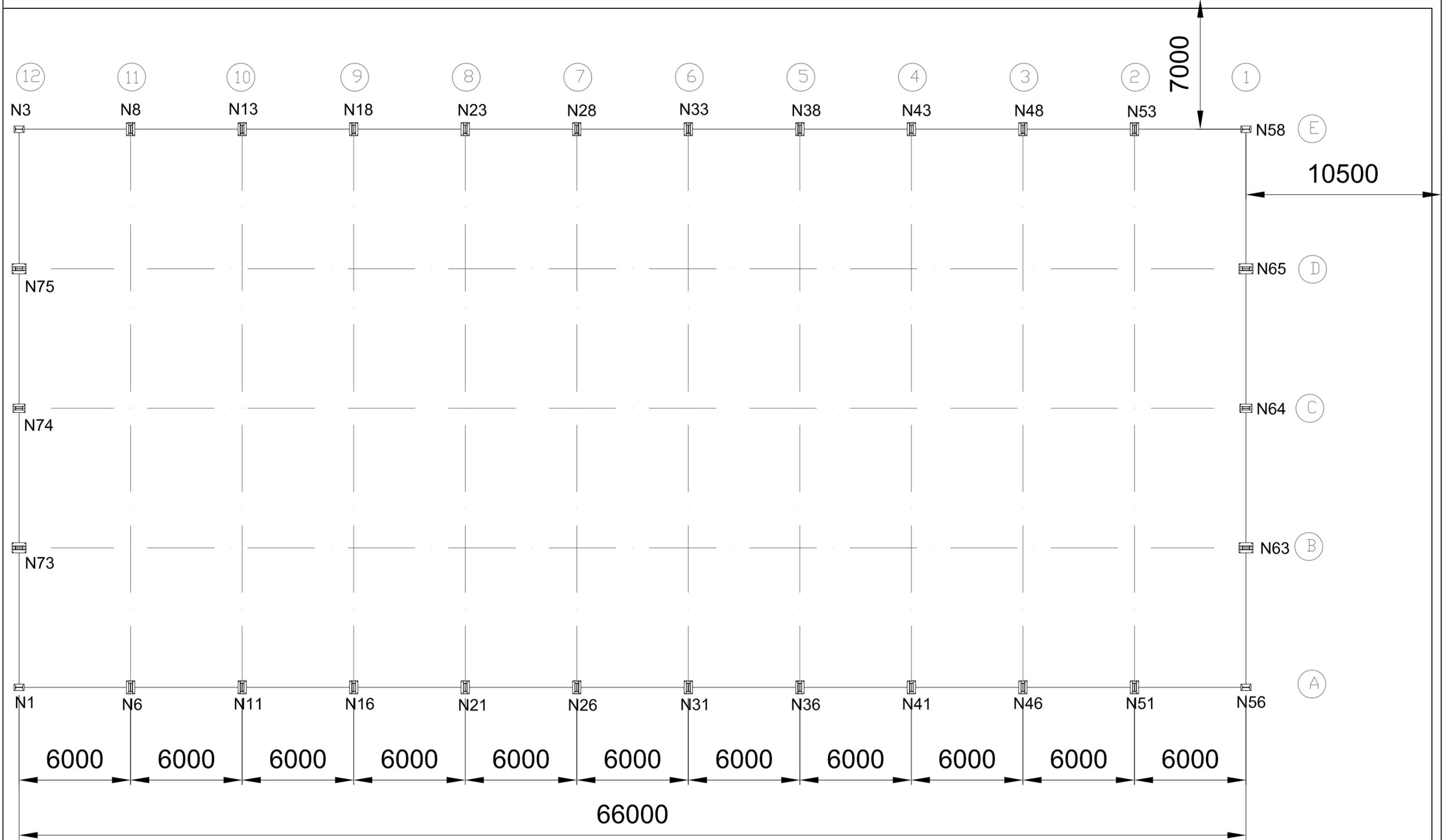
Fecha: **Julio 2016**

Escala: **1:300**

Nº Plano:

4

90351



PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK

PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK

TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR INGENIEROS INDUSTRIALES VALENCIA

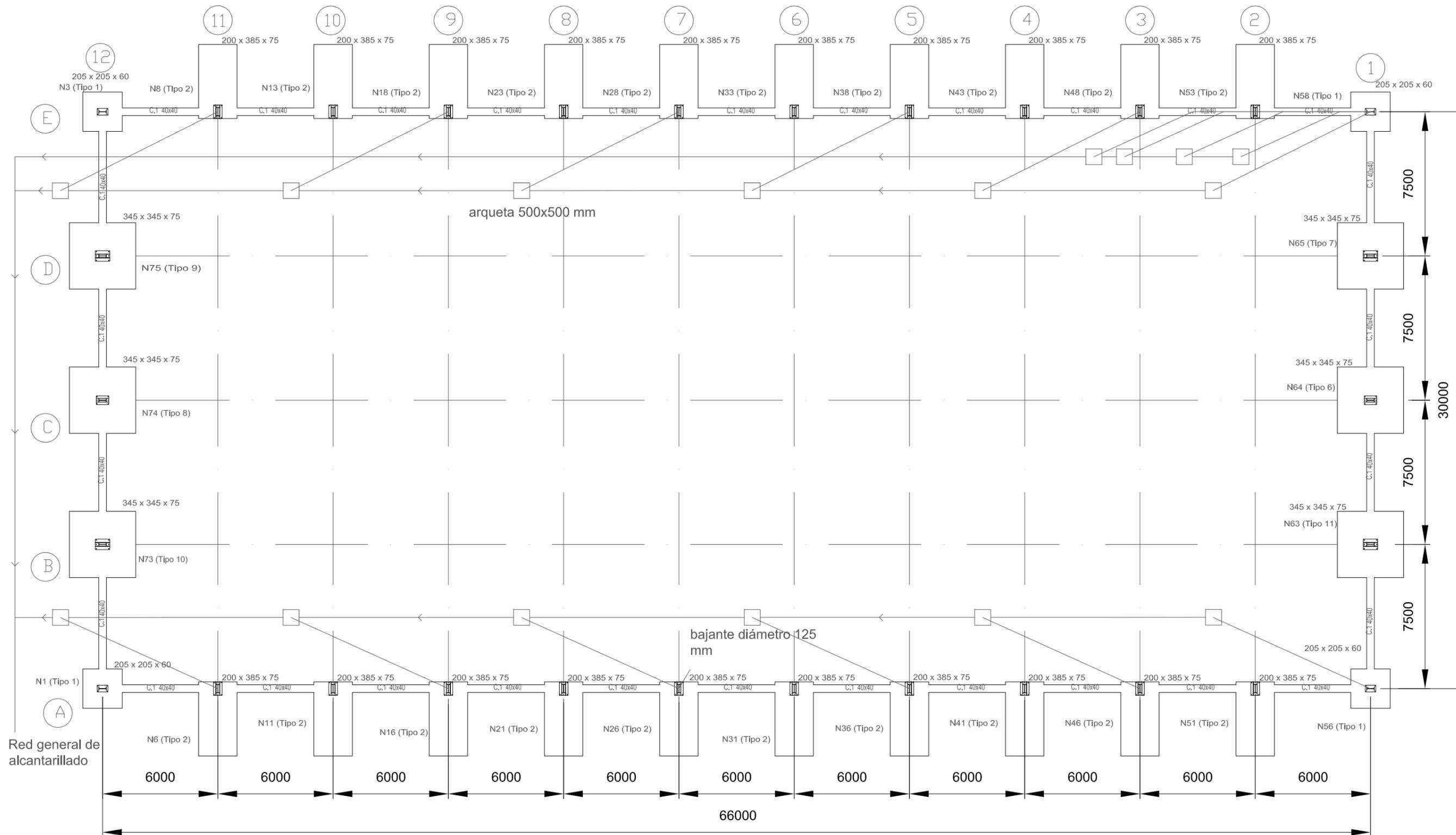
Proyecto: PROYECTO DE ESTABLECIMIENTO INDUSTRIAL DE 2000 m2 DEDICADO AL SECTOR METALMECÁNICO

Plano: Replanteo
Autor: Alejandra Robles Alarcón

Fecha: Julio 2016
Escala: 1:200

Nº Plano:

5



TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR INGENIEROS INDUSTRIALES VALENCIA

Proyecto:

PROYECTO DE ESTABLECIMIENTO INDUSTRIAL DE 2000 m² DEDICADO AL SECTOR METALMECÁNICO

Plano:

Cimientos

Autor:

Alejandra Robles Alarcón

Fecha:

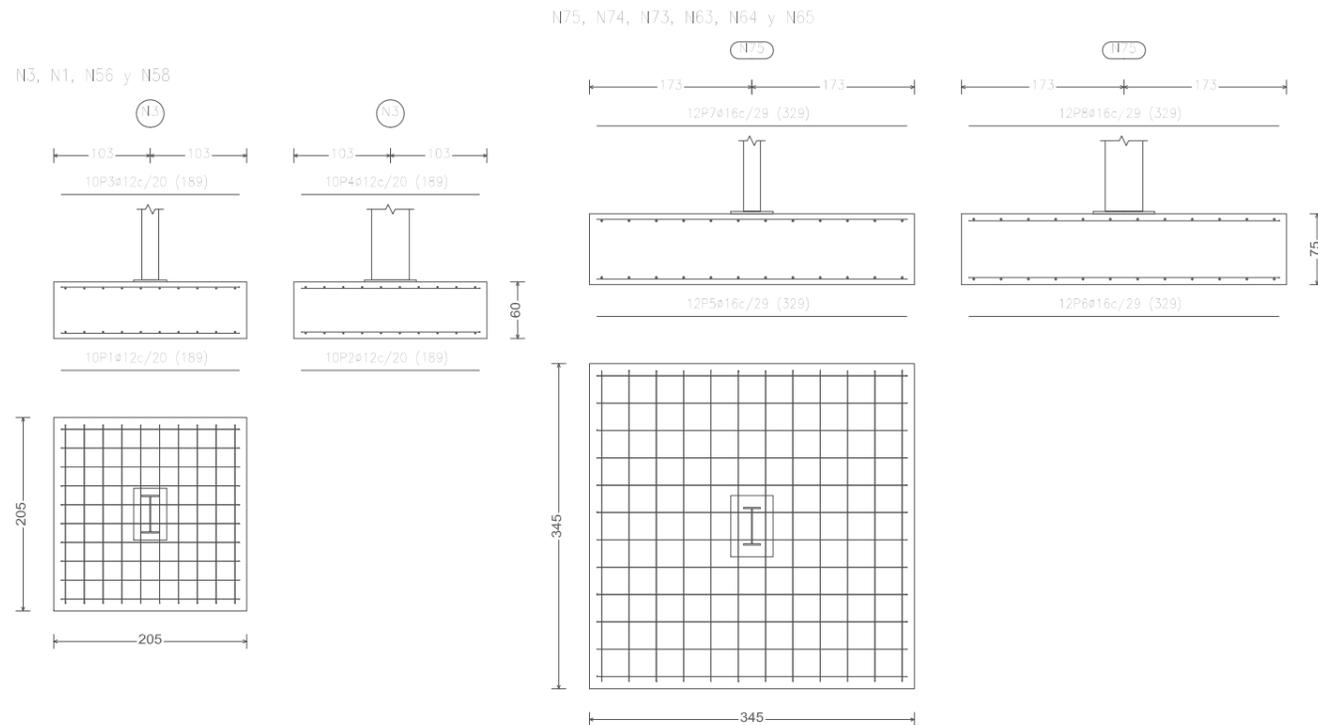
Julio 2016

Escala:

1:200

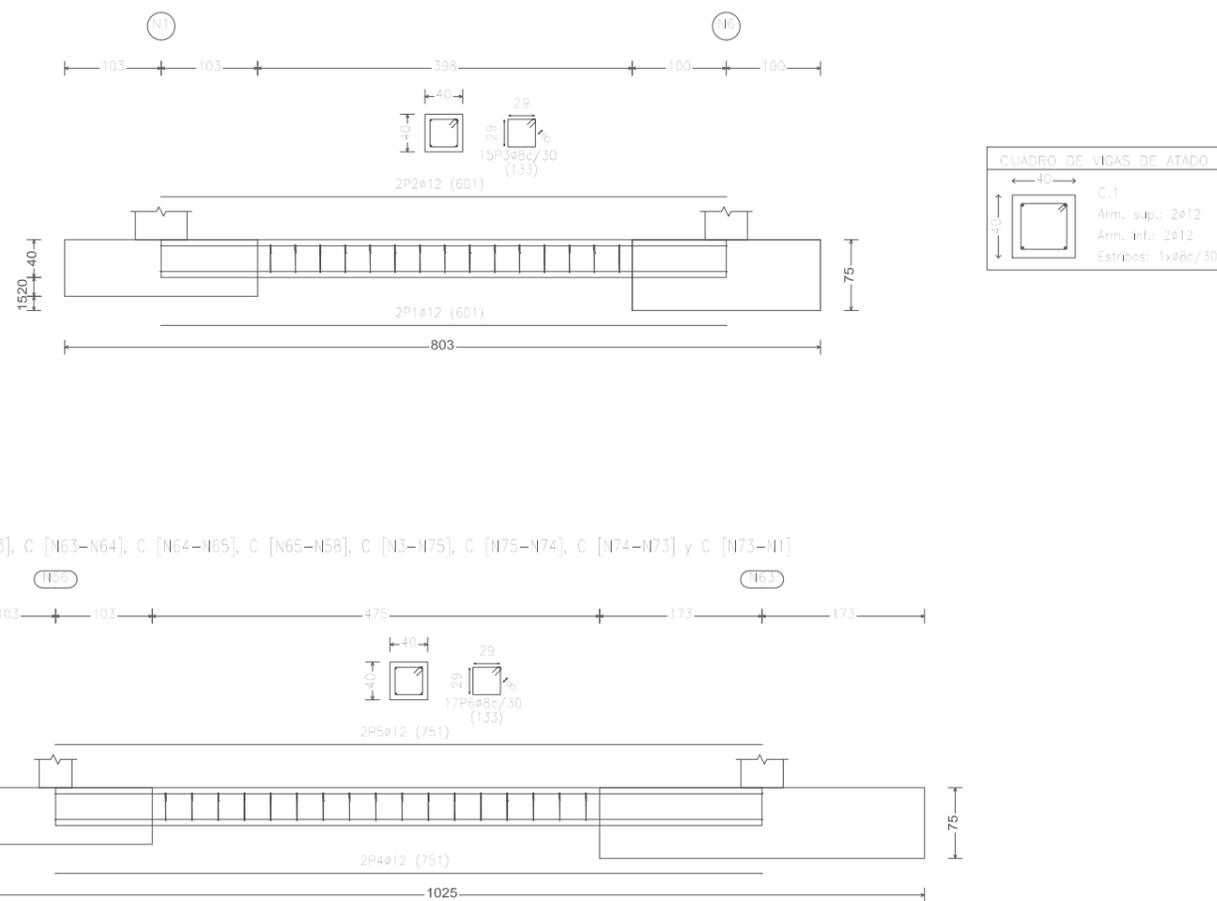
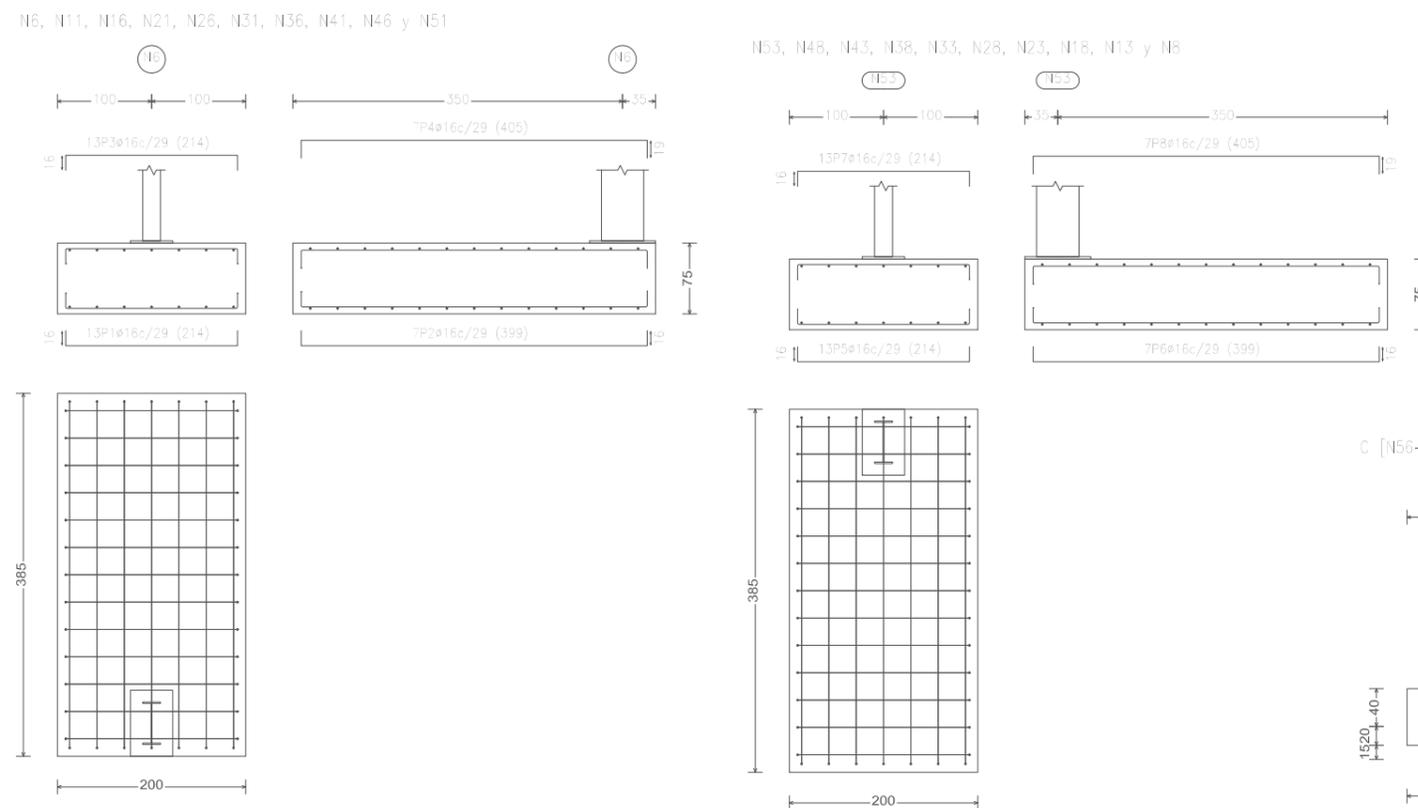
Nº Plano:

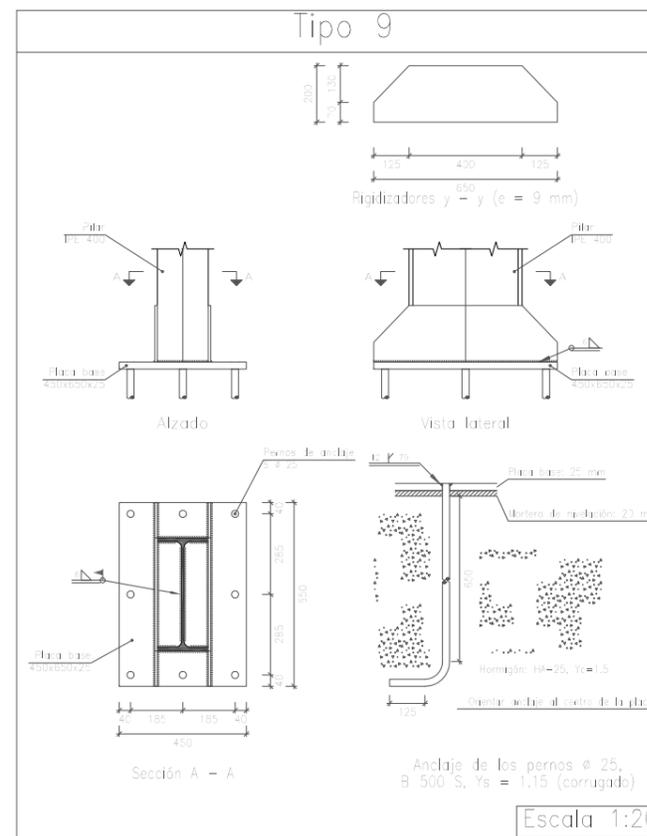
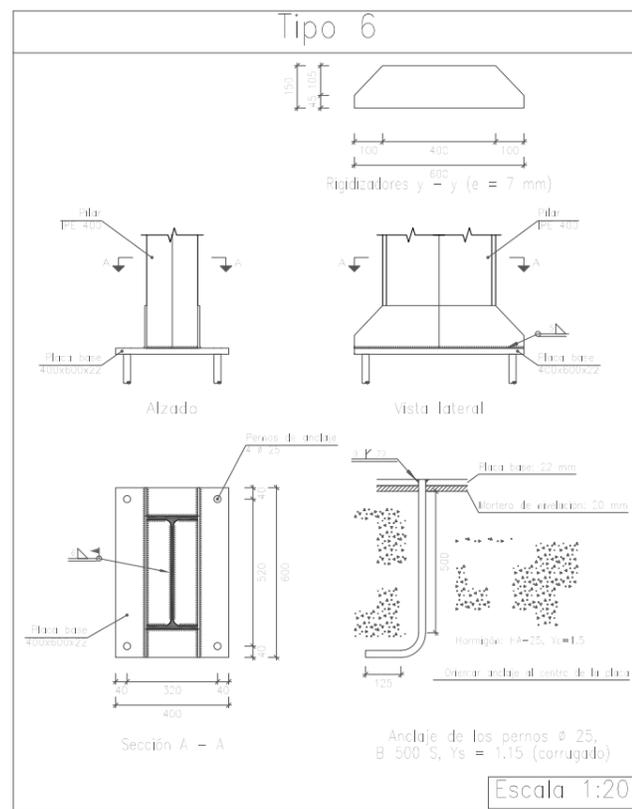
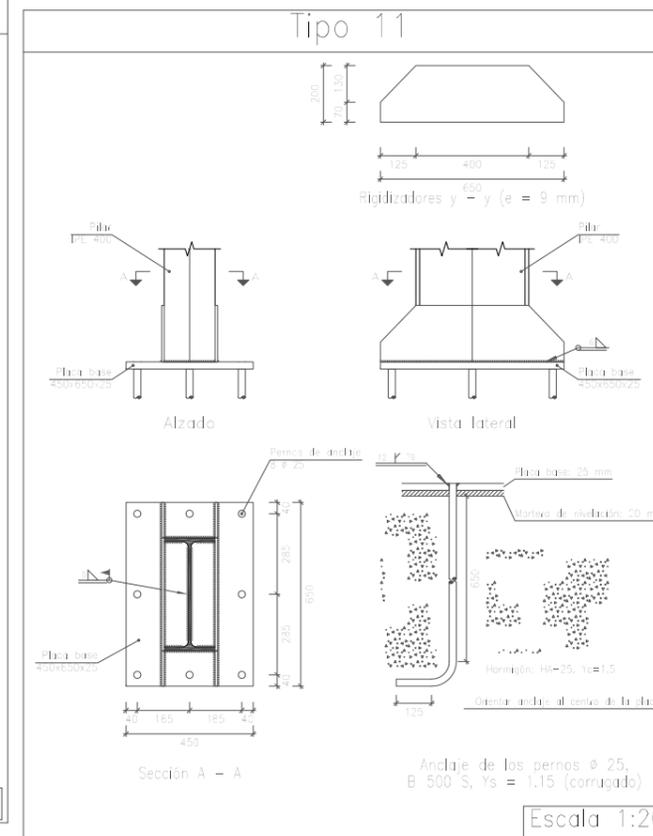
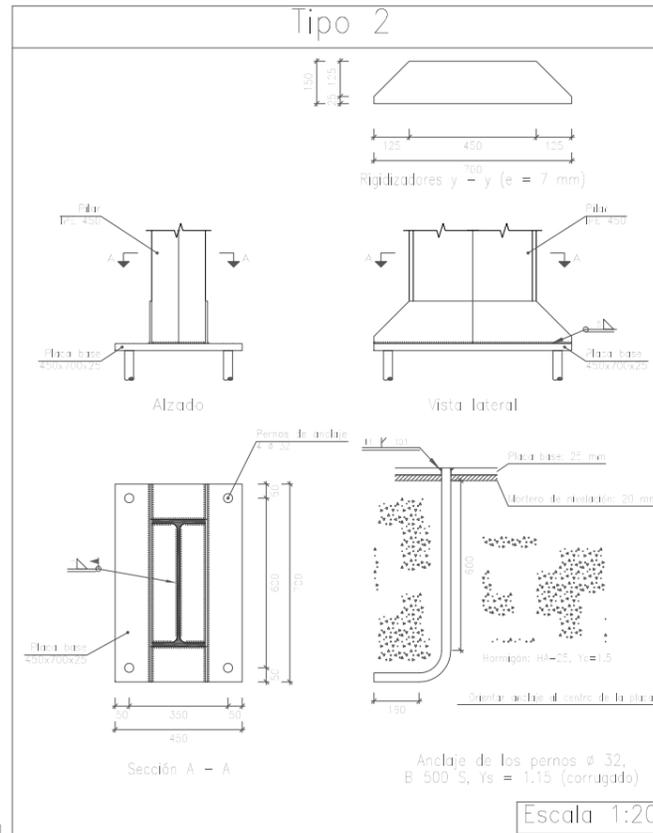
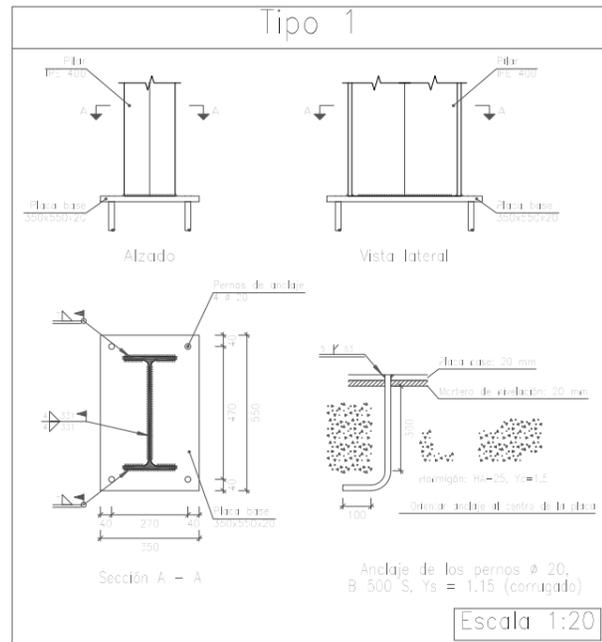
6



Elemento	Pos.	Diám.	No.	Long. (cm)	Total (cm)	B 500 S, Ys=1,15 (kg)	Elemento	Pos.	Diám.	No.	Long. (cm)	Total (cm)	B 500 S, Ys=1,15 (kg)	Elemento	Pos.	Diám.	No.	Long. (cm)	Total (cm)	B 500 S, Ys=1,15 (kg)
C [N1-N3]	1	ø12	10	189	1890	16,8	C [N1-N3]	1	ø12	10	189	1890	16,8	C [N1-N3]	1	ø12	10	189	1890	16,8
	2	ø12	10	189	1890	16,8		2	ø12	10	189	1890	16,8		2	ø12	10	189	1890	16,8
	3	ø12	10	189	1890	16,8		3	ø12	10	189	1890	16,8		3	ø12	10	189	1890	16,8
	4	ø12	10	189	1890	16,8		4	ø12	10	189	1890	16,8		4	ø12	10	189	1890	16,8
Total (x4)						71,2	Total (x4)						71,2	Total (x4)						71,2
C [N4-N6]	1	ø16	12	329	3948	62,3	C [N4-N6]	1	ø16	12	329	3948	62,3	C [N4-N6]	1	ø16	12	329	3948	62,3
	2	ø16	12	329	3948	62,3		2	ø16	12	329	3948	62,3		2	ø16	12	329	3948	62,3
	3	ø16	12	329	3948	62,3		3	ø16	12	329	3948	62,3		3	ø16	12	329	3948	62,3
	4	ø16	12	329	3948	62,3		4	ø16	12	329	3948	62,3		4	ø16	12	329	3948	62,3
Total (x4)						249,2	Total (x4)						249,2	Total (x4)						249,2
ø12: 71,2						285,6	ø12: 71,2						285,6	ø12: 71,2						285,6
ø16: 249,2						534,8	ø16: 249,2						534,8	ø16: 249,2						534,8
Total						820,4	Total						820,4	Total						820,4

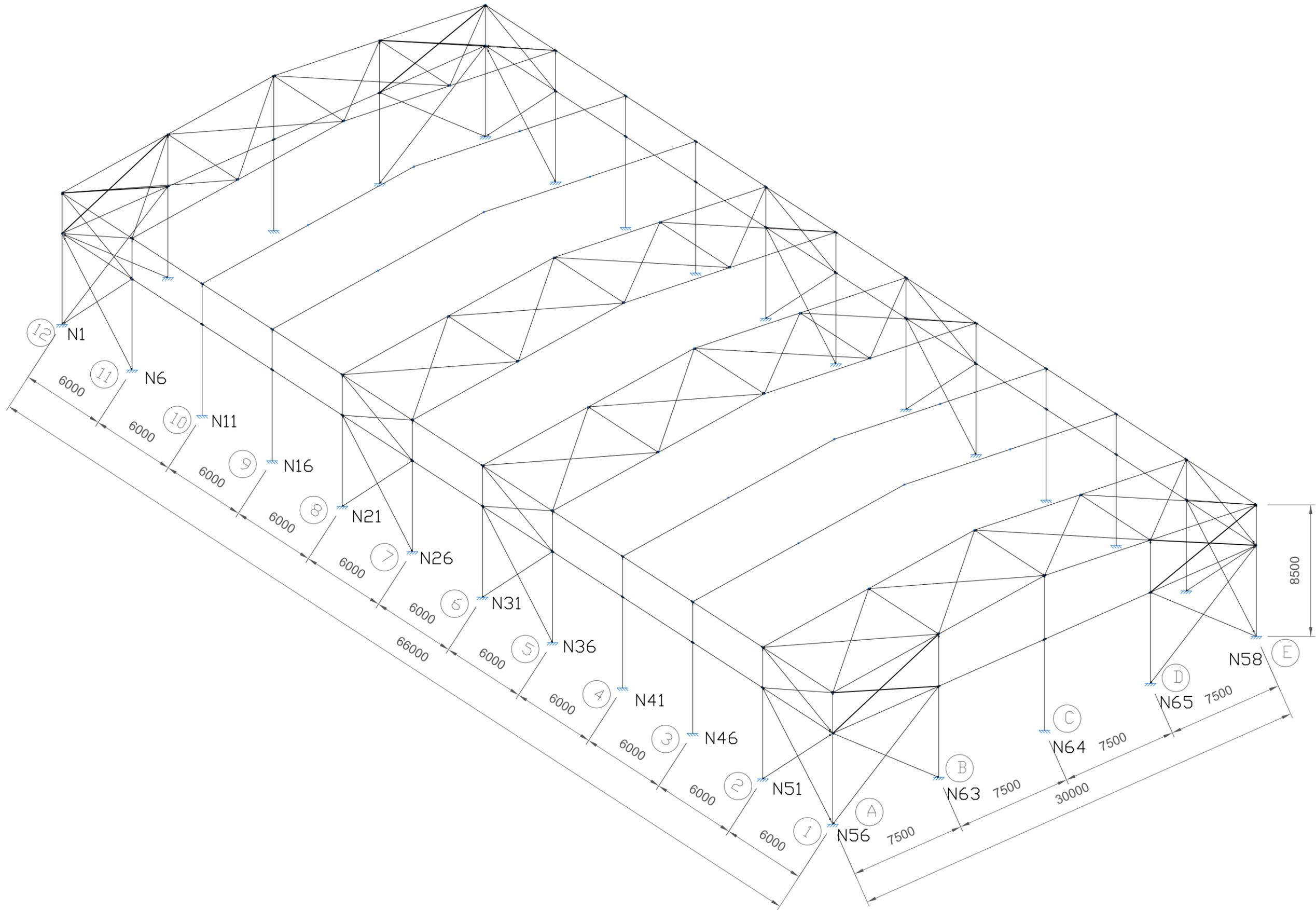
C [N1-N6], C [N6-N11], C [N11-N16], C [N16-N21], C [N21-N26], C [N26-N31], C [N31-N36], C [N36-N41], C [N41-N46], C [N46-N51], C [N51-N56], C [N56-N63], C [N63-N64], C [N64-N65], C [N65-N58], C [N3-N75], C [N75-N74], C [N74-N73] y C [N73-N1]



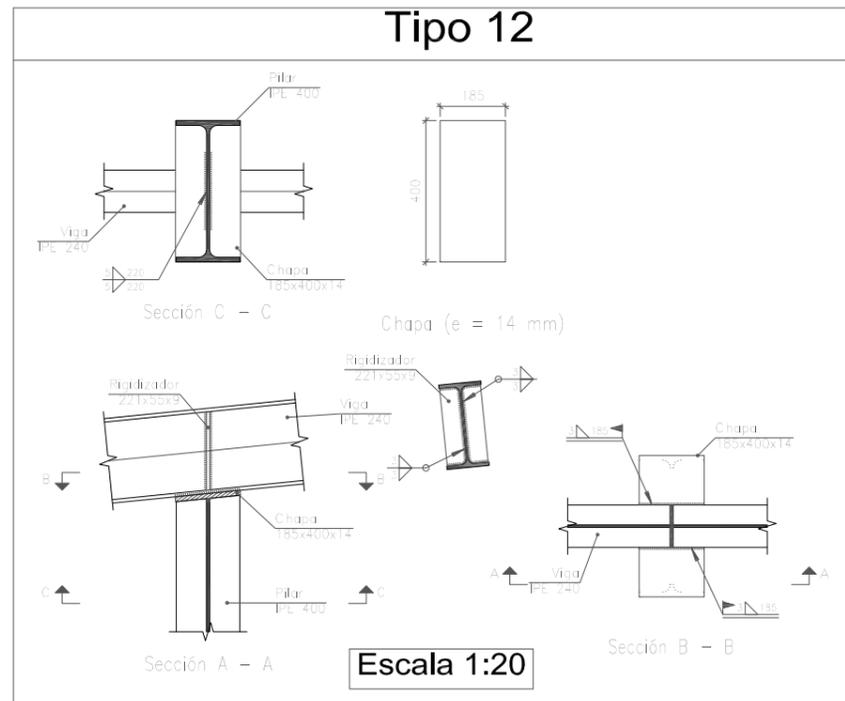
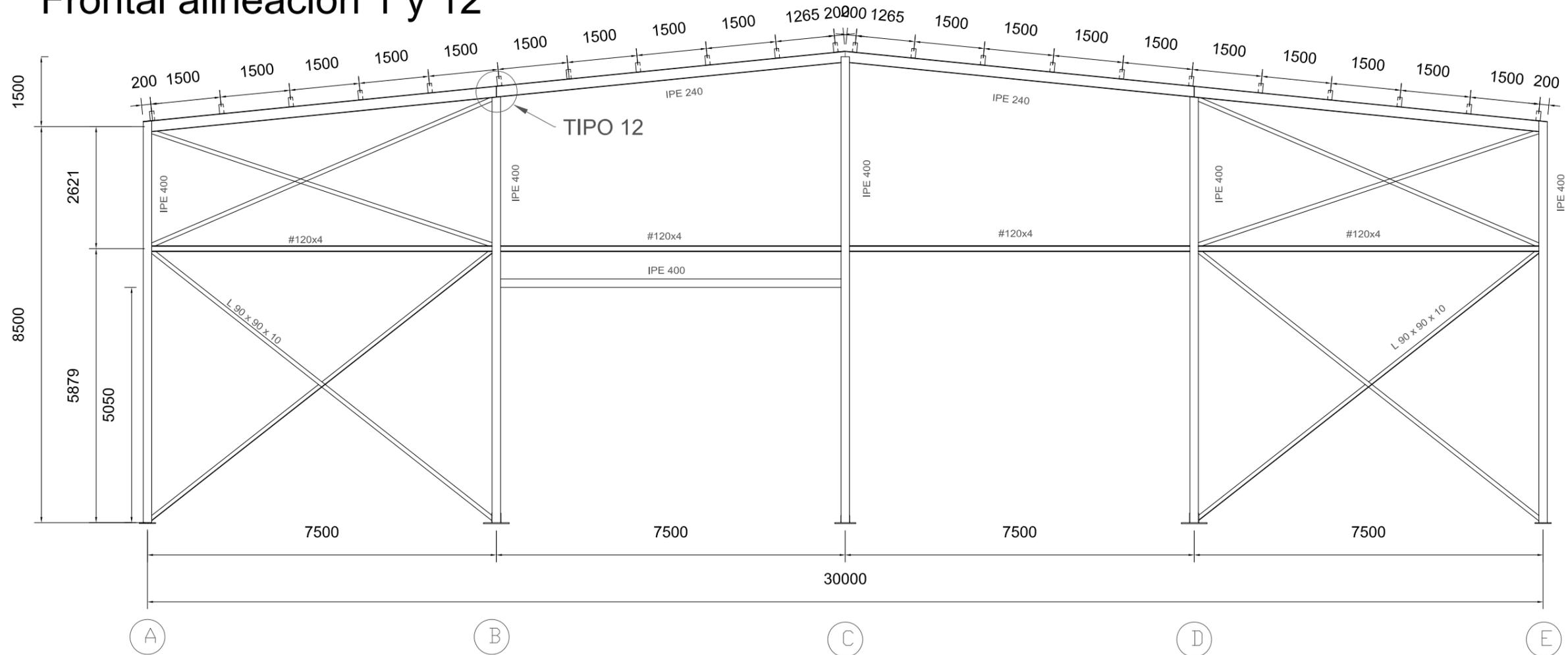


Cuadro de arranques		
Referencias	Pernos de Placas de Anclaje	Dimensión de Placas de Anclaje
N3, N1, N56 y N58	4 Pernos $\varnothing 20$	Placa base (350x550x25)
N75, N73, N63 y N65	8 Pernos $\varnothing 25$	Placa base (450x650x25)
N74 y N64	4 Pernos $\varnothing 25$	Placa base (400x600x25)
N6, N11, N16, N21, N26, N31, N36, N41, N46, N51, N53, N48, N43, N38, N33, N28, N23, N18, N13 y N8	4 Pernos $\varnothing 32$	Placa base (450x700x25)

Resumen Acero	Long. total (m)	Peso+10% (kg)	Total
Elemento, Viga y Placa de anclaje			
B 500 S, Ys=1.15	$\varnothing 8$	619,8	269
	$\varnothing 12$	1071,6	1047
	$\varnothing 16$	3185,9	5531
			6847



Frontal alineación 1 y 12

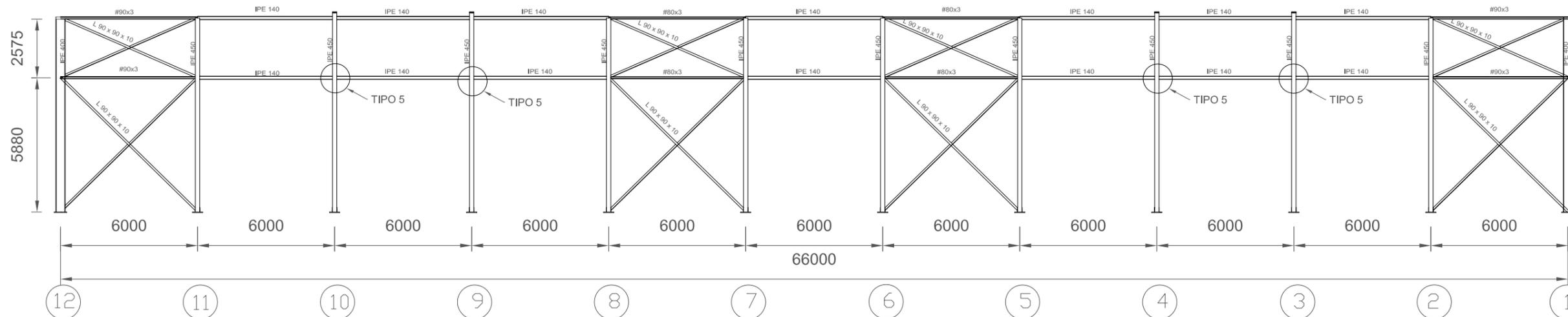


PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK

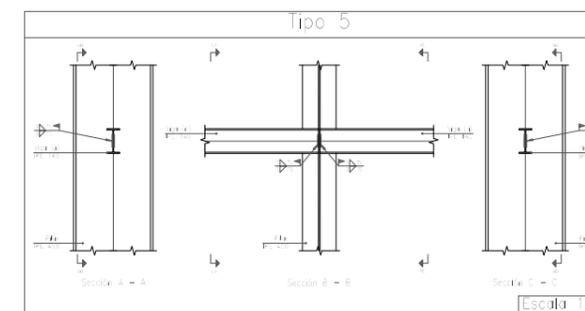
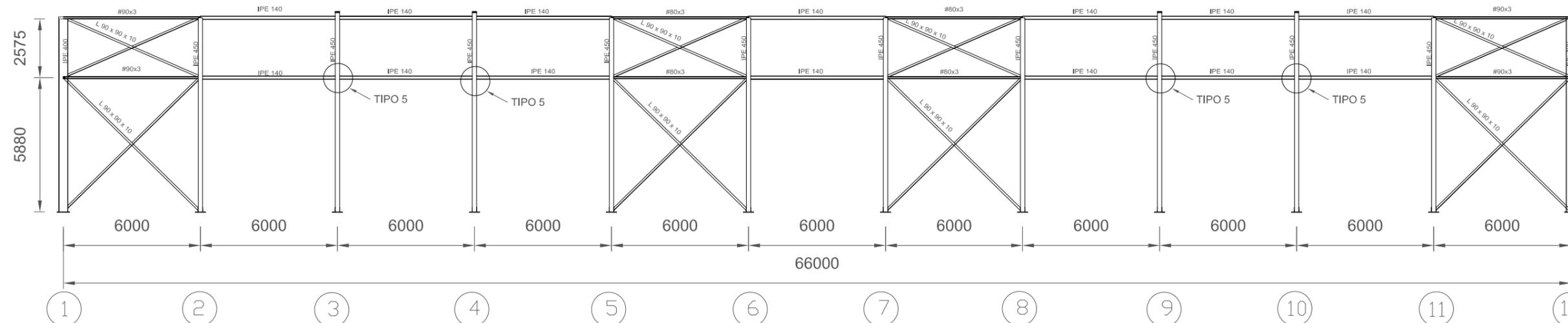
PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK

	Proyecto: PROYECTO DE ESTABLECIMIENTO INDUSTRIAL DE 2000 m2 DEDICADO AL SECTOR METALMECÁNICO	Plano: Estructura. Pórtico de fachada	Fecha: Julio 2016	Nº Plano: 10.1
		Autor: Alejandra Robles Alarcón	Escala: 1:100	

Lateral alineación A



Lateral alineación E



PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK

PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK

TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES



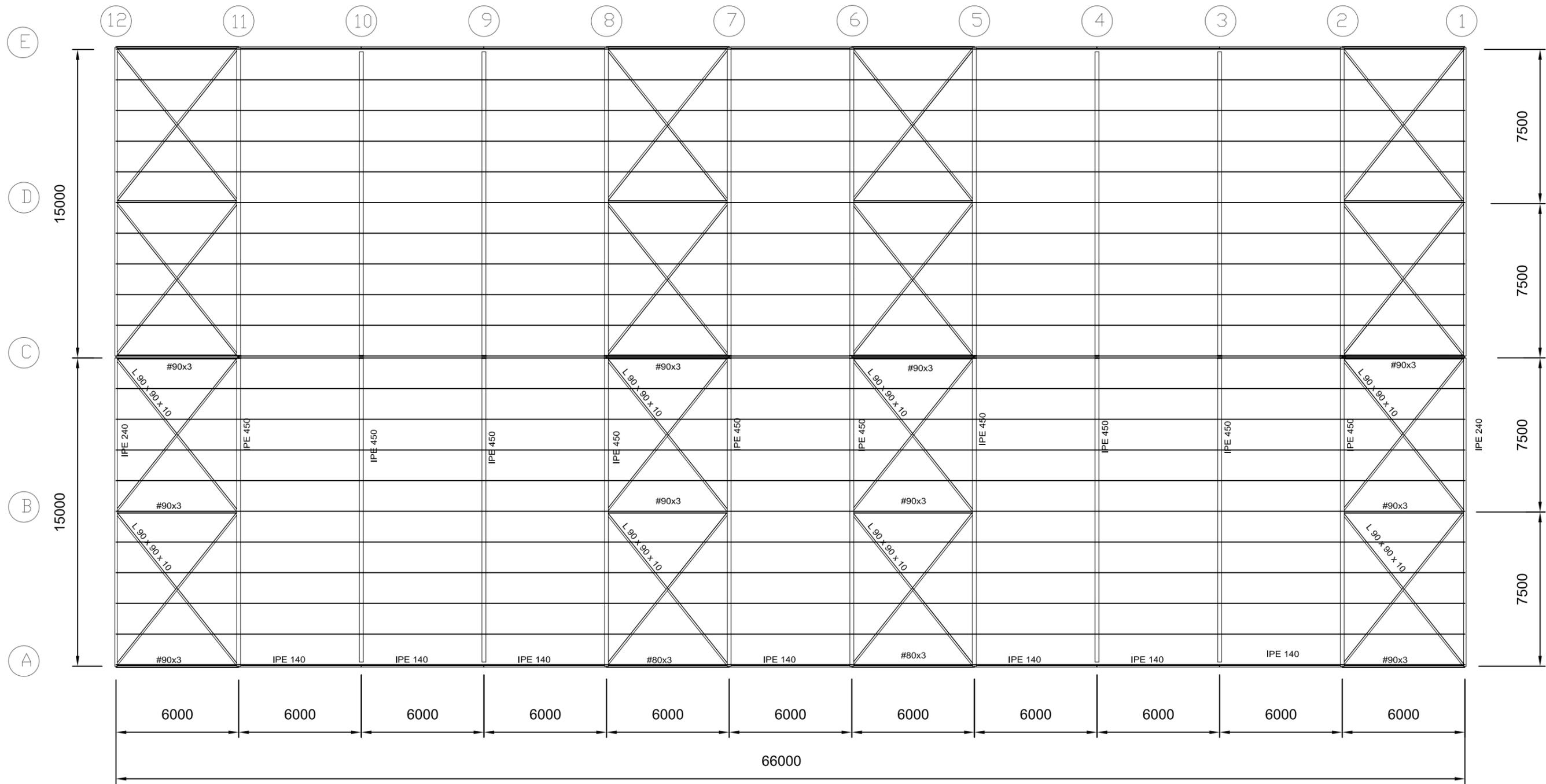
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR INGENIEROS INDUSTRIALES VALENCIA

Proyecto: **PROYECTO DE ESTABLECIMIENTO INDUSTRIAL DE 2000 m2 DEDICADO AL SECTOR METALMECÁNICO**

Plano: **Estructura. Lateral**
 Autor: **Alejandra Robles Alarcón**

Fecha: **Julio 2016**
 Escala: **1:200**

Nº Plano: **10.3**



TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR INGENIEROS INDUSTRIALES VALENCIA

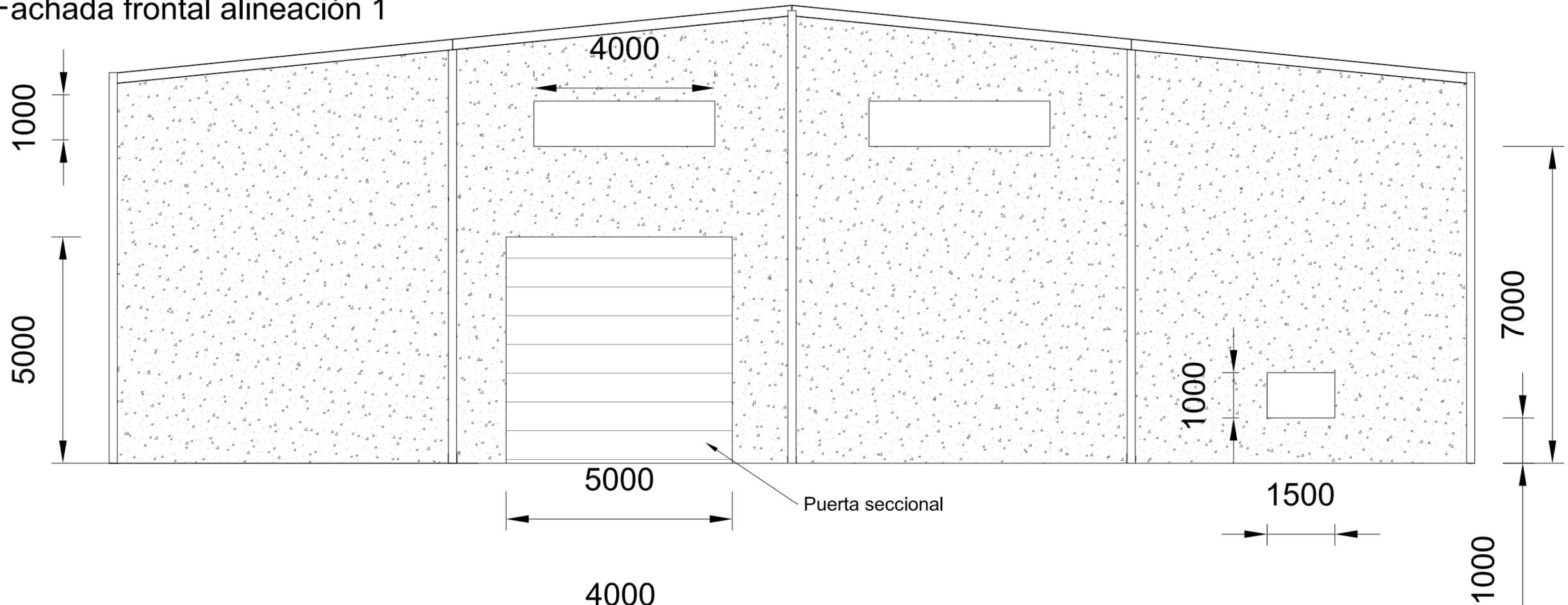
Proyecto: **PROYECTO DE ESTABLECIMIENTO INDUSTRIAL DE 2000 m2 DEDICADO AL SECTOR METALMECÁNICO**

Plano: **Estructura. Cubierta**
 Autor: **Alejandra Robles Alarcón**

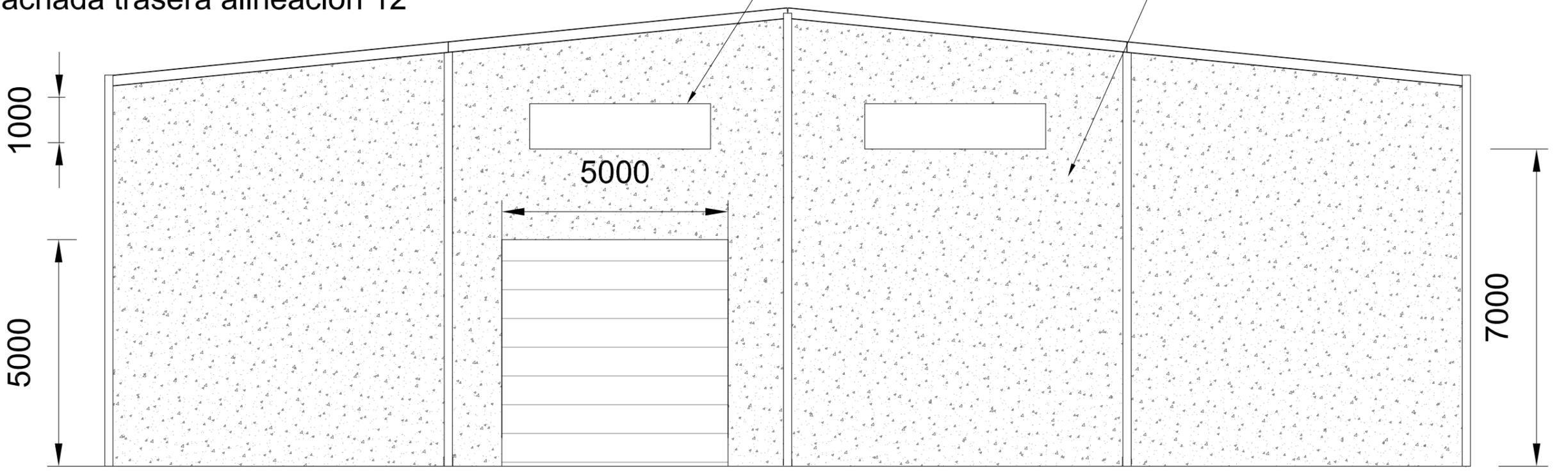
Fecha: **Julio 2016**
 Escala: **1:200**

Nº Plano: **10.4**

Fachada frontal alineación 1



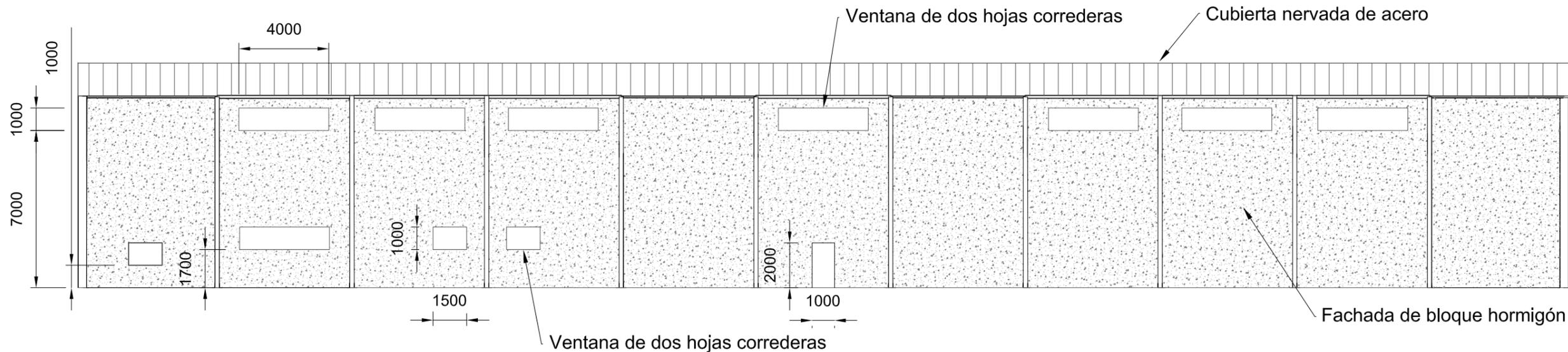
Fachada trasera alineación 12



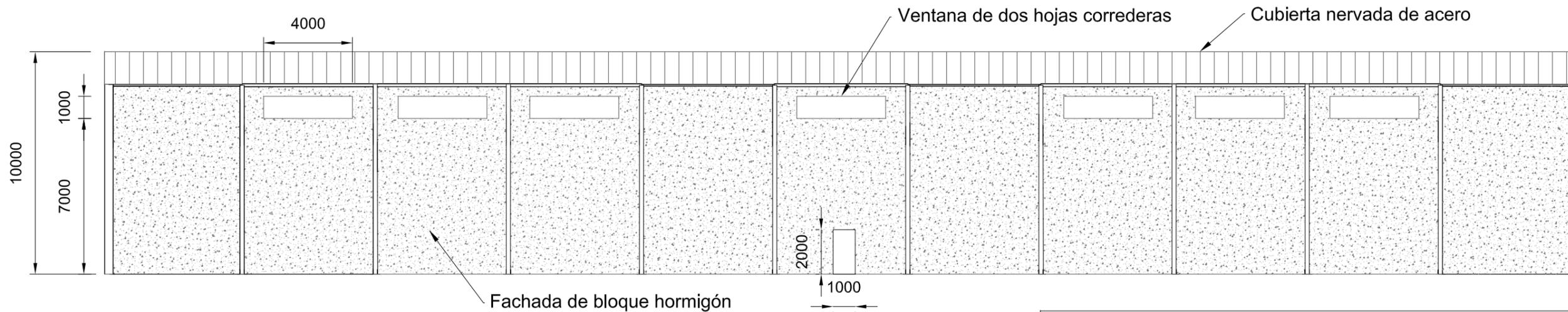
PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK

PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK

Lateral derecho alineación E

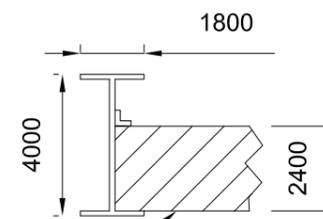


Lateral izquierdo alineación A

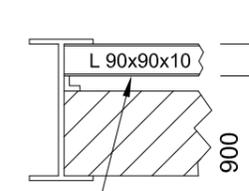


Perfil IPE 400, alineación 1

Alineación B



Alineación A



Fachada de bloque hormigón

Perfil arriostramiento

