



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCUOLA TÉCNICA
SUPERIOR INGENIERÍA
INDUSTRIAL VALENCIA

Curso Académico:



RESUMEN

El objetivo del presente trabajo de fin de grado es realizar el diseño y cálculo de la estructura metálica para un complejo deportivo que albergará pistas deportivas ubicado en la localidad de El Campello (Alicante).

Para la realización de los cálculos estructurales se utilizará el programa CYPE Ingenieros, concretamente los módulos Generador de Pórticos y CYPE3D. Paralelamente, se empleará el programa AUTOCAD para la edición de los planos.

Palabras Clave: Estructura metálica; centro deportivo; proyecto estructural; cálculo estructural.



RESUM

L'objectiu d'aquest treball de fi de grau és realitzar el disseny i càlcul de l'estructura metàl·lica per a un complex esportiu que albergarà pistes deportives situat a la localitat de El Campello (Alacant).

Per a la realització dels càlculs estructurals s'utilitzarà el programa "CYPE Ingenieros", concretament els mòduls "Generador de pórticos" i CYPE3D. Paral·lament, es farà servir el programa AUTOCAD per a l'edició dels plànols.

Paraules Clau: Estructura metàl·lica; centre esportiu; projecte estructural; càlcul estructural.



ABSTRACT

The aim of the present final degree project focuses on the design and calculation of the steel structure for a building meant to be a sports center with courts, located in the town of El Campello (Alicante).

The required calculations will be made using the program of structural calculus CYPE, specifically the portal frame generator "Generador de Pórticos" and CYPE 3D. In order to edit and format the plans, AUTOCAD will be used.

Key words: Steel structure; sports centre; structural Project; structural calculations.



ÍNDICE

I.	MEMORIA DESCRIPTIVA	7
1.	Objeto del trabajo	9
2.	Introducción del proyecto	9
2.1.	Antecedentes	9
2.2.	Motivación.....	9
3.	Normativa aplicada	10
4.	Situación y emplazamiento	10
4.1.	Descripción de la localización.....	10
4.2.	Características de la parcela.....	11
4.2.	Normas urbanísticas.....	11
5.	Descripción general del edificio	12
5.1	Cuadro de superficies	12
5.2.	Distribución en planta	12
5.3.	Estudio funcional.....	16
6.	Descripción de la solución adoptada.....	16
6.1.	Cimentación y solera	17
6.2.	Placas de anclaje.....	18
6.3.	Estructura	20
6.3.1.	Pórtico interior	20
6.3.2.	Pórtico de fachada.....	20
6.3.3.	Fachadas laterales	21
6.3.4.	Cubierta	22
6.3.5.	Forjado.....	22
6.3.6.	Correas	23
6.4.	Elementos constructivos	23
6.4.1.	Solera.....	23
6.4.2.	Cerramientos.....	24
6.4.3.	Cerramiento lateral	24
7.	Resumen del presupuesto.....	25
8.	Bibliografía.....	26



II. ANEXO DE CÁLCULO	27
1. Análisis estructural	28
1.1. Software empleado	28
1.2. Método de cálculo.....	28
2. Materiales.....	28
2.1. Acero	28
2.2. Hormigones	29
3. Acciones.....	30
3.1. Acciones permanentes	30
3.1.1. Peso propio.....	30
3.2. Acciones variables	30
3.2.1. Sobrecarga de uso	30
3.2.2. Viento	31
3.2.3. Nieve.....	32
3.3. Bases de cálculo.....	33
3.4. Estados límite	34
3.5. Combinación de acciones.....	34
3.5.1. Estados límite últimos – Capacidad portante.....	35
3.5.2. Estados límite de servicio – Aptitud al servicio	36
4. Cálculo	37
4.1. Predimensionamiento de la estructura metálica.....	37
5. Comprobaciones.....	39
5.1. Correas de cubierta	39
5.1.1. Comprobación de resistencia	39
5.1.2. Comprobación de flecha	43
5.2. Correas laterales.....	43
5.2.1. Comprobación de resistencia	43
5.2.2. Comprobación de flecha	44
5.3. Pórtico interior	45
5.3.1. Flechas.....	45
5.3.2. Comprobaciones E.L.U. (Resumido).....	46
5.4. Pórtico de fachada.....	47
5.3.1. Flechas.....	47
5.3.2. Comprobaciones E.L.U. (Resumido).....	48



5.5.	Arriostramiento de cubierta.....	49
5.4.1.	Flechas.....	49
5.4.2.	Comprobaciones E.L.U. (Resumido).....	50
5.6.	Arriostramiento de fachada lateral.....	52
5.5.1.	Flechas.....	52
5.5.2.	Comprobaciones E.L.U. (Resumido).....	52
5.7.	Viga perimetral.....	54
5.6.1.	Flechas.....	54
5.6.2.	Comprobaciones E.L.U. (Resumido).....	54
5.8.	Forjado.....	55
5.7.1.	Flechas.....	56
5.7.2.	Comprobaciones E.L.U. (Resumido).....	56
5.9.	Placa de anclaje.....	56
5.8.1.	Comprobaciones en placas de anclaje.....	56
5.8.2.	Memoria de cálculo placa de anclaje tipo 3.....	57
5.10.	Cimentación.....	62
5.10.1.	Comprobación zapata 1.....	62
5.9.2.	Comprobación zapata 2.....	65
5.9.3.	Comprobación zapata 3.....	67
5.9.4.	Comprobación zapata 4.....	70
5.9.5.	Comprobación zapata 5.....	72
III.	PRESUPUESTO.....	75
1.	Acondicionamiento del terreno.....	76
2.	Cimentaciones.....	77
3.	Estructuras.....	78
4.	Fachadas y particiones.....	80
5.	Cubiertas.....	80
6.	Carpintería, cerrajería, vidrios y protecciones solares.....	81
7.	Revestimientos y trasdosados.....	83
8.	Resumen del presupuesto.....	83
9.	Análisis del presupuesto.....	84



IV. PLANOS	86
1. Plano de situación	87
2. Emplazamiento.....	88
3. Estructura 3D.....	89
4. Distribución en planta	90
5. Cimentación.....	91
6. Detalles cimentación	92
7. Pórtico de fachada 1 y 14	93
8. Pórticos interiores 2 a 7 y 8 a 13	94
9. Fachada A y J	95
10. Detalles fachadas A y J	96
11. Forjado	97
12. Cubierta.....	98
13. Cubierta. Distribución de correas y cerramiento	99
14. Alzados fachada frontal exterior	100
15. Alzados fachada lateral exterior	101



I. MEMORIA DESCRIPTIVA

1. Objeto del trabajo

El objetivo del siguiente Trabajo Fin de Grado consiste en realizar el diseño y cálculo de la estructura metálica de un polideportivo de 2827,5 m² en el municipio de El Campello (Alicante).

Para la realización del trabajo se ha utilizado el programa de CYPE para los cálculos de la estructura, AutoCad para los planos el diseño de distribución en planta, y por último el programa Arquímedes para la realización del presupuesto.

2. Introducción del proyecto

2.1. Antecedentes

El deporte lleva formando parte de mi vida desde hace diez años, y es por ello por lo que veía muy interesante diseñar un polideportivo para mi localidad, la cual ha experimentado un elevado aumento progresivo de la población que hace que se haya duplicado en los últimos 20 años.

Actualmente hay un polideportivo en el centro del pueblo, y también existen además unas instalaciones deportivas más que aceptables en la zona oeste. Sin embargo, no existe en esta zona un pabellón cubierto, y de ahí mi interés en diseñar un pabellón, para formar lo que podría ser una ciudad deportiva.

Además, en El Campello hay mucho interés en organizar eventos deportivos. Sin embargo, a veces las fechas propuestas hacen que sean incompatibles por falta de instalaciones, y esto hace que finalmente algún evento tenga que trasladarse a otra sede, lo cual es una lástima dado el interés que se muestra en organizarlos.

2.2. Motivación

La razón por la que me decanté a realizar un proyecto como el presente, fue principalmente gracias a la asignatura de Tecnología de la Construcción que despertó mi interés por el diseño y construcción de estas naves. También se combina que, de esta manera, había un punto de unión entre mi faceta estudiantil y la deportiva pudiendo hacer un proyecto que las combinara.

Con este proyecto concluyo mis estudios en el Grado de Ingeniería en Tecnologías Industriales. Gracias al desarrollo de este, y a haber cursado las asignaturas de CAD de Estructuras y CAD Básico para la Construcción que, entre otras cosas, me han permitido tener un mejor conocimiento de los programas Cype y AutoCad, he profundizado en el conocimiento de la materia de construcción. Espero y confío en que me hayan aportado una buena preparación en lo relacionado con la materia de construcción, tanto para el máster como posteriormente para el mundo laboral.

3. Normativa aplicada

Para la realización de este TFG se han tenido en cuenta las siguientes normativas españolas en el ámbito de la construcción:

- Código Técnico de la Edificación (CTE) aprobado por el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo (BOE 28-marzo-2006) [1].
- La Instrucción de Hormigón Estructural EHE-08, aprobada el 18 de Julio de 2008 por el Real Decreto 1247/2008 [2].

Por otro lado, también se ha aplicado el Plan General de Ordenación Urbana de 1986 en Obras del ayuntamiento de El Campello que hace referencia al Boletín Oficial de la provincia de Alicante número 27 del 3 de febrero de 1988 clave 14 [3].

Y, por último, las normas N.I.D.E. del Consejo Superior de Deportes [4] cuya función es la de definir las condiciones reglamentarias y de diseño que deben considerarse en la construcción de instalaciones deportivas, en este caso, NIDE1: Campos Pequeños, más concretamente, pista polideportiva tipo 3.

4. Situación y emplazamiento

4.1. Descripción de la localización.

Las dos parcelas escogidas están situadas en el término municipal de El Campello, perteneciente a la comarca de l'Alacantí, en la costa colindante con la ciudad de Alicante en la zona norte.

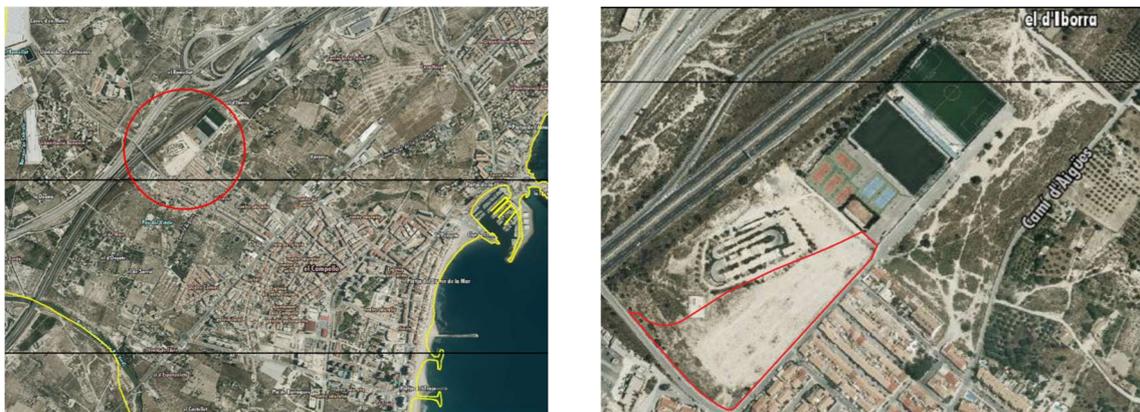


Ilustración 1.- Localización de la parcela dentro del municipio de El Campello (Fuente: Institut Cartogràfic València [5]).

Tal y como se muestra en las dos ilustraciones anteriores, la ubicación de las parcelas se encuentra en la zona interior del pueblo, próxima a la autovía, denominada El Vinclé. Se trata de una zona residencial, que como se puede observar en las imágenes, ya goza de unas estupendas instalaciones deportivas exteriores, pero no interiores.

4.2. Características de la parcela



Ilustración 2.- Ubicación de la parcela (FUENTE: Sede electrónica del catastro [6])

El conjunto de las dos parcelas seleccionadas con forma irregular suma 22,263 m² y tiene dos accesos directos a las calles Music Mestre Breton y Avinguda Vincle, siendo la primera la calle de acceso principal.

4.2. Normas urbanísticas

Atendiendo al PGOU 1986 en Obras del ayuntamiento de El Campello que hace referencia al Boletín Oficial de la provincia de Alicante número 27 del 3 de febrero de 1988 clave 14 [3], encontramos las siguientes especificaciones sobre edificaciones bajo la característica de que es una construcción de uso terciario para polideportivos en la zona donde se halla.

Tabla 1- Normativa urbanística El Campello

	Normativa	Nave diseñada
Ocupación de la parcela	35%	12,7%
Altura máxima	15,25m	9,25m
Retranqueo mínimo	4m	10m

5. Descripción general del edificio

5.1 Cuadro de superficies

En el pabellón polideportivo propuesto aparecen los espacios que se listan a continuación:

- En la primera planta encontramos:

Tabla 2- Cuadro de superficies primera planta

Actividad	Superficie (m ²)
Vestuarios	281,6
Aseos	92,5
Almacén	47,5
Graderío	376
Espacio de juego	1188
Enfermería	22,5
Sala de reunión	22,5
Despacho	22,5
Conserjería	14
Cafetería	270

- Y en la segunda planta:

Tabla 3- Cuadro superficies forjado

Actividad	Superficie (m ²)
Gimnasio	234
Aseo	16
Sala multiusos	135

5.2. Distribución en planta

Los cuadros de superficie que encontramos en el apartado anterior muestran las superficies finales que se han decidido, pero antes de ese paso se ha llevado a cabo un proceso iterativo donde se iban combinando los espacios que suelen usarse para las distintas actividades con su preferencia de cercanía y la superficie total que debería tener el edificio.

A continuación, se expondrán las relaciones de actividades que se han tenido en cuenta con un diagrama relacional de actividades siguiendo la metodología estudiada en la asignatura de proyectos.

Para empezar, se asignará un número a cada actividad

1. Vestuario
2. Aseo
3. Almacén
4. Graderío
5. Espacio de juego
6. Enfermería
7. Despacho y sala de reunión

8. Conserjería
9. Cafetería
10. Gimnasio
11. Sala multiusos

Seguidamente se indica la intensidad de relación entre actividades atendiendo al siguiente código:

Tabla 4- Leyenda de relación entre actividades

Código	Relación
A	Absolutamente necesario
E	Especialmente importante
I	Importante
O	Cercanía ordinaria
U	No importante
X	No deseable

Más adelante se ha realizado la matriz de relación entre actividades

Tabla 5- Matriz de relación entre actividades

Actividad	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	A	U	U	E	U	U	U	U	O	O
2	-	U	A	A	O	O	O	A	A	A
3		-	U	A	U	U	U	U	U	U
4			-	A	U	U	U	E	U	U
5				-	A	U	U	O	U	U
6					-	I	U	U	U	U
7						-	I	U	U	U
8							-	U	U	U
9								-	U	U
10									-	O

Y para terminar ya se puede construir el diagrama relacional de actividades, el cual queda de la siguiente manera:

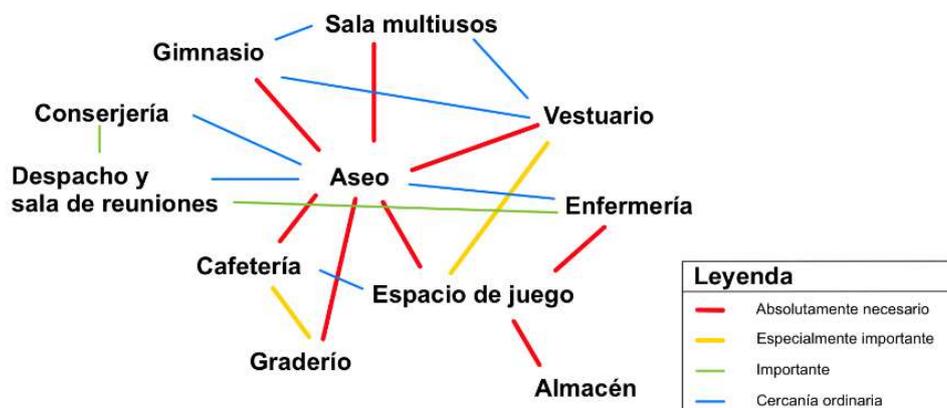


Ilustración 3.- Diagrama relacional de actividades

Con toda la información expuesta la distribución en planta final que se propone queda de la siguiente manera:

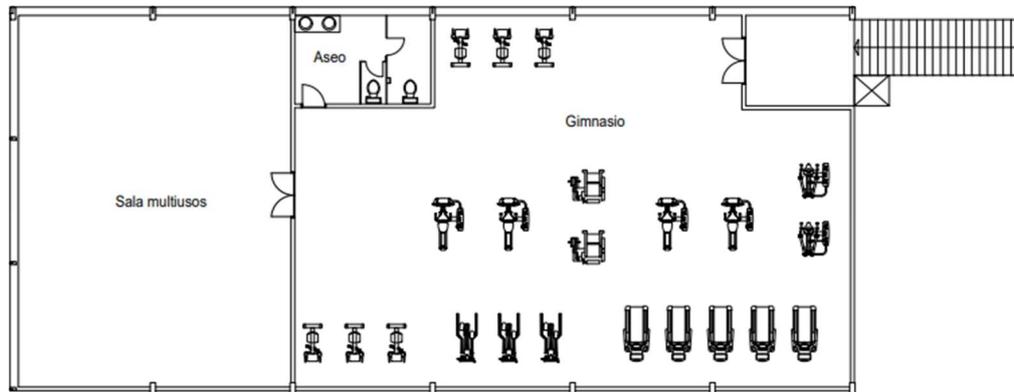


Ilustración 4.- Distribución en planta del forjado

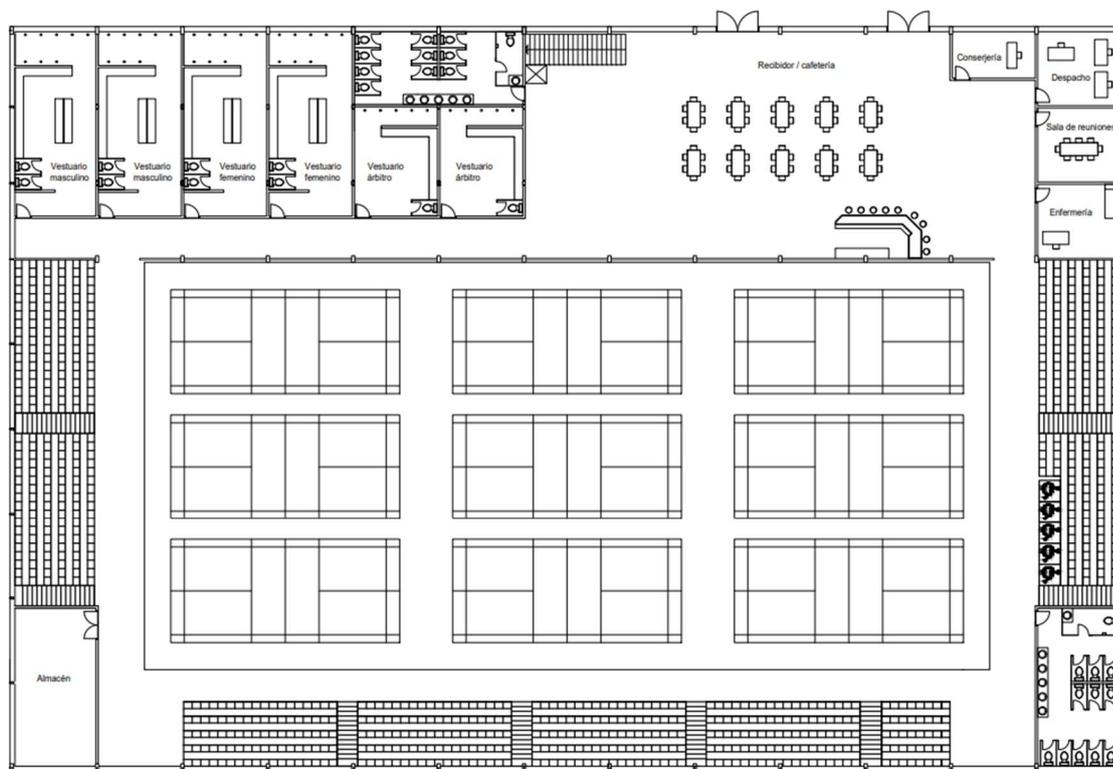


Ilustración 5.- Distribución en planta baja

La determinación de cantidad de vestuarios, así como la asignación de metros cuadrados a cada superficie se ha realizado teniendo en cuenta la normativa NIDE correspondiente a los espacios auxiliares a los espectadores [4] y un Manual básico de instalaciones deportivas [7].

Como se puede observar en las dos ilustraciones anteriores, los espacios de aseo se han separado para que desde cualquier punto del recinto exista una distancia razonable a ellos.

También se ha tenido en cuenta para el graderío la normativa NIDE del CSD (apartado 6.1.3) para pistas pequeñas [4]. Este apartado corresponde a los espacios auxiliares a los espectadores (EAE), donde se especifica:

- Filas: Fondo 0,85m (0,40 asiento + 0,45 paso)
- Ancho 0,50m, altura asiento 0,42m
- Pasos centrales o intermedios: Ancho mínimo 1,20m
- Nº asientos entre pasos ≤ 18 (9m)
- Nº de filas entre pasos ≤ 12

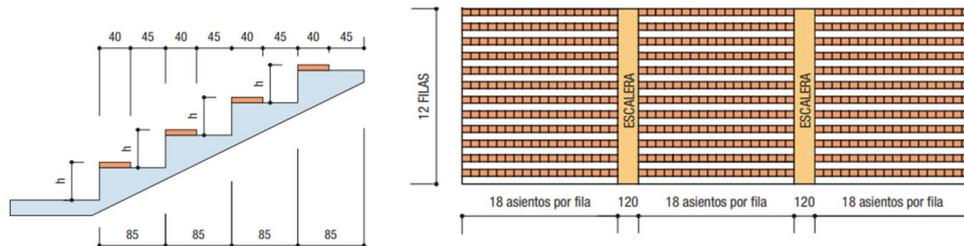


Ilustración 6.- Especificaciones del graderío (Fuente: Manual básico de instalaciones deportivas de la comunidad foral de Navarra [7]).

Según la misma norma, pero esta vez atendiendo al apartado 6.2.1. (Espacios útiles al deporte) [4], de entre los diferentes tipos de pista posibles, la que aquí se plantea correspondería con la Pista polideportiva 3 que se muestra en la ilustración mostrada a continuación. Sin embargo, hay que puntualizar que en este caso la pista tendrá 4 metros más de ancho para que quepan más pistas de bádminton en el marcaje longitudinal tal y como está expuesto en el plano de distribución en planta.

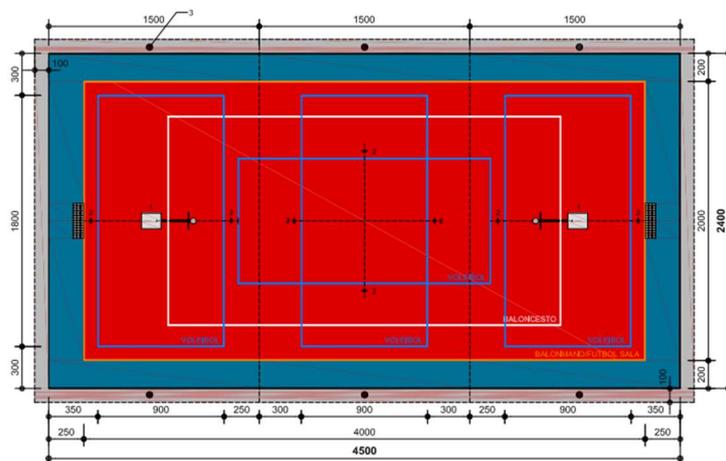


Ilustración 7.- Distribución pistas deportivas (Fuente: NIDE 2005 pista polideportiva tipo PP3[4])

5.3. Estudio funcional

La entrada principal al pabellón está orientada a la calle de acceso Music Mestre Bretón. Una vez se accede por la puerta, lo primero que se encuentra es el recibidor/cafetería donde también se halla el acceso a la planta superior por unas escaleras.

En el recibidor se encuentran la conserjería, despacho, sala de reuniones, enfermería y aseo. Siguiendo por el pasillo que se encontraría a la izquierda desde la entrada al pabellón, se emplazan los vestuarios, y más adelante, uno de los dos accesos al graderío y pistas. Si, por el contrario, se continúa hacia el pasillo de la izquierda, se llega directamente al acceso de pistas y graderío.

Una vez en la zona de pistas, hay un pasillo en forma de U que las rodea, y al otro lado del pasillo también hay tres bloques de gradas. Esta zona cuenta con un almacén deportivo muy próximo a las pistas y un aseo.

Una vez se suben las escaleras se llega a un pequeño recibidor que permite acceder al gimnasio el cual cuenta con un baño y con acceso al fondo de la sala multiusos.

6. Descripción de la solución adoptada

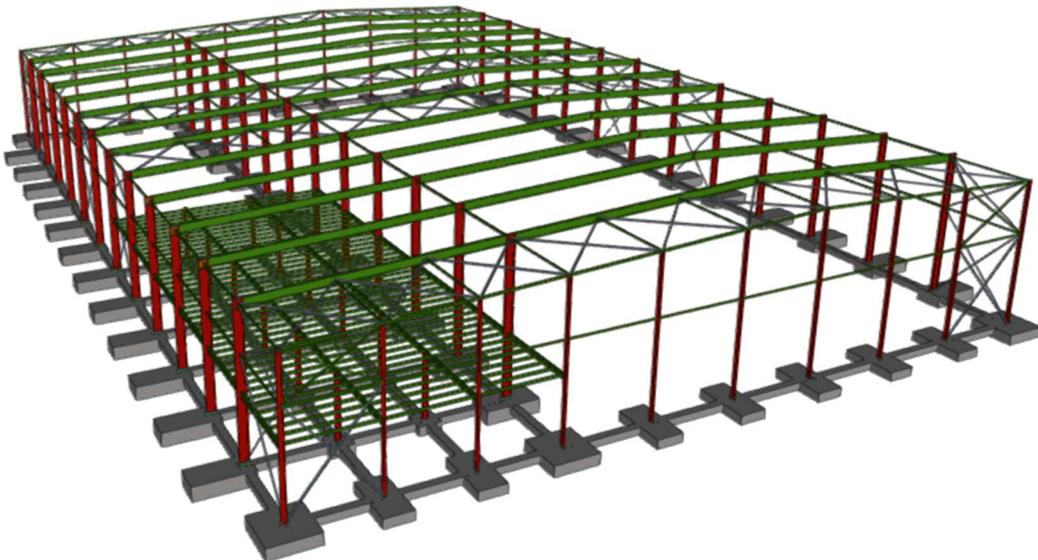


Ilustración 8.- Estructura 3D

Para poder satisfacer todas las necesidades que un polideportivo conlleva, se ha modelado y calculado una estructura que consta de una nave principal de 30m de luz con pilares de 8,5m de altura y con pendiente del 5%, lo cual da una altura en cumbrera de 9,25m. Estos 14 pórticos están separados en crujías de 5 metros, lo que da una longitud total de 65m.

A esta nave principal le acompaña una nave anexa con el mismo número de pórticos, pero con 13,5m de luz y cuyos pilares exteriores tienen una altura de 7,825m.

Además, a este anexo se le ha añadido un altillo a una altura de 3,5m que cuenta con una superficie total de 405m².

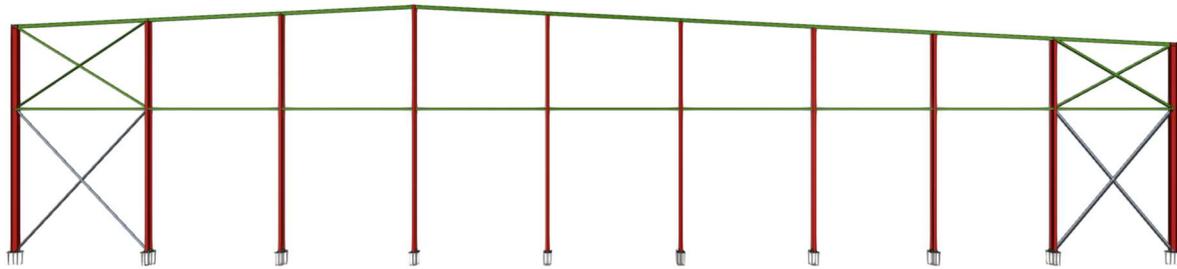


Ilustración 9.- Pórtico de fachada

El sistema contraviento de la estructura consta de 4 elementos:

1. Pórtico de fachada:

En los pórticos de fachada figuran un total de 10 pilares, 7 de ellos pertenecen a la nave principal, separados cada 5m, mientras que uno de esos pilares se comparte con la nave anexa que tiene 3 pilares más con una separación de estos 4 de 4,5m lo cual nos da un ancho total del edificio de 43,5m.

2. Viga contraviento tipo Pratt.

3. Arriostramiento lateral y frontal:

Se realizará mediante cruces de San Andrés y un arriostramiento horizontal en los pórticos de fachada a una altura de 5,4m.

4. Viga perimetral:

Se encontrará a la misma altura que el arriostramiento horizontal de fachada y en cabeza de pilar.

6.1. Cimentación y solera

La cimentación se encarga de transmitir al terreno las cargas provenientes de la estructura, de manera que se distribuyan por la zapata para no superar ningún estado límite último ni de servicio.

En cualquier construcción, antes de verter el hormigón estructural de las zapatas, que en este caso será HA-25/B/30/IIa, se debe colocar una capa de hormigón de limpieza con tal de evitar la contaminación o pérdida de agua durante el fraguado del hormigón estructural.

El hormigón de limpieza debe tener una dosificación mínima de cemento superior a 150 kg/m³, se recomienda consistencia blanda y que el tamaño máximo de árido sea inferior a 30mm, por lo que se ha escogido HL-150/B/30.

Se colocarán un total de 68 zapatas aisladas unidas por vigas de atado de 40x40cm para que la cimentación sea más estable. Estas zapatas están dispuestas como se ilustra a continuación.

Para un mayor detalle de las mismas consultar los planos 5 y 6.

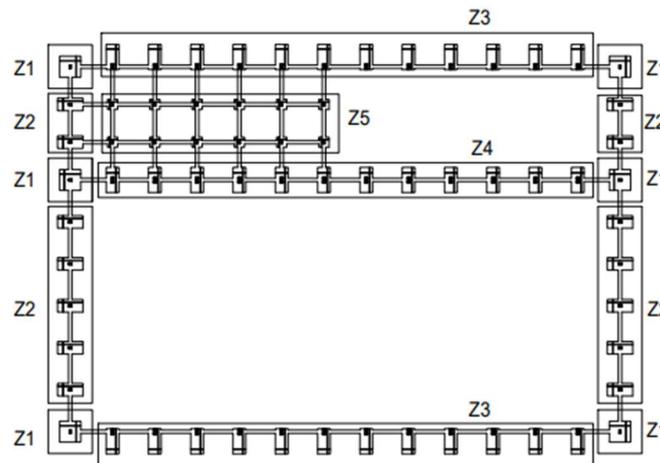


Ilustración 10.- Esquema de distribución de los tipos de zapatas

Tabla 6- Detalles de las zapatas

TIPO	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5
Dimensiones (cm)	50x250x60	150x300x50	150x300x75	150x300x75	150x300x75
Armado inf. X	12φ12c/20	12φ12c/25	10φ16c/29	10φ16c/29	5φ12c/25
Armado inf Y	12φ12c/20	6φ12c/25	5φ16c/29	5φ16c/29	5φ12c/25
Armado sup. X	12φ12c/20	12φ12c/25	10φ16c/29	10φ16c/29	5φ12c/25
Armado sup. Y	12φ12c/20	6φ12c/25	5φ16c/29	5φ16c/29	5φ12c/25
Ilustración					

6.2. Placas de anclaje

Las placas de anclaje son la unión de la estructura con los elementos de la cimentación que reparte y transmite sus distintas cargas de la estructura al hormigón de la zapata.

Las placas de anclaje están compuestas por distintos elementos. Primeramente, tenemos la placa de acero S275JR, cuyo espesor depende tanto de las cargas transmitidas por el pilar como del tipo de hormigón que se utiliza para la cimentación.

Esta placa se une a la cimentación mediante unos pernos de anclaje roscados de material B500S, que soportarán cargas de tracción. Los pernos tendrán que soportar además esfuerzos de arrancamiento. En este caso se comienza el diseño disponiendo 4 pernos, uno por cada esquina de la placa, en patilla a 90 grados para reducir la longitud de anclaje, pero en algunas placas también ha sido preciso

augmentar el número de pernos porque la longitud se prolongaba demasiado, lo cual hacía necesario un canto exagerado a las zapatas.

La unión también sufre esfuerzos a flexión, por lo que, cuando ha sido preciso, se han incluido cartelas de rigidez. Estas son de acero S275JR.

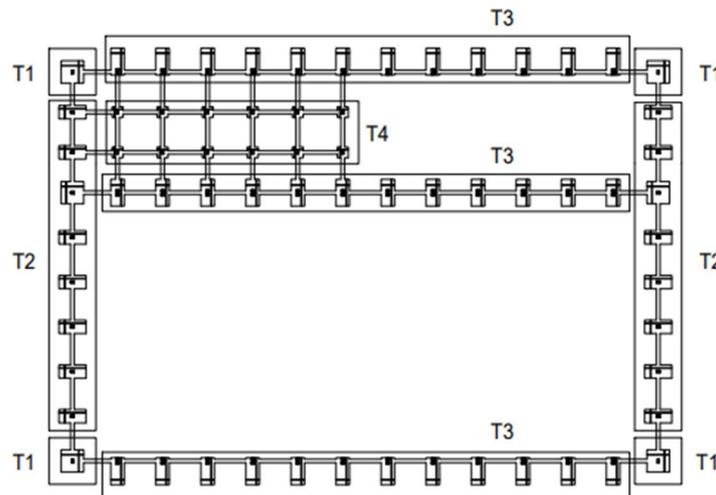
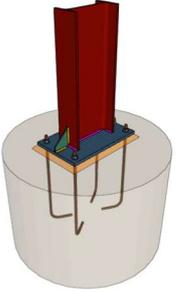
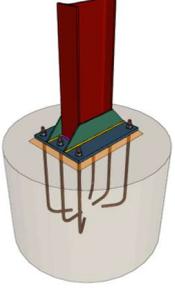
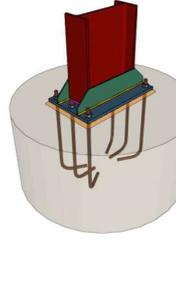
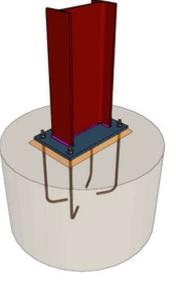


Ilustración 11.- Esquema de distribución de los tipos de placa de anclaje

Tabla 7- Resumen de información de las placas de anclaje

Tipo	1	2	3	4
Pernos de Placas de anclaje	4 pernos $\phi 16$ L=35cm	6 pernos $\phi 16$ L=35cm	6 pernos $\phi 25$ L=45cm	4 pernos $\phi 16$ L=30cm
Placas base (cm)	250x400x15	300x400x15	400x650x22	250x400x14
Ilustración				

Más información de las medidas de los distintos elementos de las placas de anclaje en el plano 5 de cimentación.

6.3. Estructura

Toda la estructura está confeccionada a base de perfiles de acero laminado en caliente del tipo S275, este acero ha sido utilizado para conformar los pilares, las jácenas, la viga perimetral, etc, mientras que el acero S235 conformado en frío ha sido empleado para las correas laterales y de cubierta.

6.3.1. Pórtico interior

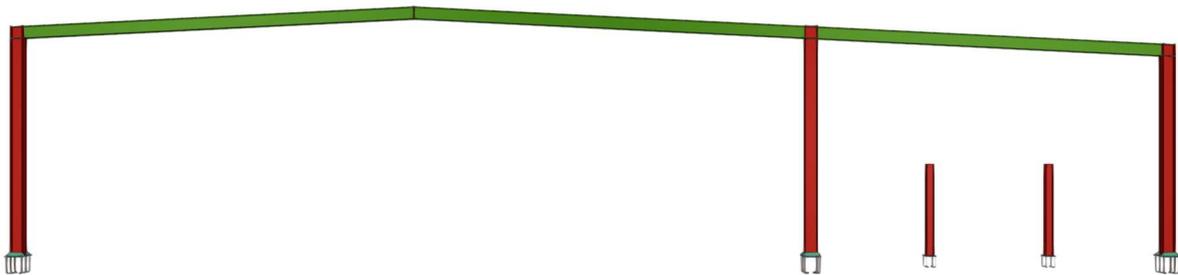


Ilustración 12.- Pórtico interior

El pórtico interior está compuesto por tres pilares IPE 450 y dos jácenas IPE 450 con una inclinación del 5%

6.3.2. Pórtico de fachada

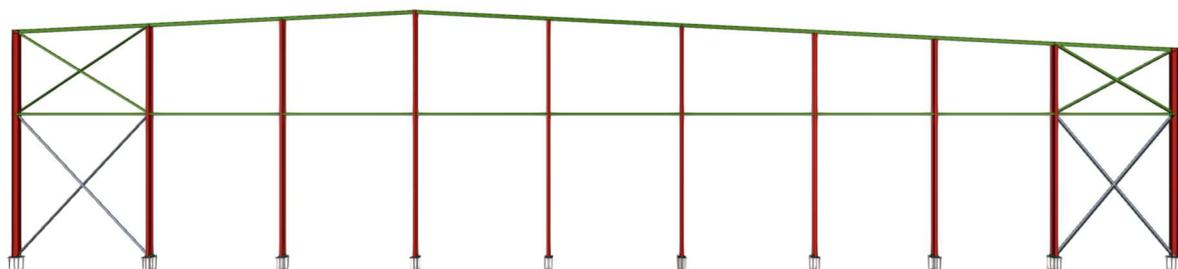


Ilustración 13.- Pórtico de fachada

El pórtico de fachada está constituido por 10 pilares, los 8 interiores son perfiles IPE 220 mientras que los dos exteriores, girados 90º con respecto a los anteriores, son un IPE 240. Las dos jácenas son de perfiles IPE 120.

A una altura de 5,4m se encuentra la viga horizontal del sistema de arriostramiento, que reducirá la esbeltez de los pilares interiores haciendo que la longitud pandeo del tramo superior e inferior del pilar central sean iguales. Este perfil es un SHS #80x4.0.

A los extremos se sitúan 4 cruces de San Andrés pertenecientes al sistema contraviento de perfiles L 75x75x5.

6.3.3. Fachadas laterales

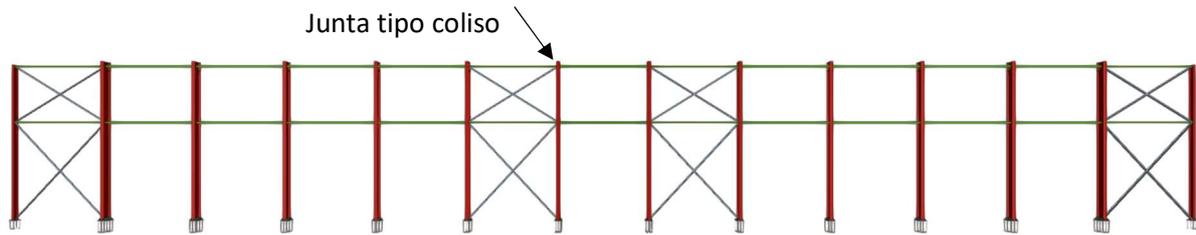


Ilustración 14.- Fachada lateral nave principal

Como se puede observar en la ilustración 14, la fachada A contiene los pilares exteriores de la nave principal (8,5m). A la altura de 5,4m mencionada anteriormente, se encuentra la viga perimetral y en cabeza de pilar también, ambas con un IPE 120 que trabaja a tracción.

También se disponen arriostramientos laterales a los extremos de la fachada y simétricamente en dos crujeas en el centro de la nave. Aquí se localiza la junta de dilatación tipo coliso, que crea dos partes de 30 metros desde el pórtico de fachada, y que se localiza donde indica la flecha de la ilustración 14. Los perfiles para estos arriostramientos laterales son los mismos perfiles usados en el pórtico de fachada, SHS #80x4.0 para los montantes y L 75x75x5 para las diagonales de la cruz de San Andrés.

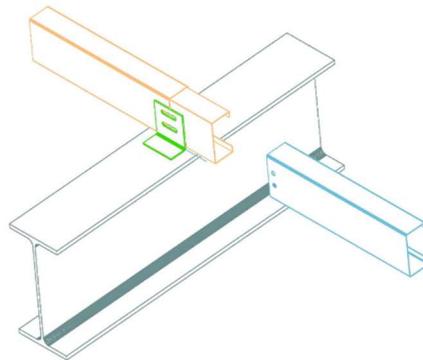


Ilustración 15.- Detalle junta dilatación tipo coliso (FUENTE: Apuntes CAD para el Cálculo de Estructuras Industriales)

La fachada J, la fachada exterior de la nave anexa, es igual que la anterior, pero teniendo en cuenta que la cabeza de pilar se encontrará a una altura de 7,825 m.

Por otro lado, la divisoria de las dos naves solo contendrá la viga de atado en cabeza de pilar (8,5m).

6.3.4. Cubierta

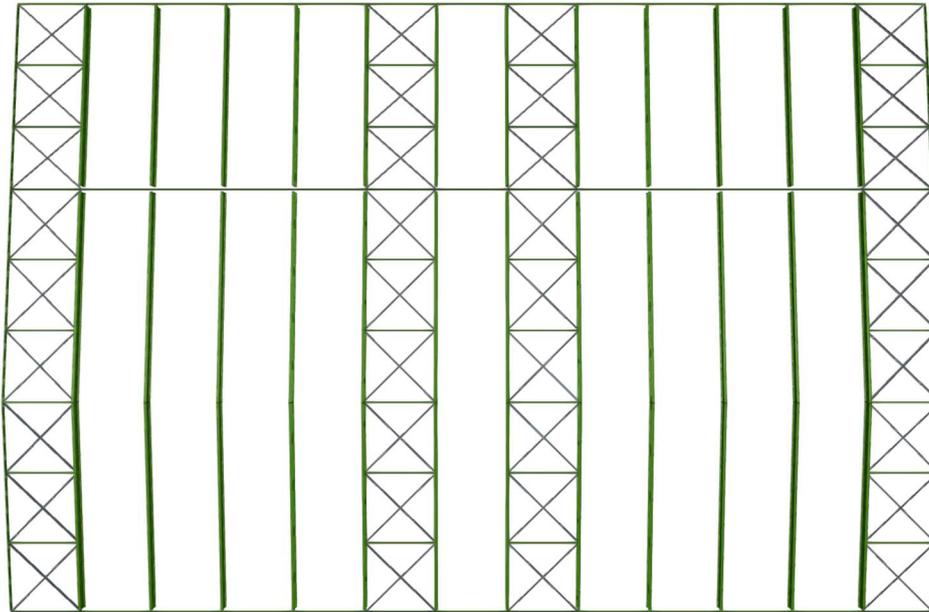


Ilustración 16.- Cubierta

El sistema contraviento de la cubierta está compuesto por dos dobles vigas Pratt dispuestas en los vanos 1 y 13. Por otro lado, en los vanos 6 y 8 se han dispuesto otras dos dobles vigas Pratt para la dilatación de juntas, como ya se ha visto en el análisis de la fachada lateral. Estas vigas tienen los perfiles descritos en los apartados anteriores, los perfiles tipo L para las diagonales, y los perfiles huecos cuadrados para los montantes.

6.3.5. Forjado

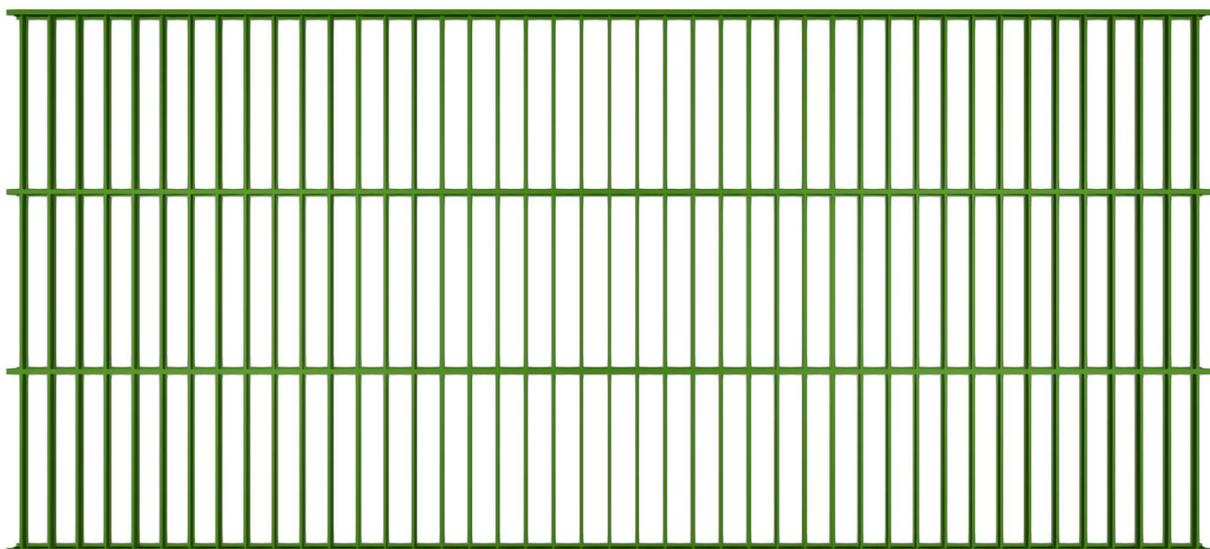


Ilustración 17.- Forjado

A una altura de 3,5m se dispone un forjado unidireccional de viguetas metálicas de 405m². Tanto sus pilares, que se encuentran en cada intersección de las rejillas, como sus vigas, son IPE 270. Por otro lado, las viguetas perpendiculares a estas son perfiles IPE 140. Además, utilizaremos el hormigón HA-25/B/20/IIa.

6.3.6. Correas

Para la cubierta se han dispuesto un total de 25 correas a lo largo de los 65m de la nave de perfil CF-160x2,5 separadas por 1,85m, conformadas en frío, de acero S235.

De la misma manera, en las fachadas laterales se han necesitado 13 correas, 7 en la fachada A y 6 en la fachada J, separadas 1,3m y del mismo perfil que en la cubierta.

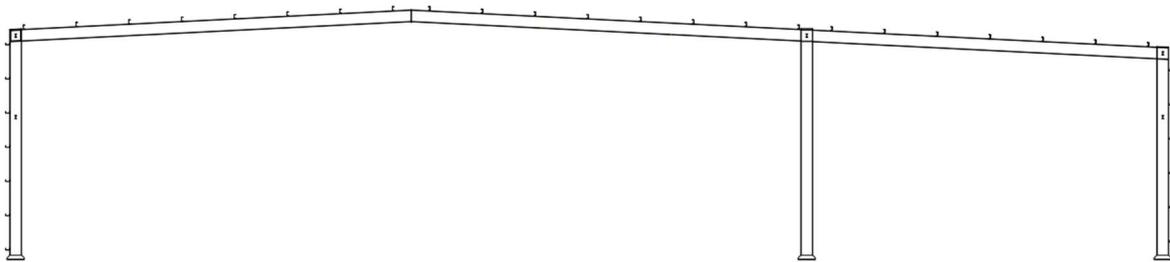


Ilustración 18.- Pórtico interior

6.4. Elementos constructivos

6.4.1. Solera

La solera está formada por una losa maciza de hormigón HA-25/B/20/IIa de espesor 15cm con malla electrosoldada ME 20x20 ϕ 5-5 B 500 T 6x2,20 UNE – EN 10080 sobre separadores homologados.

En cuanto a los acabados del suelo, para la pista deportiva se ha utilizado un pavimento vinílico deportivo *indoor*, de 9mm de espesor, el cual está formado por una superficie de vinilo plastificado, reforzado con una malla de vidrio, sobre una capa de espuma de alta densidad como el mostrado a continuación.

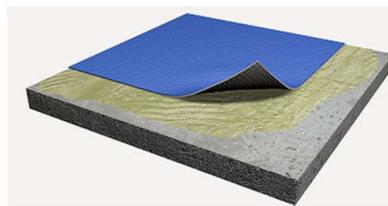


Ilustración 19.- Detalle acabado del suelo para la pista polideportiva
(FUENTE: generador de precios CYPE)

6.4.2. Cerramientos

Para el cerramiento de cubierta se utilizarán paneles tipo sándwich que, además de ser impermeable y ligero, cubre mayores luces entre pórticos que otro tipo de cerramientos. Su manipulación y montaje es sencillo y resulta interesante por sus características como aislante acústico y térmico. Está formado por dos chapas exteriores y una capa de aislamiento en su interior. El panel se unirá a la estructura mediante fijación directa a las correas de la misma.

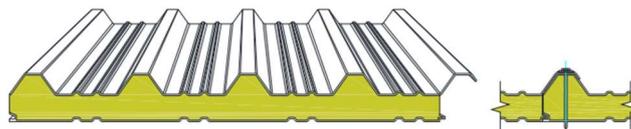


Ilustración 20.- Detalle panel tipo sándwich (FUENTE: Apuntes CAD para el cálculo de Estructuras Industriales)

Además, emplearemos lucernarios de policarbonato translúcido, los cuales permiten el paso de la luz natural, dispondremos de 8 lucernarios de 2m x 6m, 4 en cada lado de las jácenas de la nave principal.

6.4.3. Cerramiento lateral

Para el cerramiento lateral se han escogido los paneles prefabricados de hormigón. Su principal ventaja es que su sistema de fabricación está altamente industrializado y resulta en acabados de gran calidad. Estos paneles se colocan uno encima de otro y no intervienen con el cálculo de la estructura, su principal función es que transmita los esfuerzos del viento a la estructura además de que aporta una mayor rigidez al conjunto.

Los paneles aligerados colocados de manera horizontal tienen un espesor de 20cm, un ancho de 2,40m y la longitud que se encuentre entre pilares, es decir 5 o 4,5m según donde se localice.

En la siguiente ilustración se muestra cómo será la vinculación del cerramiento con la estructura principal.

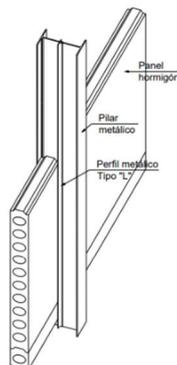


Ilustración 21.- Detalle cerramiento lateral (FUENTE: Apuntes CAD para el cálculo de estructuras Industriales)

7. Resumen del presupuesto

Capítulos y subcapítulos	Importe (€)
1. Acondicionamiento del terreno	
1.1. Movimiento de tierras en edificación	27.742,46
1.1.1. Desbroce y limpieza	22.930,89
1.1.2. Excavación	4.424,88
1.1.3. Canon de vertido	386,69
1.2. Solera	48.350,25
TOTAL CAPÍTULO 1	76.092,71
2. Cimentaciones	
2.1. Regularización	3.142,64
2.2. Superficiales	25.438,94
2.3. Arriostramientos	7.017,12
TOTAL CAPÍTULO 2	35.598,70
3. Estructura	
3.1. Acero	206.749,47
3.2. Placas de anclaje	8.688,32
3.3. Correas	53.682,56
3.4. Forjado	13.620,15
TOTAL CAPÍTULO 3	282.740,50
4. Fachadas y particiones	
4.1. Paneles prefabricados de hormigón	137.256,04
TOTAL CAPÍTULO 4	137.256,04
5. Cubierta	
5.1. Panel tipo sándwich	94.325,40
5.2. Lucernarios	28.666,56
TOTAL CAPÍTULO 5	122.991,96
6. Carpintería, cerrajería, vidrios y protecciones solares	
6.1. Puertas exteriores	8.728,46
6.2. Puertas interiores	5.368,01
6.3. Ventanas	5.256,20
TOTAL CAPÍTULO 6	19.352,67
7. Revestimientos y trasdosados	
7.1. Pavimento deportivo <i>indoor</i>	66.931,92
TOTAL CAPÍTULO 7	66.931,92
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL (PEM)	740.964,50
Gastos Generales 13%	96.325,385
Beneficio Industrial 6%	44.457,87
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA (PEC)	881.747,76
IVA 21%	185.167,0286
PRESUPUESTO BASE LICITACIÓN (P.B.I.)	1.066.914,78

El presupuesto base licitación asciende a la cantidad de **UN MILLÓN SESENTA Y SEIS MIL NOVECIENTOS CATORCE EUROS CON SETENTA Y OCHO CÉNTIMOS.**



8. Bibliografía

- [1] Código Técnico de la Edificación (CTE). Real Decreto Real Decreto 314/2006. 17 marzo 2006.
- [2] Instrucción de Hormigón Estructural EHE-08. Real Decreto 1247/2008 18 de Julio de 2008.
- [3] Plan General de Ordenación Urbana de 1986 en Obras del ayuntamiento de El Campello. Boletín Oficial de la provincia de Alicante número 27, 3 de febrero de 1988 clave 14.
- [4] N.I.D.E. Normativa sobre Instalaciones Deportivas y para el Esparcimiento del Consejo Superior de Deportes para campos pequeños. Consejo Superior de Deportes.
- [5] Institut Cartogràfic València. <http://icv.gva.es/>
- [6] Sede electrónica del catastro. <https://www.sedecatastro.gob.es/>
- [7] Manual Básico de Instalaciones deportivas de la comunidad foral de navarra. Servicio de Secretaría General e Infraestructuras del Instituto Navarro de Deporte y Juventud. 2006.
- [8] Código Técnico de la Edificación CTE. Documento Básico de Seguridad Estructural, Acciones en la Edificación (DB SE- AE). Real Decreto 314/2006. 17 de marzo 2006.
- [9] Código Técnico de la Edificación CTE. Documento Básico de Seguridad Estructural. Real Decreto 314/2006. 17 marzo 2006.
- [10] Código Técnico de la Edificación CTE. Documento Básico de Seguridad Estructural, Acero DB SE-A. Real Decreto 314/2006. 17 de marzo de 2006.



II. ANEXO DE CÁLCULO

1. Análisis estructural

1.1. Software empleado

Para el cálculo de la estructura se ha hecho uso del programa Cype Ingenieros, concretamente el módulo Cype 3D juntamente con el módulo Generador de Pórticos.

En el Generador de Pórticos se crea la geometría y se definen las distintas cargas que soportará la estructura. En este paso también se han introducido las correas laterales y de cubierta.

A continuación, se ha usado Cype 3D donde se ha terminado de completar la estructura tridimensional introduciendo el resto de barras, placas de anclaje y cimentación.

Una vez calculada la estructura, se ha utilizado el programa AutoCad para la edición de los planos proporcionados por Cype 3D.

1.2. Método de cálculo

En el Generador de Pórticos, como ya se ha comentado, se ha diseñado la geometría de los dos pórticos. Además, se han introducido las distintas cargas que intervienen en la estructura como son el peso propio del cerramiento de cubierta, la sobrecarga de uso, el viento y la nieve.

Los datos anteriores, se han exportado a Cype 3D donde se han introducido el resto de barras que conforman la nave, así como la cimentación. El programa además permite también definir las distintas uniones. Aquí también se han escogido los perfiles que deba tener cada barra teniendo en cuenta los modelos de pandeo donde se introducen las betas de pandeo que correspondan y los límites de flecha.

Posteriormente, el programa ha comprobado mediante el método matricial de cálculo de estructuras cada una de las barras, uniones y cimentación con tal de conseguir una estructura final correcta.

2. Materiales

2.1. Acero

En esta estructura se han usado dos tipos de acero estructural. El más utilizado ha sido el acero S275JR laminado en caliente que conforma los pilares, jácenas, vigas de atado, cartelas, placas de anclaje, etc.

Por otro lado, se ha usado el acero S235JR conformado en frío para las correas tanto laterales como de cubierta.

Las características principales de estos aceros se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 8- Características del acero S275JR y S235JR

E: módulo de elasticidad	210000 MPa
v: módulo de Poisson	0,3
G: módulo de cortadura	81000 MPa
f_y: límite elástico	275 MPa (S275JR) o 235 MPa (S235JR)
α_t: coeficiente de dilatación térmica	0,000012/m°C
γ: peso específico	77,01 kN/m ³

También se ha hecho uso de otro tipo de acero, el acero B500SD, el cual se ha utilizado para el armado de la cimentación y los pernos de anclaje. Sus características vienen expuestas a continuación:

Tabla 9- Características del acero B500SD

E: módulo de elasticidad	206000 MPa
v: módulo de Poisson	0,3
G: módulo de cortadura	81000MPa
f_y: límite elástico	500MPa

2.2. Hormigones

Como ya se ha explicado anteriormente, primero se vierte un hormigón de limpieza HL-150/B/30.

El hormigón escogido para las zapatas y las vigas de atado será el hormigón armado HA-25/B/30/Ila ya que, en función de su exposición de humedad alta, es el de menor resistencia 25 N/mm².

Además, para la solera y el forjado se usará hormigón armado HA-25/B/20/Ila.

Las características principales de todos los hormigones nombrados se exponen en la tabla a continuación.

Tabla 10- Características de los hormigones empleados

	Hormigón armado HA-25/B/30/Ila	Hormigón armado HA-25/B/20/Ila
Resistencia a compresión f_{ck} (N/mm²)	25	25
Consistencia	Blanda	Blanda
Tamaño de árido (mm)	30	20

El hormigón de limpieza HL-150/B/30 tiene una dosificación mínima de 150 kg/m³, consistencia blanda y tamaño de árido 30 mm.

3. Acciones

Para el cálculo de las acciones actuantes sobre el edificio se han tenido en cuenta acciones permanentes, como es el peso propio, y variables como la sobrecarga de uso, viento y nieve, según se indica en el CTE DB SE-AE [8], apartados 2,3 y 4.

3.1. Acciones permanentes

Son todas aquellas acciones cuya magnitud y posición es constante a lo largo del tiempo.

3.1.1. Peso propio

En el peso propio tendremos en cuenta el peso de los distintos elementos estructurales como pilares y jácenas, además de los elementos constructivos, es decir, los forjados, cubierta, etc.

El valor final del peso propio será el valor medio de las dimensiones nominales y de los pesos específicos medios.

El programa ha calculado el peso total de los elementos estructurales según las dimensiones y perfiles que han introducido, y además se le ha sumado una carga del peso propio del cerramiento de cubierta tipo sándwich de 0,15 kN/m².

En cuanto al peso propio del forjado, ha sido calculado como la suma del peso de la capa de compresión que en nuestro caso es de 5cm (teniendo en cuenta que el peso específico del hormigón armado es de 25kN/m³ tendremos un peso superficial de 1,25kN/m²) al cual se le sumará el peso del solado que corresponde a 1kN/ m² dando un total de 2,25 kN/m² sin tener en cuenta el peso de las viguetas. Esto nos da por tanto un peso propio total de 2,43 kN/m².

3.2. Acciones variables

Son acciones que inciden sobre el edificio que pueden actuar o no sobre él a lo largo del tiempo.

3.2.1. Sobrecarga de uso

La sobrecarga de uso es la resultante del peso de todo lo que gravita sobre el edificio por razón de uso, como pueden ser personas, mobiliario o equipos pesados.

Los efectos de la sobrecarga se pueden simular sustituyendo el valor real por una carga distribuida uniformemente.

Atendiendo a la tabla 11 valores característicos de la sobrecarga de uso del documento básico SE-AE [8], la cual se muestra a continuación, hemos aplicado la subcategoría de uso G1 a la superficie de la cubierta y la subcategoría C4 zonas destinadas a gimnasio u actividades físicas a la superficie del forjado.

Tabla 11.- Valores característicos de las sobrecargas de uso (FUENTE: CTE DB SE-AE [8])

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

3.2.2. Viento

Según la normativa CTE DEB SE AE [8] la carga de viento es “la distribución y el valor de las presiones que ejerce el viento sobre un edificio y las fuerzas resultantes depende de la forma y de las dimensiones de la construcción, de las características y de la permeabilidad de su superficie, así como de la dirección, de la intensidad y del racheo del viento”.

La acción del viento es mayoritariamente perpendicular a la superficie expuesta y se expresa de la siguiente manera:

$$q_e(z) = q_b \times c_e(z) \times c_p \quad (1)$$

- q_e : Presión estática (kN/m²)
- q_b : Presión dinámica, varía en función de la localización de la construcción, la presión dinámica se calcula de la siguiente manera.

$$q_b = 0.5 \times \delta \times v_b^2 \quad (2)$$

- δ : Densidad del aire que puede adoptar un valor de 1,25 kg/m³
- v_b : Velocidad del viento. Esta se recoge del siguiente mapa donde se ha generalizado los valores para distintas zonas.



Ilustración 22.- Valor básico de la velocidad del viento (FUENTE: CTE DB SE-AE [8])

En este caso nos encontramos en la zona B de 27 m/s, lo que nos da una presión dinámica final de 0,45 kN/m².

- c_e : Coeficiente de exposición. Depende del grado de aspereza del terreno y de la altura del punto considerado z .
 - El grado de aspereza del proyecto será IV: Zona urbana en general, industrial o forestal.
 - Y será la altura de cumbre, que en este caso es de 9,5 metros.
- c_p : Coeficiente eólico que depende de la dirección relativa del viento, la forma del edificio, la zona del elemento considerado y el área de influencia A del elemento que se calcula.

Las hipótesis de viento consideradas para esta edificación han sido las siguientes:

- 1- $V(0^\circ)$ H1: Viento a 0° , presión exterior tipo 1 sin acción en el interior
- 2- $V(0^\circ)$ H2: Viento a 0° , presión exterior tipo 2 sin acción en el interior
- 3- $V(90^\circ)$ H1: Viento a 90° , presión exterior tipo 1 sin acción en el interior
- 4- $V(180^\circ)$ H1: Viento a 180° , presión exterior tipo 1 sin acción en el interior
- 5- $V(180^\circ)$ H2: Viento a 180° , presión exterior tipo 2 sin acción en el interior
- 6- $V(270^\circ)$ H1: Viento a 270° , presión exterior tipo 1 sin acción en el interior

3.2.3. Nieve

La carga de la nieve depende del clima de la zona, del tipo de precipitación, del relieve del entorno, de la forma de la cubierta del edificio y de los efectos del viento.

El valor de la carga de nieve (q_n) viene determinado por la siguiente fórmula:

$$q_n = \mu(\alpha) \times s_k(H, ZC) \tag{3}$$

donde μ , es el coeficiente de forma de la cubierta, tomará el valor 1 porque el ángulo de inclinación de la misma es inferior al 30% y el parámetro s_k se determinará mediante la localización de la edificación que pertenece a la zona 5 del mapa mostrado a continuación. Además, por la altitud topográfica del emplazamiento que se encuentra a 38 m sobre el nivel del mar y toma el valor 0,3 atendiendo a la tabla posterior.



Ilustración 23.- Zonas climáticas de invierno (FUENTE: CTE DB SE-AE [8])

Tabla 12.- Sobrecarga de nieve en un terreno horizontal (FUENTE: CTE DB SE-AE[8])

Altitud (m)	Zona de clima invernal, (según figura E.2)						
	1	2	3	4	5	6	7
0	0,3	0,4	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
200	0,5	0,5	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2
400	0,6	0,6	0,2	0,3	0,4	0,2	0,2
500	0,7	0,7	0,3	0,4	0,4	0,3	0,2
600	0,9	0,9	0,3	0,5	0,5	0,4	0,2
700	1,0	1,0	0,4	0,6	0,6	0,5	0,2
800	1,2	1,1	0,5	0,8	0,7	0,7	0,2
900	1,4	1,3	0,6	1,0	0,8	0,9	0,2
1.000	1,7	1,5	0,7	1,2	0,9	1,2	0,2
1.200	2,3	2,0	1,1	1,9	1,3	2,0	0,2
1.400	3,2	2,6	1,7	3,0	1,8	3,3	0,2
1.600	4,3	3,5	2,6	4,6	2,5	5,5	0,2
1.800	-	4,6	4,0	-	-	9,3	0,2
2.200	-	8,0	-	-	-	-	-

3.3. Bases de cálculo

En el CTE DB-SE [9] se establecen los principios y los requisitos para una correcta seguridad estructural, estos requisitos se recogen en dos exigencias básicas:

- Exigencia básica SE 1 – Resistencia y estabilidad: “La resistencia y la estabilidad serán las adecuadas para que no se generen riesgos indebidos, de forma que se mantenga la resistencia y la estabilidad frente a las acciones e influencias previsibles durante las fases de construcción

y usos previstos de los edificios, y que un evento extraordinario no produzca consecuencias desproporcionadas respecto a la causa original y se facilite el mantenimiento previsto.”

- Exigencia básica SE 2 – Aptitud al servicio: *“La aptitud al servicio será conforme con el uso previsto del edificio, de forma que no se produzcan deformaciones inadmisibles, se limite a un nivel aceptable la probabilidad de un comportamiento dinámico inadmisibles y no se produzcan degradaciones o anomalías inadmisibles.”*

3.4. Estados límite

Se denominan estados límite a aquellas situaciones para las que, de ser superadas, puede considerarse que el edificio no cumple alguno de los requisitos estructurales para los que ha sido diseñado.

Atendiendo al apartado 3.2.1. del CTE [9] los estados límite último se definen como: *“Los estados límite últimos son los que, de ser superados, constituyen un riesgo para las personas, ya sea porque producen una puesta fuera de servicio del edificio o el colapso total o parcial del mismo.”*

Para verificar que se cumple el estado límite último, se debe verificar la siguiente condición para la estabilidad del edificio.

$$E_{d,dst} \leq E_{d,stb} \quad (4)$$

- $E_{d,dst}$: Valor de cálculo del efecto de las acciones desestabilizadoras
- $E_{d,stb}$: Valor de cálculo del efecto de las acciones estabilizadoras

Mientras que para la resistencia se debe cumplir:

$$E_d \leq R_d \quad (5)$$

- E_d : Valor de cálculo del efecto de las acciones
- R_d : Valor de cálculo de la resistencia correspondiente

Por otro lado, los estados límite de servicio según el apartado 3.2.2.: *“Los estados límite de servicio son los que, de ser superados, afectan al confort y al bienestar de los usuarios o de terceras personas, al correcto funcionamiento de del edificio o a la apariencia de la construcción.”*

Para verificarlo, según el apartado 4.3.1. del CTE [9]: *“Se considera que hay un comportamiento adecuado, en relación con las deformaciones, las vibraciones o el deterioro, si se cumple, para las situaciones de dimensionado pertinentes, que el efecto de las acciones no alcanza el valor límite admisible establecido para dicho efecto.”*

3.5. Combinación de acciones

En la verificación de estados límite mediante coeficientes parciales, para la determinación del efecto de las acciones combinadas, y así poder calcular la respuesta estructural ante estas, se utilizan valores

de cálculo de las variables. Este cálculo se ha obtenido a partir de sus valores característicos, multiplicándolos o dividiéndolos por los correspondientes coeficientes parciales para las acciones y la resistencia, respectivamente.

3.5.1. Estados límite últimos – Capacidad portante.

El valor de cálculo de acciones correspondientes a una situación persistente o transitoria se determina como:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \times G_{k,j} + \gamma_P \times P + \gamma_{Q,1} \times Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \times \psi_{0,i} \times Q_{k,i} \quad (6)$$

Donde:

- $\gamma_G \times G_k$: Las acciones permanentes en valor de cálculo
- $\gamma_P \times P$: Pretensado
- $\gamma_Q \times G_Q$: El valor de cálculo de la acción variable principal
- $\gamma_G \times \psi_0 \times G_k$: Valor de cálculo del resto de las acciones variables concomitantes

Siendo γ el coeficiente de seguridad y ψ el coeficiente de simultaneidad.

Tabla 13.- Coeficientes parciales de seguridad para las acciones (FUENTE: CTE DB SE [9])

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

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

Tabla 14.- Coeficientes de simultaneidad ψ (FUENTE: CTE DB SE [9])

	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Sobrecarga superficial de uso (Categorías según DB-SE-AE)			
• Zonas residenciales (Categoría A)	0,7	0,5	0,3
• Zonas administrativas (Categoría B)	0,7	0,5	0,3
• Zonas destinadas al público (Categoría C)	0,7	0,7	0,6
• Zonas comerciales (Categoría D)	0,7	0,7	0,6
• Zonas de tráfico y de aparcamiento de vehículos ligeros con un peso total inferior a 30 kN (Categoría E)	0,7	0,7	0,6
• Cubiertas transitables (Categoría F)		(1)	
• Cubiertas accesibles únicamente para mantenimiento (Categoría G)	0	0	0
Nieve			
• para altitudes > 1000 m	0,7	0,5	0,2
• para altitudes ≤ 1000 m	0,5	0,2	0
Viento	0,6	0,5	0
Temperatura	0,6	0,5	0
Acciones variables del terreno	0,7	0,7	0,7

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

3.5.2. Estados límite de servicio – Aptitud al servicio

Hay tres combinaciones características para la aptitud al servicio:

- Acciones de corta duración con efecto irreversible

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{0,i} * Q_{k,i} \quad (7)$$

- Acciones de corta duración con efecto reversible

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + \psi_{1,1} * Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{2,i} * Q_{k,i} \quad (8)$$

- Acciones de larga duración – casi permanente

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + \sum_{i > 1} \psi_{2,i} * Q_{k,i} \quad (9)$$

4. Cálculo

4.1. Predimensionamiento de la estructura metálica

Antes de lanzar el cálculo en Cype 3D se debe asignar un perfil a cada barra, además de introducir los modelos de pandeo y flecha, si no, el cálculo no será posible.

Para trabajar de una manera óptima con el programa Cype, se han predimensionado todas las barras de la estructura a partir de su esbeltez reducida máxima.

Para realizar este predimensionamiento se ha debido conocer las betas de pandeo de cada barra, así como la esbeltez reducida máxima que cada barra debe cumplir, para así despejar el radio de giro mínimo necesario para la barra en cuestión y escoger el perfil.

A continuación, adjuntamos un esquema del seguimiento de los pasos:

$$l_k = \beta * l \rightarrow i \geq \frac{l_k}{\bar{\lambda} * \lambda_{lim}} \quad (10)$$

Donde:

- l_k : es la longitud de pandeo
- β : es la beta de pandeo que explicaremos a continuación.
- l : es la longitud de la barra cuya esbeltez se quiere calcular
- i : es el radio de giro que debe cumplir el perfil de dicha barra
- $\bar{\lambda}$: es la esbeltez límite que, según el tipo de carga, la barra debe cumplir

Tabla 15.- Valores de las esbelteces límite

Tipo de barra	Valor de la esbeltez límite que debe cumplir
Barra a compresión	2
Barra a tracción	3
Viga perimetral	4

- λ_{lim} : La esbeltez límite se define como

$$\lambda_{lim} = \sqrt{\frac{\pi^2 * E}{f_y}} \quad (11)$$

Como en nuestro caso utilizaremos el acero S275 para la totalidad de las barras de la estructura, estos parámetros toman los siguientes valores.

- E : módulo de elasticidad, 210000MPa
- f_y : límite elástico, 275 MPa

Dando un valor final de la esbeltez límite de 86,814

La beta de pandeo se obtiene a partir de las condiciones de contorno que la barra obtiene dentro de la estructura. Beta se calcula en función de los parámetros η_1 y η_2 , que son los coeficientes de distribución superior e inferior. Si el extremo de la barra puede girar, tomarán el valor 1, por el contrario, si está empotrado, tomará valor 0. También está en función del grado de traslacionalidad GT de la barra en el plano estudiado.

A continuación, se exponen los 5 casos canónicos de la beta de pandeo.

Tabla 16.- Casos canónicos de la beta de pandeo (FUENTE: Apuntes Tecnología de la Construcción)

				
Biempotrada $\eta_1 = \eta_2 = 0$ $\beta(0,0,0) = 0.5$	Apoyada-empotrada $\eta_1 = 1 \ \eta_2 = 0$ $\beta(1,0,0) = 0.7$	Biapoyada $\eta_1 = \eta_2 = 1$ $\beta(1,1,0) = 1$	Biempotrada $\eta_1 = \eta_2 = 0$ $\beta(0,0,1) = 1$	Empotrada-Libre $\eta_1 = 1 \ \eta_2 = 0$ $\beta(1,0,1) = 2$
Sin posibilidad de desplazamiento de los apoyos GT=0			Con posibilidad de desplazamiento de uno de los apoyos GT=1	

Sin embargo, no todas las barras están dispuestas como las anteriores, por lo que habrá que utilizar el método de cálculo general en pilares de edificios. Aquí los coeficientes de distribución η_1 y η_2 no valdrán únicamente 0 o 1 sino que su valor estará acotado entre estos dos números.

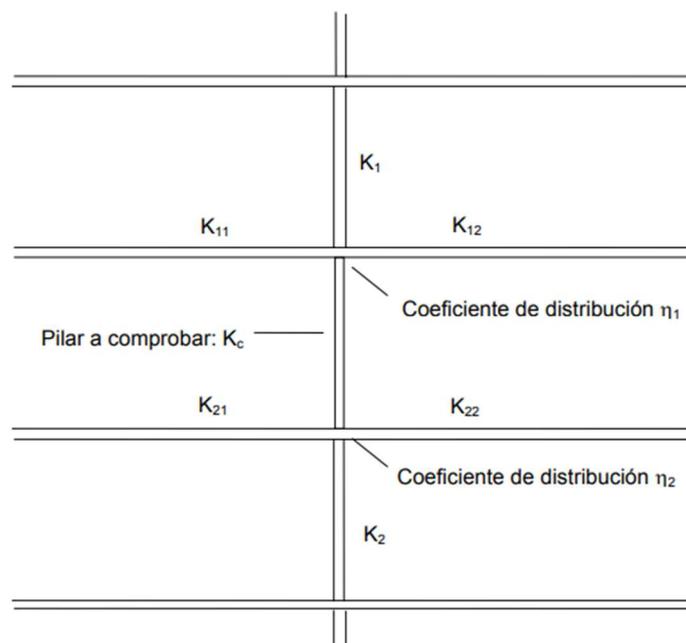


Ilustración 24.-Coeficientes de distribución (FUENTE: CTE DB SE-A [10])

En la ilustración anterior vemos los parámetros K_c , K_i y K_{ij} que lo que representan es:

- K_c coeficiente de rigidez EI/L del tramo de pilar analizado
- K_i coeficiente de rigidez EI/L del siguiente tramo de pilar en el nudo i , nulo en caso de no existir
- K_{ij} coeficiente de rigidez eficaz de la viga en el nudo i , y posición j .

Con estos parámetros ya se puede calcular los coeficientes de distribución de la siguiente manera expuesta en el CTE DB SE-A [10]:

$$\eta_1 = \frac{K_c + K_1}{K_c + K_1 + K_{11} + K_{12}} \quad (12)$$

$$\eta_2 = \frac{K_c + K_2}{K_c + K_2 + K_{21} + K_{22}} \quad (13)$$

Ahora que ya se tienen todos los parámetros necesarios, se podrá calcular el coeficiente de pandeo con la expresión que mostramos a continuación:

$$\beta = \sqrt{\frac{1 - 0,2 * (\eta_1 + \eta_2) - 0,12 * \eta_1 * \eta_2}{1 - 0,8 * (\eta_1 + \eta_2) + 0,6 * \eta_1 * \eta_2}} \geq 1 \quad (14)$$

Con este método de predimensionamiento lo que se consigue es punto de partida para el cálculo de Cype 3D del perfil definitivo necesario dado por esta condición geométrica. En el proceso de cálculo se verá si se precisa de perfiles mayores para poder cumplir con los diferentes Estados Límite.

5. Comprobaciones

5.1. Correas de cubierta

Las correas de cubierta son de un perfil CF-160x2.5 con una separación entre ellas de 1,85 metros, tienen un límite de flecha $L/300$ con tres vanos y fijación rígida.

5.1.1. Comprobación de resistencia

Las correas cumplen a resistencia con un aprovechamiento del 94.96%

Perfil: CF-160x2.5 Material: S235										
	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)	Y _g ⁽³⁾ (mm)	Z _g ⁽³⁾ (mm)	
	0.999, 60.000, 8.550	0.999, 55.000, 8.550	5.000	7.59	294.69	36.98	0.16	-11.37	0.00	
Notas: ⁽¹⁾ Inercia respecto al eje indicado ⁽²⁾ Momento de inercia a torsión uniforme ⁽³⁾ Coordenadas del centro de gravedad										
	Pandeo			Pandeo lateral						
	Plano XY		Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.					
	b	0.00	1.00	0.00	0.00					
	L _k	0.000	5.000	0.000	0.000					
	C ₁	-		1.000						
Notación: b: Coeficiente de pandeo L _k : Longitud de pandeo (m) C _i : Factor de modificación para el momento crítico										

Para todos los cálculos, tanto para el siguiente, como para todos los posteriores, tendremos en cuenta la siguiente Notación:

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
- $N M_y M_z$: 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

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)													Estado
	b / t	l	N _t	N _c	M _y	M _z	M _y M _z	V _y	V _z	N _t M _y M _z	N _c M _y M _z	NM _y M _z V _y V _z	M _t NM _y M _z V _y V _z	
pésima en cubierta	b / t ≤ (b / t) _{Máx.} Cumple	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	x: 0 m h = 95.0	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	x: 0 m h = 12.7	N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	N.P. ⁽¹⁰⁾	CUMPLE h = 95.0

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)														Estado
	b / t	l	N _t	N _c	M _y	M _z	M _y M _z	V _y	V _z	N _t M _y M _z	N _c M _y M _z	NM _y M _z V _y V _z	M _t NM _y M _z V _y V _z		
<p>Comprobaciones que no proceden (N.P.):</p> <p>(1) La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión ni de tracción.</p> <p>(2) La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.</p> <p>(3) La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.</p> <p>(4) La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.</p> <p>(5) La comprobación no procede, ya que no hay flexión biaxial para ninguna combinación.</p> <p>(6) La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.</p> <p>(7) No hay interacción entre axil de tracción y momento flector para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.</p> <p>(8) No hay interacción entre axil de compresión y momento flector para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.</p> <p>(9) No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.</p> <p>(10) La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.</p>															

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

Se debe satisfacer:

$h/t \leq 250$

$h / t : \underline{60.0}$ ✓

$b/t \leq 90$

$b / t : \underline{20.0}$ ✓

$c/t \leq 30$

$c / t : \underline{6.0}$ ✓

Los rigidizadores proporcionan suficiente rigidez, ya que se cumple:

$0.2 \leq c/b \leq 0.6$

$c / b : \underline{0.300}$

Donde:

h: Altura del alma.

h: 150.00 mm

b: Ancho de las alas.

b: 50.00 mm

c: Altura de los rigidizadores.

c: 15.00 mm

t: Espesor.

t: 2.50 mm

Nota: Las dimensiones no incluyen el acuerdo entre elementos.

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

Se debe satisfacer:

η : 0.950 ✓

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

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo 0.999, 60.000, 8.550, para la combinación de acciones 0.80*G1 + 0.80*G2 + 1.50*V(0°) H1.

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

$M_{y,Ed}^+$: 7.83 kN·m

Para flexión negativa:

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

$M_{y,Ed}^-$: 0.00 kN·m

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

$$M_{c,Rd} = \frac{W_{el} \cdot f_{yb}}{\gamma_{M0}}$$

$M_{c,Rd}$: 8.24 kN·m

Donde:

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

W_{el} : 36.84 cm³

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

f_{yb} : 235.00 MPa

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

γ_{M0} : 1.05

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

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

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

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

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

Se debe satisfacer:

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

η : 0.127 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo 0.999, 60.000, 8.550, para la combinación de acciones 0.80*G1 + 0.80*G2 + 1.50*V(0°) H1.

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

V_{Ed} : 6.38 kN

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

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

$V_{b,Rd}$: 50.40 kN

Donde:

h_w : Altura del alma.

h_w : 155.30 mm

t : Espesor.

t : 2.50 mm

ϕ : Ángulo que forma el alma con la horizontal.

ϕ : 90.0 grados

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

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

$$\mathbf{f_{bv}} : \underline{136.30} \text{ MPa}$$

Siendo:

$\bar{\lambda}_w$: Esbeltez relativa del alma.

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

$$\bar{\lambda}_w : \underline{0.72}$$

Donde:

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

$$\mathbf{f_{yb}} : \underline{235.00} \text{ MPa}$$

E: Módulo de elasticidad.

$$\mathbf{E} : \underline{210000.00} \text{ MPa}$$

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

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

5.1.2. Comprobación de flecha

Las correas cumplen todas las comprobaciones de flecha con un aprovechamiento del 99.62%

El aprovechamiento pésimo se produce para la combinación de hipótesis 1.00*G1 + 1.00*G2 + 1.00*V(0°) H1 a una distancia 2.500 m del origen en el primer vano de la correa.

5.2. Correas laterales

En las fachadas laterales las correas son del mismo perfil que en cubierta con una separación de 1,3 metros, un límite de flechas L/300, con un vano y fijación rígida.

5.2.1. Comprobación de resistencia

El perfil seleccionado cumple todas las comprobaciones de resistencia con un aprovechamiento del 66.78%.

Perfil: CF-160x2.5 Material: S235									
	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)	y _g ⁽³⁾ (mm)	z _g ⁽³⁾ (mm)
	0.000, 65.000, 0.650	0.000, 60.000, 0.650	5.000	7.59	294.69	36.98	0.16	-11.37	0.00
Notas: (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme (3) Coordenadas del centro de gravedad									
			Pandeo		Pandeo lateral				
			Plano XY	Plano XZ	Ala sup.		Ala inf.		
β	0.00	1.00	0.00	0.00					
L _k	0.000	5.000	0.000	0.000					
C ₁	-		1.000						
Notación: β: Coeficiente de pandeo L _k : Longitud de pandeo (m) C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico									

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)													Estado
	b / t	$\bar{\lambda}$	N _t	N _c	M _y	M _z	M _y M _z	V _y	V _z	N _t M _y M _z	N _c M _y M _z	NM _y M _z V _y V _z	M _t NM _y M _z V _y V _z	
pésima en lateral	b / t ≤ (b / t) ^{Máx.} Cumple	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	x: 2.5 m η = 66.8	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	x: 0 m η = 8.9	N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	N.P. ⁽¹⁰⁾	CUMPLE η = 66.8
Comprobaciones que no proceden (N.P.): (1) La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión ni de tracción. (2) La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción. (3) La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión. (4) La comprobación no procede, ya que no hay momento flector. (5) La comprobación no procede, ya que no hay flexión biaxial para ninguna combinación. (6) La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante. (7) No hay interacción entre axil de tracción y momento flector para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede. (8) No hay interacción entre axil de compresión y momento flector para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede. (9) No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede. (10) La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.														

5.2.2. Comprobación de flecha

El perfil seleccionado cumple todas las comprobaciones con un porcentaje del 92.04%

El aprovechamiento pésimo se produce para la combinación de hipótesis 1.00*G1 + 1.00*G2 + 1.00*V(90°) H1 a una distancia 2.500 m del origen en el primer vano de la correa.

5.3. Pórtico interior

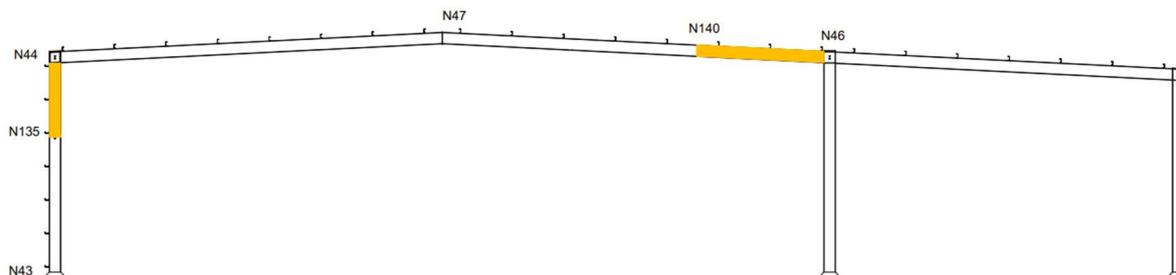


Ilustración 25.- Pórtico interior (FUENTE: propia)

5.3.1. Flechas

Las siguientes referencias se tendrán en cuenta también para todos los apartados posteriores.

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.

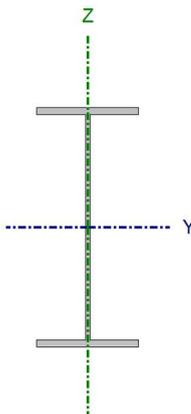
Flechas									
Grupo	Flecha máxima absoluta xy		Flecha máxima absoluta xz		Flecha activa absoluta xy		Flecha activa absoluta xz		
	Flecha máxima relativa xy		Flecha máxima relativa xz		Flecha activa relativa xy		Flecha activa relativa xz		
	Pos. (m)	Flecha (mm)							
N43/N4 4	1.688	0.21	6.224	7.21	1.688	0.42	6.430	13.82	
	1.688	L/(>1000)	6.224	L/(>1000)	1.688	L/(>1000)	6.224	L/(>1000)	
N46/N4 7	5.719	0.26	10.412	8.86	5.406	0.37	10.725	12.49	
	5.719	L/(>1000)	10.412	L/(>1000)	5.719	L/(>1000)	10.412	L/(>1000)	

5.3.2. Comprobaciones E.L.U. (Resumido)

Barra N135/N44

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)
	N135	N44	3.100	98.80	33740.00	1676.00	66.75
	Notas: (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme						
			Pandeo		Pandeo lateral		
			Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.	
	β	1.00	3.84	0.00	0.00		
	L _K	3.100	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							

Barra N46/N140

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)
	N46	N140	5.006	98.80	33740.00	1676.00	66.75
	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	0.40	5.99	0.00	0.00		
	L _K	1.850	30.000	0.000	0.000		
	C _m	1.000	0.650	1.000	1.000		
	C ₁	-		1.000			
Notación: β: Coeficiente de pandeo L _K : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico							

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	$M_y V_z$		$M_z V_y$
N135/N44	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 2.884 m $\eta = 1.0$	x: 0 m $\eta = 5.0$	x: 2.885 m $\eta = 69.8$	x: 0 m $\eta = 0.9$	$\eta = 7.7$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 2.885 m $\eta = 73.2$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 4.7$	$\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 73.2$
N46/N140	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 5.006 m $\eta = 1.2$	x: 0.226 m $\eta = 9.0$	x: 0.226 m $\eta = 82.3$	x: 0.226 m $\eta = 0.8$	x: 0.226 m $\eta = 10.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.226 m $\eta = 84.8$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.7$	x: 0.226 m $\eta = 10.1$	$\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 84.8$

Comprobaciones que no proceden (N.P.):
⁽¹⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

5.4. Pórtico de fachada

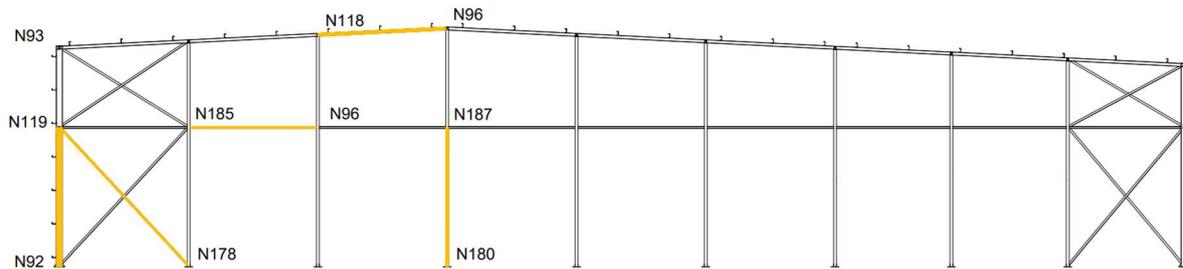


Ilustración 26.- Pórtico de fachada

5.3.1. Flechas

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)						
N92/N93	2.680	9.87	3.015	1.29	2.680	15.58	3.015	1.95
	2.680	L/545.3	3.015	L/(>1000)	2.680	L/545.3	3.015	L/(>1000)
N93/N96	2.907	2.99	12.622	12.42	12.374	5.43	12.622	19.62
	2.907	L/(>1000)	12.622	L/400.0	2.907	L/(>1000)	12.622	L/400.1
N180/N96	5.025	0.45	5.359	19.33	5.025	0.64	5.359	38.52
	5.025	L/(>1000)	5.359	L/476.5	5.025	L/(>1000)	5.359	L/476.5

5.3.2. Comprobaciones E.L.U. (Resumido)

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)															Estado
	$\bar{\lambda}$	λ_{wv}	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	$M_t V_z$	$M_t V_y$	
N92/N119	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{wv} \leq \lambda_{wv, \max}$ Cumple	x: 5.36 m $\eta = 4.0$	x: 0 m $\eta = 23.7$	x: 0 m $\eta = 10.4$	x: 0 m $\eta = 48.1$	x: 0 m $\eta = 3.6$	x: 0 m $\eta = 2.5$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 79.2$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.5$	x: 0 m $\eta = 3.6$	x: 0 m $\eta = 2.6$	CUMPLE $\eta = 79.2$
N118/N96	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.041 m $\lambda_{wv} \leq \lambda_{wv, \max}$ Cumple	x: 5.006 m $\eta = 14.1$	x: 0.041 m $\eta = 49.0$	x: 0.041 m $\eta = 39.3$	x: 0.041 m $\eta = 5.4$	x: 0.041 m $\eta = 7.9$	x: 0.041 m $\eta = 0.2$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.041 m $\eta = 72.6$	x: 0.041 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 72.6$
N180/N187	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{wv} \leq \lambda_{wv, \max}$ Cumple	x: 5.36 m $\eta = 1.3$	x: 0 m $\eta = 12.9$	x: 0 m $\eta = 69.6$	x: 0 m $\eta = 0.8$	x: 0 m $\eta = 11.2$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 72.1$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 72.1$
N185/N186	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{wv} \leq \lambda_{wv, \max}$ Cumple	$\eta = 6.1$	$\eta = 18.7$	x: 0 m $\eta = 3.8$	x: 0 m $\eta = 7.1$	x: 0 m $\eta = 0.4$	$\eta = 0.2$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 25.1$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.6$	x: 0 m $\eta = 0.4$	$\eta = 0.2$	CUMPLE $\eta = 25.1$

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	$M_t V_z$	$M_t V_y$		
N178/N119	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 14.8$	$N_{Ed} = 0.00$ 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 $\eta = 14.8$	

Comprobaciones que no proceden (N.P.):

- ⁽¹⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.
- ⁽²⁾ No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.
- ⁽³⁾ La comprobación no procede, ya que no hay 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.

5.5. Arriostramiento de cubierta

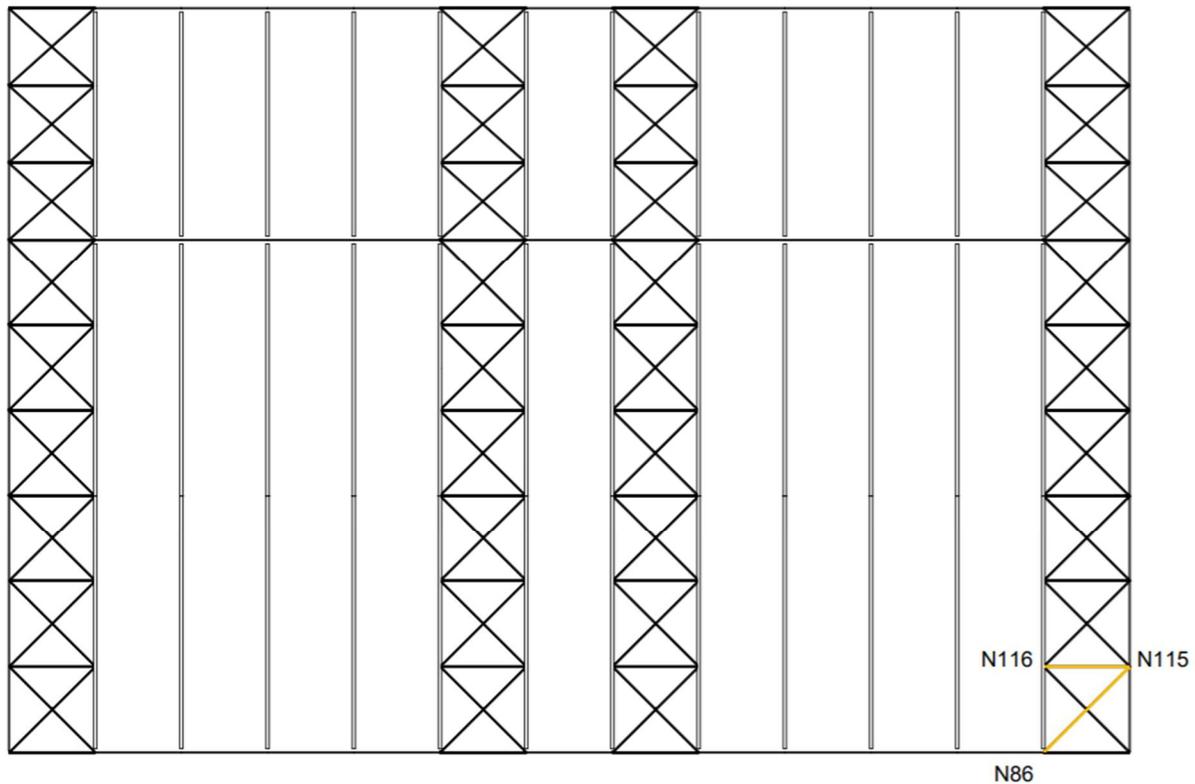


Ilustración 27.- Cubierta

5.4.1. Flechas

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)							
N116/N115	1.250	0.31	2.813	4.57	1.563	0.58	2.813	8.12	
	1.250	L/(>1000)	2.813	L/(>1000)	1.250	L/(>1000)	2.813	L/(>1000)	
N86/N115	6.091	0.00	3.481	0.00	6.091	0.00	5.656	0.00	
	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	

5.4.2. Comprobaciones E.L.U. (Resumido)

Barra N116/N115

Perfil: SHS 80x4.0							
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)
	N116	N115	5.000	11.74	110.63	110.63	180.25
	Notas: (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme						
			Pandeo		Pandeo lateral		
			Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.	
	β	1.00	1.00	0.00	0.00		
	L _K	5.000	5.000	0.000	0.000		
	C _m	1.000	1.000	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							

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 _t V _z	M _t V _y	
N116/N115	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	η = 64.4	x: 4.375 m η = 12.3	x: 0 m η = 1.9	x: 0 m η = 0.6	η = 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 5 m η = 79.3	η < 0.1	η = 7.3	x: 0 m η = 0.6	η = 0.1	CUMPLE η = 79.3

Perfil: L 75 x 75 x 4

Material: Acero (S275)

Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas								
Inicial	Final		Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _{yz} ⁽⁴⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)	y _g ⁽³⁾ (mm)	z _g ⁽³⁾ (mm)	α ⁽⁵⁾ (grados)	
N86	N115	7.075	5.93	31.43	31.43	18.42	0.31	17.90	-17.90	-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>											

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	NM _y M _z	NM _y M _z V _y V _z	M _t	M _t V _z		M _t V _y
N86/N115	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	η = 40.2	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽³⁾	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽³⁾	V _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁴⁾	V _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁷⁾	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	N.P. ⁽⁹⁾	CUMPLE η = 40.2

Comprobaciones que no proceden (N.P.):

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

5.6. Arriostramiento de fachada lateral

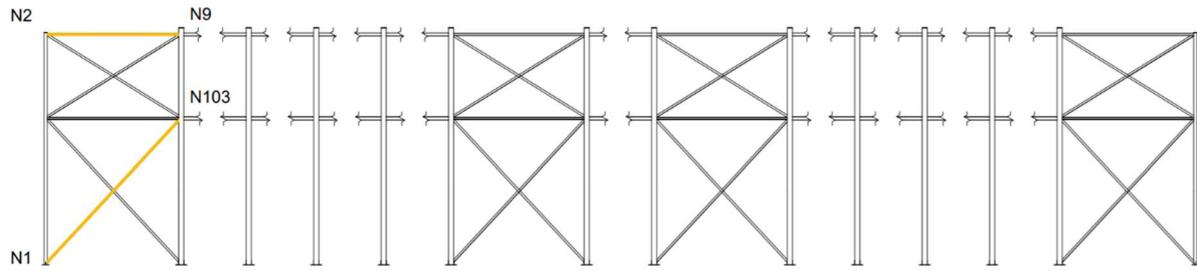


Ilustración 28.- Fachada lateral

5.5.1. Flechas

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)							
N2/N9	3.750	0.38	2.500	0.75	3.750	0.63	2.500	1.11	
	1.250	L/(>1000)	2.500	L/(>1000)	1.250	L/(>1000)	2.500	L/(>1000)	
N1/N103	4.565	0.00	4.565	0.00	5.478	0.00	4.565	0.00	
	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	

5.5.2. Comprobaciones E.L.U. (Resumido)

Barra N2/N9

Nudos	Longitud (m)	Características mecánicas				
		Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)	
N2	N9	5.000	11.74	110.63	110.63	180.25
Notas: (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme						
		Pandeo		Pandeo lateral		
		Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.	
β	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	
L _K	5.000	5.000	5.000	0.000	0.000	
C _m	1.000	1.000	1.000	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						

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)															Estado
	$\bar{\lambda}$	λ_w	N_t	N_c	M_y	M_z	V_z	V_y	$M_y V_z$	$M_z V_y$	$N M_y M_z$	$N M_y M_z V_y V_z$	M_t	$M_t V_z$	$M_t V_y$	
N2/N9	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	$\eta = 67.1$	x: 5 m $\eta = 3.7$	x: 0 m $\eta = 3.1$	x: 5 m $\eta = 0.4$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 5 m $\eta = 73.1$	$\eta < 0.1$	$\eta = 2.8$	x: 5 m $\eta = 0.4$	$\eta = 0.1$	CUMPLE $\eta = 73.1$

Barra N1/N103

Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas								
Inicial	Final		Área (cm ²)	$I_y^{(1)}$ (cm ⁴)	$I_z^{(1)}$ (cm ⁴)	$I_{yz}^{(4)}$ (cm ⁴)	$I_t^{(2)}$ (cm ⁴)	$y_g^{(3)}$ (mm)	$z_g^{(3)}$ (mm)	$\alpha^{(5)}$ (grados)	
N1	N103	7.359	5.93	31.43	31.43	18.42	0.31	17.90	-17.90	-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>C_1: Factor de modificación para el momento crítico</p>											

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	$M_t V_z$	$M_t V_y$	
N1/N103	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 24.5$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁷⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	N.P. ⁽⁹⁾	CUMPLE $\eta = 24.5$

Comprobaciones que no proceden (N.P.):

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

5.7. Viga perimetral

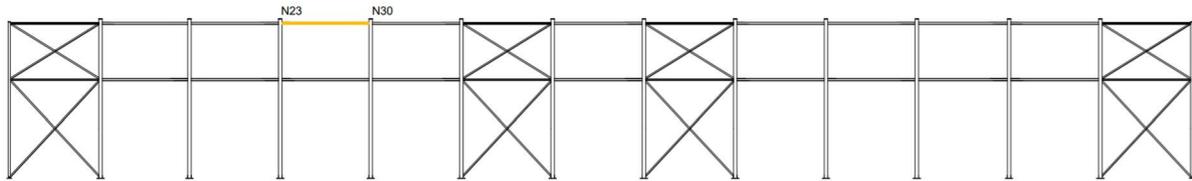


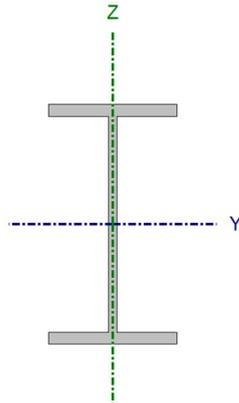
Ilustración 29.- Fachada lateral

5.6.1. Flechas

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)							
N23/N30	0.938	0.00	2.500	1.25	4.375	0.00	2.500	1.25	
	-	L/(>1000)	2.500	L/(>1000)	-	L/(>1000)	2.500	L/(>1000)	

5.6.2. Comprobaciones E.L.U. (Resumido)

Barra N23/N30

Perfil: IPE 120								
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)	
	N23	N30	5.000	13.20	318.00	27.70	1.69	
	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		0.00	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				
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								

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)														Estado	
	$\bar{\lambda}$	λ_w	N_t	N_c	M_y	M_z	V_z	V_y	$M_y V_z$	$M_z V_y$	$N M_y M_z$	$N M_y M_z V_y V_z$	M_t	$M_t V_z$		$M_t V_y$
N23/N30	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.313 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	$\eta = 9.0$	$\eta = 5.5$	x: 2.5 m $\eta = 2.7$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m $\eta = 0.4$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	x: 0.313 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽³⁾	x: 2.5 m $\eta = 11.7$	x: 0.313 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁵⁾	CUMPLE $\eta = 11.7$

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

5.8. Forjado

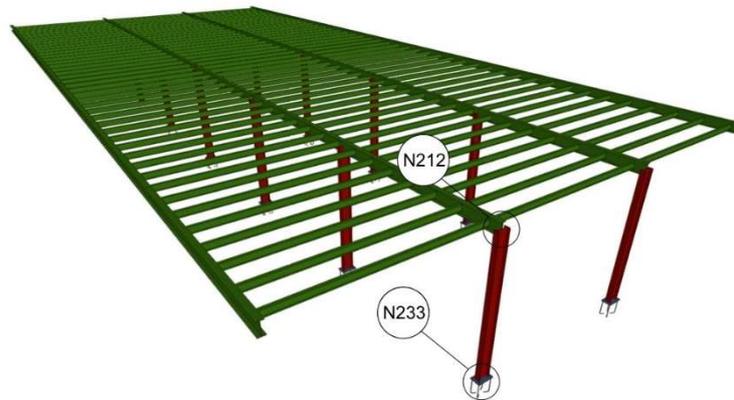


Ilustración 30.- Forjado

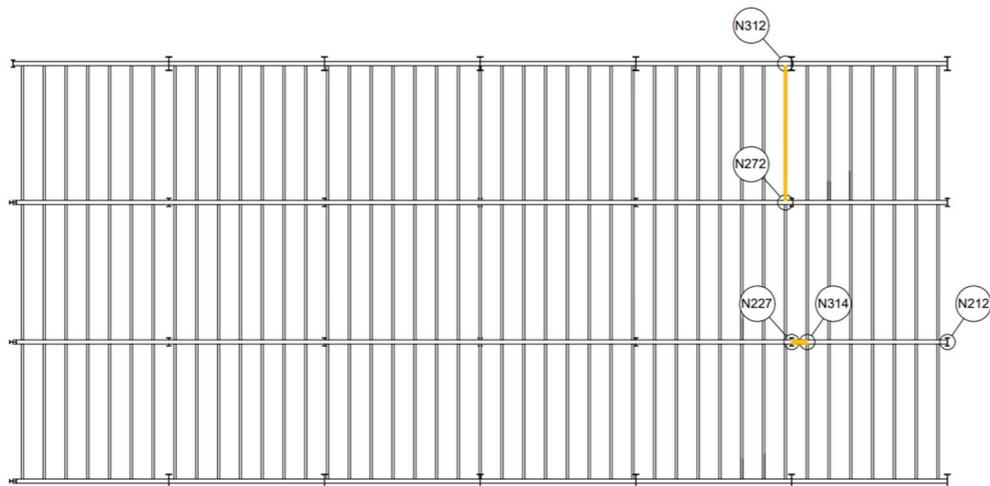


Ilustración 31.- Forjado

5.7.1. Flechas

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)						
N227/N21 2	3.757	0.16	2.707	7.79	3.757	0.23	2.707	7.87
	4.457	L/(>1000)	2.707	L/624.3	4.457	L/(>1000)	2.707	L/624.6
N233/N21 2	2.734	5.88	3.365	2.06	2.944	10.40	3.365	3.91
	2.734	L/572.4	3.365	L/(>1000)	2.734	L/572.6	3.365	L/(>1000)
N272/N31 2	4.219	0.00	2.250	18.09	4.219	0.00	2.250	18.08
	-	L/(>1000)	2.250	L/248.8	-	L/(>1000)	2.250	L/248.9

5.7.2. Comprobaciones E.L.U. (Resumido)

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)														Estado	
	$\bar{\lambda}$	$\lambda_{w, \leq \lambda_{w, \max}}$	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	$M_t V_z$		$M_t V_y$
N227/N314	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{w, \leq \lambda_{w, \max}}$ Cumple	$\eta = 0.1$	$\eta = 0.6$	x: 0.068 m $\eta = 96.5$	x: 0.068 m $\eta = 2.9$	x: 0.068 m $\eta = 41.7$	$\eta = 0.4$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.068 m $\eta = 99.1$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 99.1$
N233/N212	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{w, \leq \lambda_{w, \max}}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 0 m $\eta = 20.5$	x: 0 m $\eta = 11.9$	x: 3.365 m $\eta = 55.7$	$\eta = 1.3$	$\eta = 1.5$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 3.365 m $\eta = 91.9$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.2$	$\eta = 1.3$	$\eta = 1.5$	CUMPLE $\eta = 91.9$
N272/N312	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.281 m $\lambda_{w, \leq \lambda_{w, \max}}$ Cumple	$\eta = 0.7$	$\eta = 7.0$	x: 2.25 m $\eta = 82.6$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	x: 0 m $\eta = 14.7$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	x: 0.281 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁶⁾	x: 2.25 m $\eta = 87.9$	x: 0.281 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 87.9$

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 tracción.
⁽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.

5.9. Placa de anclaje

5.8.1. Comprobaciones en placas de anclaje

En cada placa de anclaje se realizan las siguientes comprobaciones (asumiendo la hipótesis de placa rígida):

1. Hormigón sobre el que apoya la placa

Se comprueba que la tensión de compresión en la interfaz placa de anclaje-hormigón es menor a la tensión admisible del hormigón según la naturaleza de cada combinación.

2. Pernos de anclaje

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

- b) *Anclaje de los pernos*: Se comprueba el anclaje de los pernos en el hormigón de tal manera que no se produzca el fallo de deslizamiento por adherencia, arrancamiento del cono de rotura o fractura por esfuerzo cortante (aplastamiento).
- c) *Aplastamiento*: Se comprueba que en cada perno no se supera el cortante que produciría el aplastamiento de la placa contra el perno.

3. Placa de anclaje

- a) *Tensiones globales*: En placas con vuelo, se analizan cuatro secciones en el perímetro del perfil, y se comprueba en todas ellas que las tensiones de Von Mises sean menores que la tensión límite según la norma.
- b) *Flechas globales relativas*: Se comprueba que en los vuelos de las placas no aparezcan flechas mayores que 1/250 del vuelo.
- c) *Tensiones locales*: Se comprueban las tensiones de Von Mises en todas las placas locales en las que tanto el perfil como los rigidizadores dividen a la placa de anclaje propiamente dicha. Los esfuerzos en cada una de las subplacas se obtienen a partir de las tensiones de contacto con el hormigón y los axiles de los pernos. El modelo generado se resuelve por diferencias finitas.

5.8.2. Memoria de cálculo placa de anclaje tipo 3

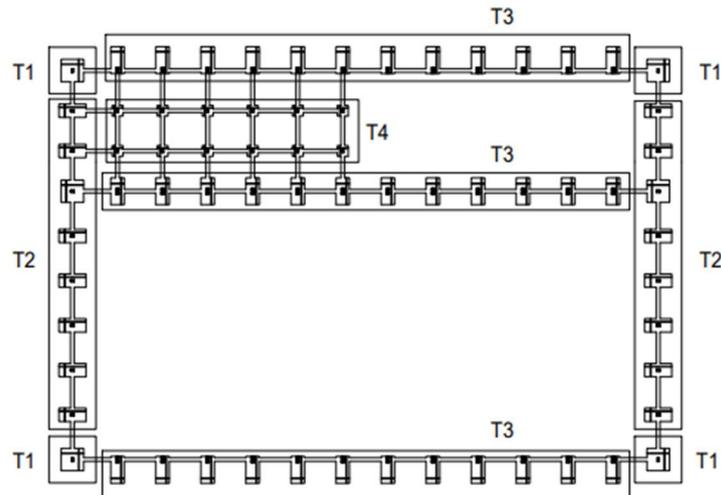
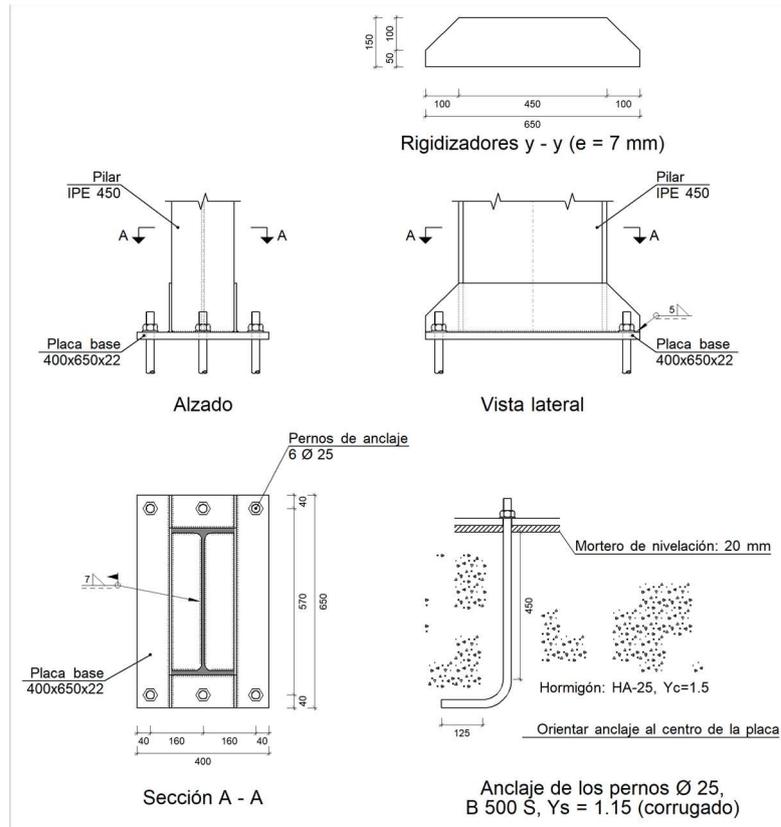


Ilustración 32.- Esquema distribución tipo placa de anclaje

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 (mm)	Tipo	f _y (MPa)	f _u (MPa)
Placa base		400	650	22	6	25	S275	275.0	410.0
Rigidizador		650	150	7	-	-	S275	275.0	410.0

c) Comprobación

1) Pilar IPE 450

Cordones de soldadura

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

2) Placa de anclaje

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: <i>3 diámetros</i>	Mínimo: 75 mm Calculado: 160 mm	Cumple
Separación mínima pernos-perfil: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 37 mm Calculado: 58 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 37 mm Calculado: 40 mm	Cumple
Esbeltez de rigidizadores: - Paralelos a Y:	Máximo: 50 Calculado: 44.6	Cumple
Longitud mínima del perno: <i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>	Mínimo: 28 cm Calculado: 45 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón: - Tracción: - Cortante: - Tracción + Cortante:	Máximo: 125.01 kN Calculado: 103.1 kN Máximo: 87.51 kN Calculado: 11.93 kN Máximo: 125.01 kN Calculado: 120.15 kN	Cumple Cumple Cumple

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 156.15 kN Calculado: 103.1 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 476.19 MPa Calculado: 215.126 MPa	Cumple
Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 288.1 kN Calculado: 11.93 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales:	Máximo: 261.905 MPa	
- Derecha:	Calculado: 72.7371 MPa	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 71.9802 MPa	Cumple
- Arriba:	Calculado: 126.615 MPa	Cumple
- Abajo:	Calculado: 168.316 MPa	Cumple
Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i>	Mínimo: 250	
- Derecha:	Calculado: 2454.33	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 2147.78	Cumple
- Arriba:	Calculado: 11261.8	Cumple
- Abajo:	Calculado: 7577.93	Cumple
Tensión de Von Mises local: <i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>	Máximo: 261.905 MPa Calculado: 194.258 MPa	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas								
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)			
Rigidizador y-y (x = -99): Soldadura a la placa base	En ángulo	5	650	7.0	90.00			
Rigidizador y-y (x = 99): Soldadura a la placa base	En ángulo	5	650	7.0	90.00			
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>								
Comprobación de resistencia								
Ref.	Tensión de Von Mises				Tensión normal		f _u (N/mm ²)	β _w
	σ _⊥ (N/mm ²)	τ _⊥ (N/mm ²)	τ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm ²)		
Rigidizador y-y (x = -99): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.						410.0	0.85

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

d) Medición

Soldaduras				
f _u (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En taller	En ángulo	5	2542
	En el lugar de montaje	En ángulo	7	1415

Elementos de tornillería no normalizados		
Tipo	Cantidad	Descripción
Tuercas	6	T25
Arandelas	6	A25

Placas de anclaje				
Material	Elementos	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Placa base	1	400x650x22	44.90
	Rigidizadores pasantes	2	650/450x150/50x7	9.62
	Total			54.52
B 500 S, Y _s = 1.15 (corrugado)	Pernos de anclaje	6	Ø 25 - L = 517 + 243	17.57
	Total			17.57

5.10. Cimentación

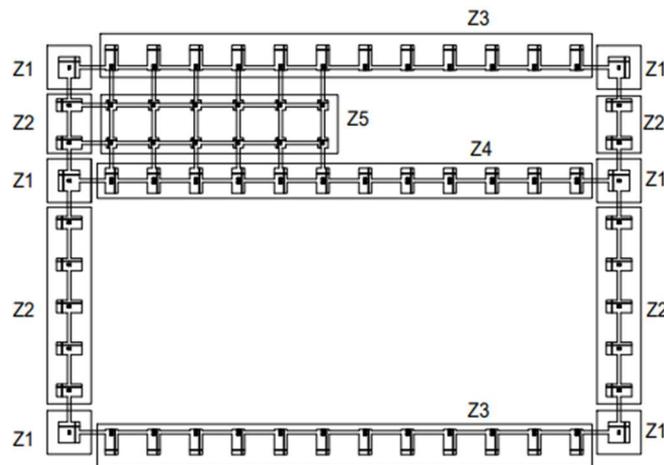


Ilustración 33.- Esquema distribución tipo de zapatas

5.10.1. Comprobación zapata 1

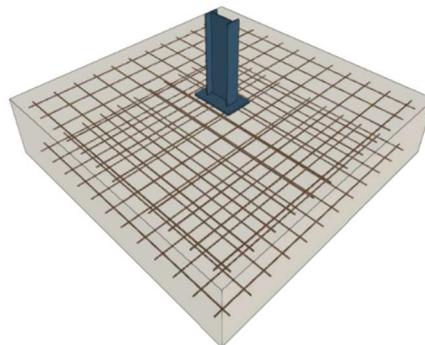


Ilustración 34.- Zapata tipo 1

5. Referencia: N6		
Dimensiones: 250 x 250 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</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.2 MPa Calculado: 0.0291357 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.0260946 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.0325692 MPa	Cumple

5. Referencia: N6		
Dimensiones: 250 x 250 x 60		
Armados: Xi:Ø12c/20 Yi:Ø12c/20 Xs:Ø12c/20 Ys:Ø12c/20		
Comprobación	Valores	Estado
Vuelco de la zapata:		
<i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 331.5 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 512.2 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 32.55 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 30.44 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 30.31 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 28.65 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes:	Máximo: 5000 kN/m ²	Cumple
<i>Criterio de CYPE</i>	Calculado: 187.9 kN/m ²	
Canto mínimo:		
<i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 25 cm	Cumple
	Calculado: 60 cm	
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- N6:	Mínimo: 35 cm	Cumple
	Calculado: 53 cm	
Cuantía geométrica mínima:		
<i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 0.0009	Cumple
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.0009	
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.0009	
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0009	
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0009	
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0009	
Cuantía mínima necesaria por flexión:		
<i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i>	Calculado: 0.001	Cumple
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0002	
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0002	
- Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.0001	
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0001	
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0001	
Diámetro mínimo de las barras:		
<i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 12 mm	Cumple
- Parrilla inferior:	Calculado: 12 mm	
- Parrilla superior:	Calculado: 12 mm	
- Parrilla superior:	Calculado: 12 mm	
Separación máxima entre barras:		
<i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	

<p>5. Referencia: N6 Dimensiones: 250 x 250 x 60 Armados: Xi:Ø12c/20 Yi:Ø12c/20 Xs:Ø12c/20 Ys:Ø12c/20</p>		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
<p>Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i></p>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
<p>Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i></p>	Mínimo: 15 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 59 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 59 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 52 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 52 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 59 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 59 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 52 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 52 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
<p>Información adicional:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Zapata de tipo rígido (Artículo 58.2 de la norma EHE-08) - Relación rotura pésima (En dirección X): 0.12 - Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.12 - Cortante de agotamiento (En dirección X): 686.80 kN - Cortante de agotamiento (En dirección Y): 686.80 kN 		

5.9.2. Comprobación zapata 2

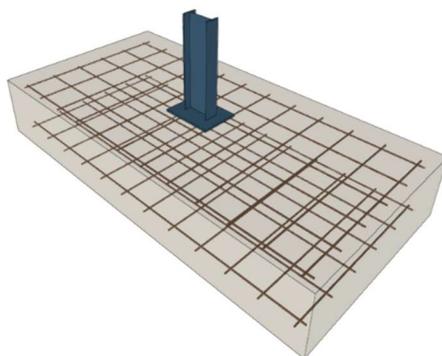


Ilustración 35.- Zapata tipo 2

Referencia: N169 Dimensiones: 150 x 300 x 50 Armados: Xi:Ø12c/25 Yi:Ø12c/25 Xs:Ø12c/25 Ys:Ø12c/25		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE</i> - Tensión media en situaciones persistentes: - Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento: - Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.2 MPa Calculado: 0.0317844 MPa Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.0376704 MPa Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.0476766 MPa	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: 1187.6 % Reserva seguridad: 207.5 %	Cumple Cumple
Flexión en la zapata: - En dirección X: - En dirección Y:	Momento: 17.46 kN·m Momento: 52.17 kN·m	Cumple Cumple
Cortante en la zapata: - En dirección X: - En dirección Y:	Cortante: 17.56 kN Cortante: 52.29 kN	Cumple Cumple
Compresión oblicua en la zapata: - Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE</i>	Máximo: 5000 kN/m ² Calculado: 231.1 kN/m ²	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 50 cm	Cumple

Referencia: N169		
Dimensiones: 150 x 300 x 50		
Armados: Xi:Ø12c/25 Yi:Ø12c/25 Xs:Ø12c/25 Ys:Ø12c/25		
Comprobación	Valores	Estado
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N169:	Mínimo: 35 cm Calculado: 43 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 0.0009	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0009	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i>	Calculado: 0.001	
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0002	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0007	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0002	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 12 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 25 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 25 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 15 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 86 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 86 cm	Cumple

Referencia: N169		
Dimensiones: 150 x 300 x 50		
Armados: Xi:Ø12c/25 Yi:Ø12c/25 Xs:Ø12c/25 Ys:Ø12c/25		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 86 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 86 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Zapata de tipo flexible (Artículo 58.2 de la norma EHE-08)		
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.09		
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.52		
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 712.60 kN		
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 356.30 kN		

5.9.3. Comprobación zapata 3

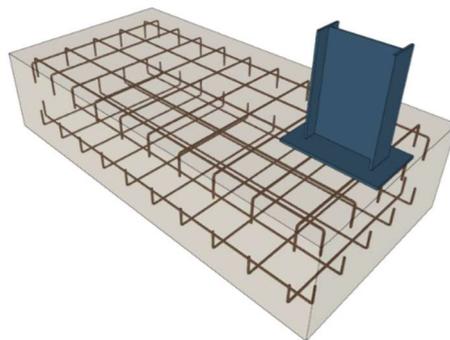


Ilustración 36.- Zapata tipo 3

Referencia: N8		
Dimensiones: 150 x 300 x 75		
Armados: Xi:Ø16c/29 Yi:Ø16c/29 Xs:Ø16c/29 Ys:Ø16c/29		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.2 MPa Calculado: 0.103397 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.0898596 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.238187 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>		

Referencia: N8		
Dimensiones: 150 x 300 x 75		
Armados: Xi:Ø16c/29 Yi:Ø16c/29 Xs:Ø16c/29 Ys:Ø16c/29		
Comprobación	Valores	Estado
- En dirección X:	Reserva seguridad: 254.3 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 16.8 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 11.77 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 192.62 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 0.00 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 110.36 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE</i>	Máximo: 5000 kN/m ² Calculado: 73.4 kN/m ²	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>		
	Mínimo: 25 cm Calculado: 75 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- N8:	Mínimo: 45 cm Calculado: 67 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i>		
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0009	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i>		
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.001 Mínimo: 0.0001	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.001	Cumple
- Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.0001	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0005	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>		
- Parrilla inferior:	Mínimo: 12 mm Calculado: 16 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 16 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i>		
- Armado inferior dirección X:	Máximo: 30 cm Calculado: 29 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 29 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 29 cm	Cumple

Referencia: N8		
Dimensiones: 150 x 300 x 75		
Armados: Xi:Ø16c/29 Yi:Ø16c/29 Xs:Ø16c/29 Ys:Ø16c/29		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 29 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 29 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 29 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 29 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 29 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 16 cm Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 16 cm Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 0 cm Calculado: 0 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 31 cm Calculado: 184 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 19 cm Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 19 cm Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 0 cm Calculado: 0 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 19 cm Calculado: 187 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 16 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 19 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

5.9.4. Comprobación zapata 4

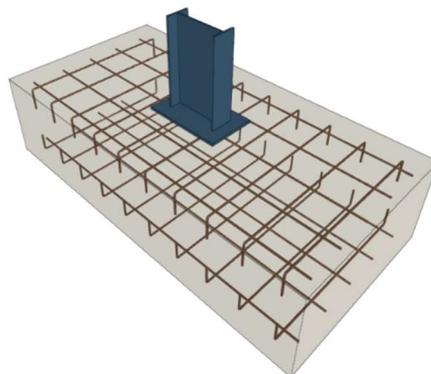


Ilustración 37.- Zapata tipo 4

Referencia: N52		
Dimensiones: 150 x 300 x 75		
Armados: Xi:Ø16c/29 Yi:Ø16c/29 Xs:Ø16c/29 Ys:Ø16c/29		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno:		
<i>Criterio de CYPE</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.2 MPa Calculado: 0.0731826 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.123802 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.147739 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata:		
<i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 4838.9 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 94.6 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 16.26 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 100.42 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 0.00 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 78.97 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes:	Máximo: 5000 kN/m ² Calculado: 107 kN/m ²	Cumple
<i>Criterio de CYPE</i>		
Canto mínimo:		
<i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>		
	Mínimo: 25 cm Calculado: 75 cm	Cumple

Referencia: N52		
Dimensiones: 150 x 300 x 75		
Armados: Xi:Ø16c/29 Yi:Ø16c/29 Xs:Ø16c/29 Ys:Ø16c/29		
Comprobación	Valores	Estado
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N52:	Mínimo: 45 cm Calculado: 67 cm	Cumple
Cantidad 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
Cantidad 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 Y:	Calculado: 0.001 Mínimo: 0.0001 Mínimo: 0.0006 Mínimo: 0.0002	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: 16 mm Calculado: 16 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: 29 cm Calculado: 29 cm Calculado: 29 cm Calculado: 29 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE, 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: 29 cm Calculado: 29 cm Calculado: 29 cm Calculado: 29 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: - Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 16 cm Calculado: 16 cm Mínimo: 16 cm Calculado: 16 cm	Cumple Cumple

Referencia: N52		
Dimensiones: 150 x 300 x 75		
Armados: Xi:Ø16c/29 Yi:Ø16c/29 Xs:Ø16c/29 Ys:Ø16c/29		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 16 cm Calculado: 53 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 16 cm Calculado: 53 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 19 cm Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 19 cm Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 19 cm Calculado: 53 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 19 cm Calculado: 53 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 16 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 19 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

5.9.5. Comprobación zapata 5

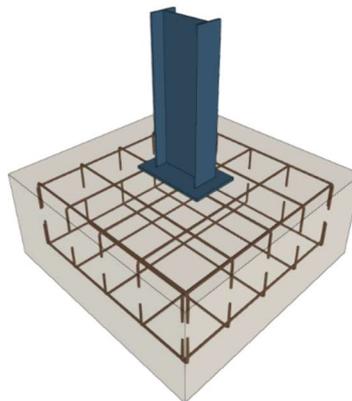


Ilustración 38.- Zapata tipo 5

Referencia: N234		
Dimensiones: 120 x 120 x 50		
Armados: Xi:Ø12c/25 Yi:Ø12c/25 Xs:Ø12c/25 Ys:Ø12c/25		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE</i>		

Referencia: N234		
Dimensiones: 120 x 120 x 50		
Armados: Xi:Ø12c/25 Yi:Ø12c/25 Xs:Ø12c/25 Ys:Ø12c/25		
Comprobación	Valores	Estado
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.2 MPa Calculado: 0.144698 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.180504 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.196691 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata:		
<i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 198.9 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 976.7 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 25.68 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 30.60 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 0.00 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 16.09 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes:	Máximo: 5000 kN/m ² Calculado: 558 kN/m ²	Cumple
<i>Criterio de CYPE</i>		
Canto mínimo:		
<i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>		
	Mínimo: 25 cm Calculado: 50 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- N234:	Mínimo: 30 cm Calculado: 43 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima:		
<i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i>		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0009 Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0009	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión:		
<i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i>		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0005 Calculado: 0.001	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.001	Cumple
Diámetro mínimo de las barras:		
<i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>		
- Parrilla inferior:	Mínimo: 12 mm Calculado: 12 mm	Cumple

Referencia: N234		
Dimensiones: 120 x 120 x 50		
Armados: Xi:Ø12c/25 Yi:Ø12c/25 Xs:Ø12c/25 Ys:Ø12c/25		
Comprobación	Valores	Estado
- Parrilla superior:	Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 25 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 25 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 15 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 15 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 12 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 13 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 13 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 13 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 13 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		



III. PRESUPUESTO

1. Acondicionamiento del terreno

El presupuesto ha sido realizado mediante la herramienta Arquímedes, del pack de programas que forman parte de CYPE, y los precios provienen de la base de datos del Generador de Precios que también forma parte de CYPE.

CÓDIGO	Tipo	Ud	Resumen	Cantidad	Precio (€)	Importe (€)
A	Capítulo		Acondicionamiento del terreno		76.092,71	76.092,71
AD	Capítulo		Movimiento de tierras en edificación		27.742,46	27.742,46
ADL005	Partida	m ²	Desbroce y limpieza del terreno, con medios mecánicos. Comprende los trabajos necesarios para retirar de las zonas previstas para la edificación o urbanización: pequeñas plantas, maleza, broza, maderas caídas, escombros, basuras o cualquier otro material existente, hasta una profundidad no menor que el espesor de la capa de tierra vegetal, considerando como mínima 25 cm; y carga a camión.	22.263,000	1,03	22.930,89
ADE010	Partida	m ³	Excavación de zanjas para cimentaciones hasta una profundidad de 2 m, en suelo de arcilla semidura, con medios mecánicos, y carga a camión.	184,140	24,03	4.424,88
GTB020	Partida	m ³	Canon de vertido por entrega de tierras procedentes de la excavación, en vertedero específico, instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición externa a la obra o centro de valorización o eliminación de residuos.	184,140	2,10	386,69
			AD		27.742,46	27.742,46
AN	Capítulo		Nivelación		48.350,25	48.350,25
ANS	Capítulo		Soleras		48.350,25	48.350,25
ANS010	Partida	m ²	Solera de hormigón armado de 10 cm de espesor, realizada con hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central, y vertido desde camión, y malla electrosoldada ME 20x20 Ø 5-5 B 500 T 6x2,20 UNE-EN 10080 como armadura de reparto, colocada sobre separadores homologados, extendido y vibrado manual mediante regla vibrante, sin tratamiento de su superficie; con juntas de retracción de 5 mm de espesor, mediante corte con disco de diamante. Incluso panel de poliestireno expandido de 3 cm de espesor, para la ejecución de juntas de dilatación.	2.827,500	17,10	48.350,25
			ANS		48.350,25	48.350,25
			AN		48.350,25	48.350,25
			A		76.092,71	76.092,71

2. Cimentaciones

CÓDIGO	Tipo	Ud	Resumen	Cantidad	Precio (€)	Importe (€)
C	Capítulo		Cimentaciones		35.598,70	35.598,70
CR	Capítulo		Regularización		3.142,64	3.142,64
CRL030	Partida	m ²	Capa de hormigón de limpieza y nivelado de fondos de cimentación, de 10 cm de espesor, de hormigón HL-150/B/30, fabricado en central y vertido desde camión, en el fondo de la excavación previamente realizada.	395,300	7,95	3.142,64
			CR		3.142,64	3.142,64
CS	Capítulo		Superficiales		25.438,94	25.438,94
CSZ030	Partida	m ³	Zapata de cimentación de hormigón armado, realizada con hormigón HA-25/B/30/IIa fabricado en central y vertido con cubilote, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, con una cuantía aproximada de 34,6 kg/m ³ . Incluso armaduras de espera del pilar, alambre de atar y separadores.	184,140	138,15	25.438,94
			CS		25.438,94	25.438,94
CA	Capítulo		Arriostramientos		7.017,12	7.017,12
CAV030	Partida	m ³	Viga de atado de hormigón armado, realizada con hormigón HA-25/B/30/IIa fabricado en central y vertido con cubilote, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, con una cuantía aproximada de 50,2 kg/m ³ . Incluso alambre de atar y separadores.	46,220	151,82	7.017,12
			CA		7.017,12	7.017,12
			C		35.598,70	35.598,70

3. Estructuras

CÓDIGO	Tipo	Ud	Resumen	Cantidad	Precio (€)	Importe (€)
E	Capítulo		Estructuras		282.740,50	282.740,50
EA	Capítulo		Acero		206.749,47	206.749,47
EAM040	Partida	kg	Acero UNE-EN 10025 S275JR, en estructura metálica con piezas simples de perfiles laminados en caliente de la serie Cold Formed SHS, colocado con uniones soldadas en obra.	3.013,020	2,18	6.568,38
EAM040b	Partida	kg	Acero UNE-EN 10025 S275JR, en estructura metálica con piezas simples de perfiles laminados en caliente de la serie IPE, colocado con uniones soldadas en obra.	84.834,920	2,18	184.940,13
EAM040c	Partida	kg	Acero UNE-EN 10025 S275JR, en estructura metálica con piezas simples de perfiles laminados en caliente de la serie L, colocado con uniones soldadas en obra.	3.831,440	2,18	8.352,54
EAE10	Partida	kg	Acero UNE-EN 10025 S275JR, en estructura de escalera compuesta de zancas y mesetas, formada por piezas simples de perfiles laminados en caliente de las series IPN, IPE, UPN, HEA, HEB o HEM, acabado con imprimación antioxidante, con uniones soldadas en obra. El precio incluye las soldaduras, los cortes, los despuntes, las piezas especiales, los casquillos y los elementos auxiliares de montaje.	882	7,81	6.888,42
			EA		206.749,47	206.749,47
EAS	Capítulo		Placas de anclaje		8.688,32	8.688,32
EAS006	Partida	Ud	Placa de anclaje de acero UNE-EN 10025 S275JR en perfil plano, con rigidizadores y taladro central, de 400x250 mm y espesor 15 mm, y montaje sobre 4 pernos de acero corrugado UNE-EN 10080 B 500 S de 16 mm de diámetro y 50 cm de longitud total, embutidos en el hormigón fresco, y atornillados con arandelas, tuerca y contratuerca una vez endurecido el hormigón del cimiento. Incluso mortero autonivelante expansivo para relleno del espacio resultante entre el hormigón endurecido y la placa y protección anticorrosiva aplicada a las tuercas y extremos de los pernos.	4,000	65,11	260,44
EAS006b	Partida	Ud	Placa de anclaje de acero UNE-EN 10025 S275JR en perfil plano, con rigidizadores y taladro central, de 400x250 mm y espesor 15 mm, y montaje sobre 6 pernos de acero corrugado UNE-EN 10080 B 500 S de 16 mm de diámetro y 42 cm de longitud total, embutidos en el hormigón fresco, y atornillados con arandelas, tuerca y contratuerca una vez endurecido el hormigón del cimiento. Incluso mortero autonivelante expansivo para relleno del espacio resultante entre el hormigón endurecido y la placa y protección anticorrosiva aplicada a las tuercas y extremos de los pernos.	16,000	80,11	1.281,76

EAS006c	Partida	Ud	Placa de anclaje de acero UNE-EN 10025 S275JR en perfil plano, con rigidizadores y taladro central, de 650x250 mm y espesor 20 mm, y montaje sobre 6 pernos de acero corrugado UNE-EN 10080 B 500 S de 25 mm de diámetro y 76 cm de longitud total, embutidos en el hormigón fresco, y atornillados con arandelas, tuerca y contratuerca una vez endurecido el hormigón del cimient. Incluso mortero autonivelante expansivo para relleno del espacio resultante entre el hormigón endurecido y la placa y protección anticorrosiva aplicada a las tuercas y extremos de los pernos.	36,000	177,38	6.385,68
EAS006d	Partida	Ud	Placa de anclaje de acero UNE-EN 10025 S275JR en perfil plano, con taladro central, de 400x250 mm y espesor 15 mm, y montaje sobre 4 pernos de acero corrugado UNE-EN 10080 B 500 S de 16 mm de diámetro y 50 cm de longitud total, embutidos en el hormigón fresco, y atornillados con arandelas, tuerca y contratuerca una vez endurecido el hormigón del cimient. Incluso mortero autonivelante expansivo para relleno del espacio resultante entre el hormigón endurecido y la placa y protección anticorrosiva aplicada a las tuercas y extremos de los pernos.	12,000	63,37	760,44
			EAS		8.688,32	8.688,32
EAT	Capítulo		Estructuras para cubiertas		53.682,56	53.682,56
EAT030	Partida	kg	Acero UNE-EN 10162 S235JRC, en correas metálicas formadas por piezas simples de perfiles conformados en frío de las series omega, L, U, C o Z, acabado galvanizado, fijadas a las cerchas con uniones soldadas en obra. El precio incluye las soldaduras, los cortes, los despuntes, las piezas especiales, los casquillos y los elementos auxiliares de montaje, pero no incluye la chapa o panel que actuará como cubierta.	14.707,550	3,65	53.682,56
			EAT		53.682,56	53.682,56
EAF	Capítulo		Forjados		13.620,15	13.620,15
EAF010	Partida	m ²	Forjado de 25 = 20+5 cm de canto, compuesto de: viguetas de acero laminado en caliente UNE-EN 10025 S275JR, en perfiles simples, IPE 140; bovedilla cerámica, 60x25x20 cm; capa de compresión de hormigón armado de 5 cm de espesor, realizada con hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central, y vertido con cubilote, volumen de hormigón 0,08 m ³ /m ² , acero UNE-EN 10080 B 500 S en zona de refuerzo de negativos, cuantía 1,8 kg/m ³ , y malla electrosoldada ME 20x20 Ø 5-5 B 500 T 6x2,20 UNE-EN 10080, como armadura de reparto; montaje y desmontaje del sistema de encofrado.	405,000	33,63	13.620,15
			EAF		13.620,15	13.620,15
			E		282.740,50	282.740,50

4. Fachadas y particiones

CÓDIGO	Tipo	Ud	Resumen	Cantidad	Precio (€)	Importe (€)
F	Capítulo		Fachadas y particiones		137.256,04	137.256,04
FP	Capítulo		Fachadas pesadas		137.256,04	137.256,04
FPP020	Partida	m ²	Cerramiento de fachada formado por paneles prefabricados, lisos aligerados, con aislamiento de 11 cm, de hormigón armado de 20 cm de espesor, 3 m de anchura y 14 m de longitud máxima, acabado liso de color blanco a una cara, dispuestos en posición horizontal.	1.428,560	96,08	137.256,04
			FP		137.256,04	137.256,04
			F		137.256,04	137.256,04

5. Cubiertas

CÓDIGO	Tipo	Ud	Resumen	Cantidad	Precio (€)	Importe (€)
Q	Capítulo		Cubiertas		122.991,96	122.991,96
QU	Capítulo		Componentes de cubiertas inclinadas		94.325,40	94.325,40
QUM020	Partida	m ²	Cobertura de paneles sándwich aislantes de acero, con la superficie exterior grecada y la superficie interior lisa, de 30 mm de espesor y 1000 mm de anchura, formados por doble cara metálica de chapa estándar de acero, acabado prelacado, de espesor exterior 0,5 mm y espesor interior 0,5 mm y alma aislante de poliuretano de densidad media 40 kg/m ³ , y accesorios, colocados con un solape del panel superior de 200 mm y fijados mecánicamente sobre entramado ligero metálico, en cubierta inclinada, con una pendiente mayor del 10%. Incluso accesorios de fijación de los paneles sándwich, cinta flexible de butilo, adhesiva por ambas caras, para el sellado de estanqueidad de los solapes entre paneles sándwich y pintura antioxidante de secado rápido, para la protección de los solapes entre paneles sándwich.	2.827,500	33,36	94.325,40
			QU		94.325,40	94.325,40
QL	Capítulo		Lucernarios		28.666,56	28.666,56
QLL010	Partida	m ²	Lucernario a un agua con una luz máxima entre 3 y 8 m revestido con placas alveolares de policarbonato celular incoloras de 6 mm de espesor.	96,000	298,61	28.666,56
			QL		28.666,56	28.666,56
			Q		122.991,96	122.991,96

6. Carpintería, cerrajería, vidrios y protecciones solares

CÓDIGO	Tipo	Ud	Resumen	Cantidad	Precio (€)	Importe (€)
L	Capítulo		Carpintería, cerrajería, vidrios y protecciones solares		19.352,67	19.352,67
LB	Capítulo		Puertas automáticas de acceso peatonal		8.728,46	8.728,46
LBL	Capítulo		Correderas		8.728,46	8.728,46
LBL020	Partida	Ud	Puerta corredera automática, de aluminio y vidrio, para acceso peatonal, con sistema de apertura central, de dos hojas deslizantes de 100x210 cm y dos hojas fijas de 120x210 cm, compuesta por: cajón superior con mecanismos, equipo de motorización y batería de emergencia para apertura y cierre automático en caso de corte del suministro eléctrico, de aluminio lacado, color blanco, dos detectores de presencia por radiofrecuencia, célula fotoeléctrica de seguridad y panel de control con cuatro modos de funcionamiento seleccionables; cuatro hojas de vidrio laminar de seguridad 5+5, incoloro, 1B1 según UNE-EN 12600 con perfiles de aluminio lacado, color blanco, fijadas sobre los perfiles con perfil continuo de neopreno.	2,000	4.364,23	8.728,46
			LBL		8.728,46	8.728,46
			LB		8.728,46	8.728,46
LT	Capítulo		Puertas interiores técnicas		5.368,01	5.368,01
LTM	Capítulo		De madera		5.368,01	5.368,01
LTM010	Partida	Ud	Block de puerta interior técnica abatible, de madera, para edificio de uso público, de una hoja, lisa, de 203x82,5x3,5 cm, compuesto por alma de poliestireno expandido, acabado lacado en color blanco en sus caras y cantos, bastidor de tablero de fibras tipo MDF (tablero de DM) y cerco de madera de pino.	13,000	299,54	3.894,02
LTM010b	Partida	Ud	Block de puerta interior técnica abatible, de madera, para edificio de uso público, de dos hojas, lisas, de 203x62,5x3,5 cm, compuesto por alma de poliestireno expandido, acabado lacado en color blanco en sus caras y cantos, bastidor de tablero de fibras tipo MDF (tablero de DM) y cerco de madera de pino.	3,000	491,33	1.473,99
			LTM		5.368,01	5.368,01
			LT		5.368,01	5.368,01
LC	Capítulo		Carpintería		5.256,20	5.256,20
LCL	Capítulo		De aluminio		5.256,20	5.256,20

LCL060	Partida	Ud	Ventana de aluminio, gama media, dos hojas correderas, dimensiones 2800x1000 mm, acabado lacado color blanco con el sello QUALICOAT, que garantiza el espesor y la calidad del proceso de lacado, compuesta de hoja de 28 mm y marco de 73 mm, junquillos, galce, juntas de estanqueidad de EPDM, manilla y herrajes, según UNE-EN 14351-1; transmitancia térmica del marco: $U_{h,m}$ = desde 5,7 W/(m ² K); espesor máximo del acristalamiento: 18 mm, con clasificación a la permeabilidad al aire clase 3, según UNE-EN 12207, clasificación a la estanqueidad al agua clase 8A, según UNE-EN 12208, y clasificación a la resistencia a la carga del viento clase C5, según UNE-EN 12210, sin premarco y sin persiana. Incluso patillas de anclaje para la fijación de la carpintería, silicona para sellado perimetral de la junta entre la carpintería exterior y el paramento.	5,000	288,88	1.444,40
LCL060b	Partida	Ud	Ventana de aluminio, gama media, dos hojas correderas, dimensiones 2800x1500 mm, acabado lacado color blanco con el sello QUALICOAT, que garantiza el espesor y la calidad del proceso de lacado, compuesta de hoja de 28 mm y marco de 73 mm, junquillos, galce, juntas de estanqueidad de EPDM, manilla y herrajes, según UNE-EN 14351-1; transmitancia térmica del marco: $U_{h,m}$ = desde 5,7 W/(m ² K); espesor máximo del acristalamiento: 18 mm, con clasificación a la permeabilidad al aire clase 3, según UNE-EN 12207, clasificación a la estanqueidad al agua clase 8A, según UNE-EN 12208, y clasificación a la resistencia a la carga del viento clase C5, según UNE-EN 12210, sin premarco y sin persiana. Incluso patillas de anclaje para la fijación de la carpintería, silicona para sellado perimetral de la junta entre la carpintería exterior y el paramento.	12,000	317,65	3.811,80
			LCL		5.256,20	5.256,20
			LC		5.256,20	5.256,20
			L		19.352,67	19.352,67

7. Revestimientos y trasdosados

CÓDIGO	Tipo	Ud	Resumen	Cantidad	Precio (€)	Importe (€)
R	Capítulo		Revestimientos y trasdosados		66.931,92	66.931,92
RS	Capítulo		Pavimentos		66.931,92	66.931,92
RSH	Capítulo		Deportivos indoor		66.931,92	66.931,92
RSH010	Partida	m ²	Pavimento vinílico deportivo indoor para la práctica de voleibol, de 9 mm de espesor, formado por un complejo con superficie de vinilo plastificado, reforzado con una malla de fibra de vidrio, sobre una capa de espuma de alta densidad con estructura celular cerrada, suministrado en rollos, color a elegir, peso 5,4 kg/m ² , absorción de impactos según UNE-EN 14808 38%, deformación vertical según UNE-EN 14809 < 3%, clasificación según UNE-EN 14904 P2, altura de rebote de pelota según UNE-EN 12235 >= 90%, resistencia al fuego según UNE-EN 13501-1 Cfl-s1, con tratamiento fotorreticulado (antihumedad, antiquemaduras, deslizamiento controlado), fungiestático y bacteriostático, instalado sobre una base soporte sin riesgo de humedad ascendente (no incluida en este precio) y fijado con adhesivo de contacto.	1.188,000	56,34	66.931,92
			RSH		66.931,92	66.931,92
			RS		66.931,92	66.931,92
			R		66.931,92	66.931,92

8. Resumen del presupuesto

Presupuesto de ejecución material (PEM)

Capítulos	Importe (€)
1. Acondicionamiento del terreno	76.092,71
2. Cimentación	35.598,70
3. Estructura	282.740,50
4. Fachadas y particiones	137.256,04
5. Cubiertas	122.991,96
6. Carpintería, cerrajería vidrios y protecciones solares	19.352,67
7. Revestimientos y trasdosados	66.931,92
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL (PEM)	740.964,50

El presupuesto de ejecución material de la obra asciende a la cantidad de **SETECIENTOS CUARENTA MIL NOVECIENTOS SESENTA Y CUATRO EUROS CON CINCUENTA CÉNTIMOS.**

Presupuesto de ejecución por contrata (PEC) y presupuesto base licitación

PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL (PEM)	740.964,50
Gastos Generales 13%	96.325,385
Beneficio Industrial 6%	44.457,87
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA (PEC)	881.747,76
IVA 21%	185.167,0286
PRESUPUESTO BASE LICITACIÓN (P.B.I.)	1.066.914,78

El presupuesto base licitación asciende a la cantidad de **UN MILLÓN SETENTA Y NUEVE MIL OCHOCIENTOS VEINTE EUROS CON NUEVE CÉNTIMOS.**

9. Análisis del presupuesto

Gráfico de porcentajes por partida

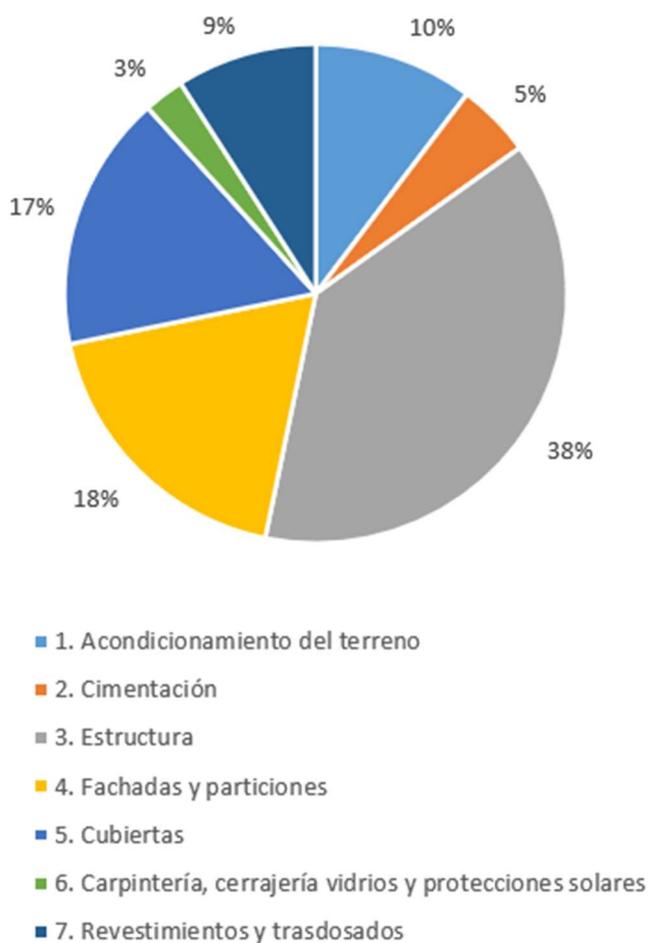


Ilustración 39.- Gráfico de porcentajes por partida del presupuesto.



Tal y como podemos observar en el gráfico anterior, la estructura cuesta gran parte del presupuesto debido a la cantidad de acero que nuestra estructura contiene y al elevado precio de este. Le sigue las fachadas y particiones junto con la cubierta, ambos con un porcentaje del presupuesto parecido, 19% y 17% respectivamente.

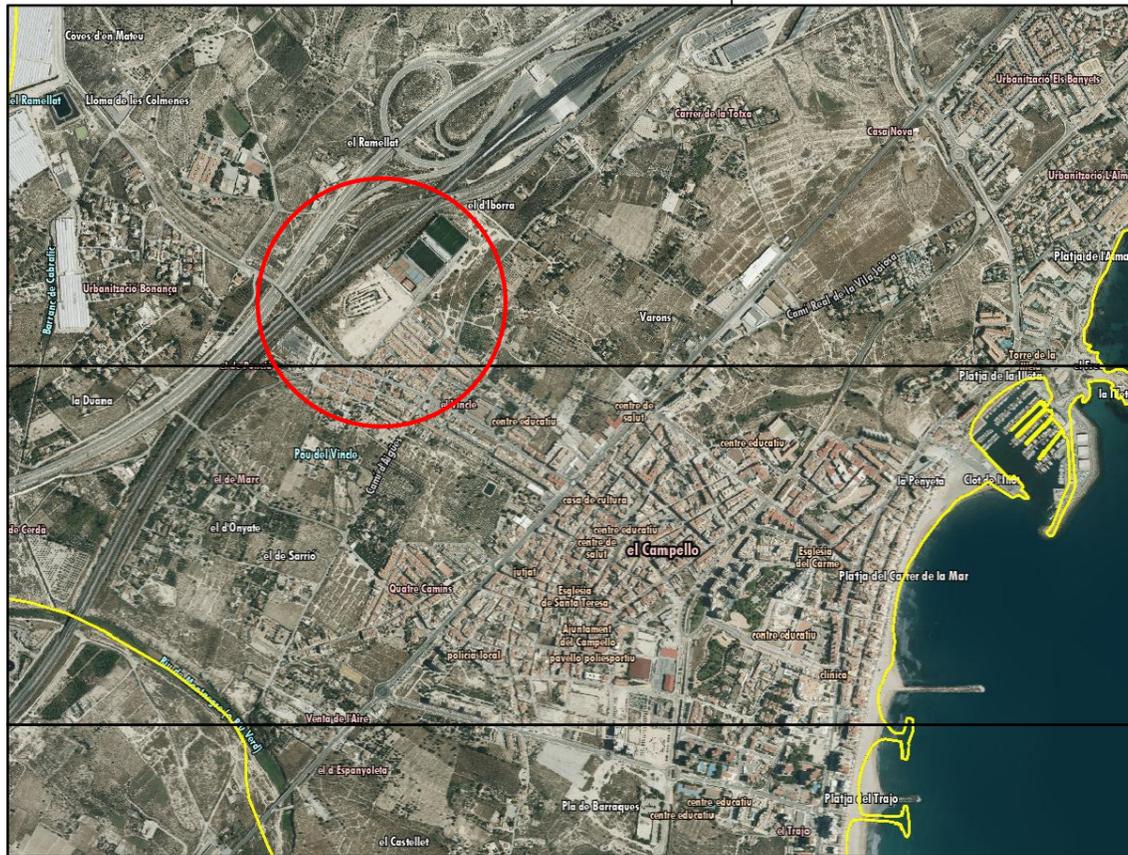
El acondicionamiento del terreno, en este proyecto en particular, ocupa más parte del presupuesto de lo habitual, un 10% para ser exactos, ya que la parcela en cuestión es de grandes dimensiones.

Luego, encontramos la partida de revestimientos y trasdosados donde se encuentra el pavimento del terreno de juego, que como debe cumplir ciertos requisitos de absorción de impactos, deformación vertical, altura de rebote de pelota, etc, aumenta considerablemente de precio.

Por último, tenemos la carpintería y cimentación que entre las dos conllevan un 8% del presupuesto.



IV. PLANOS



El Campello

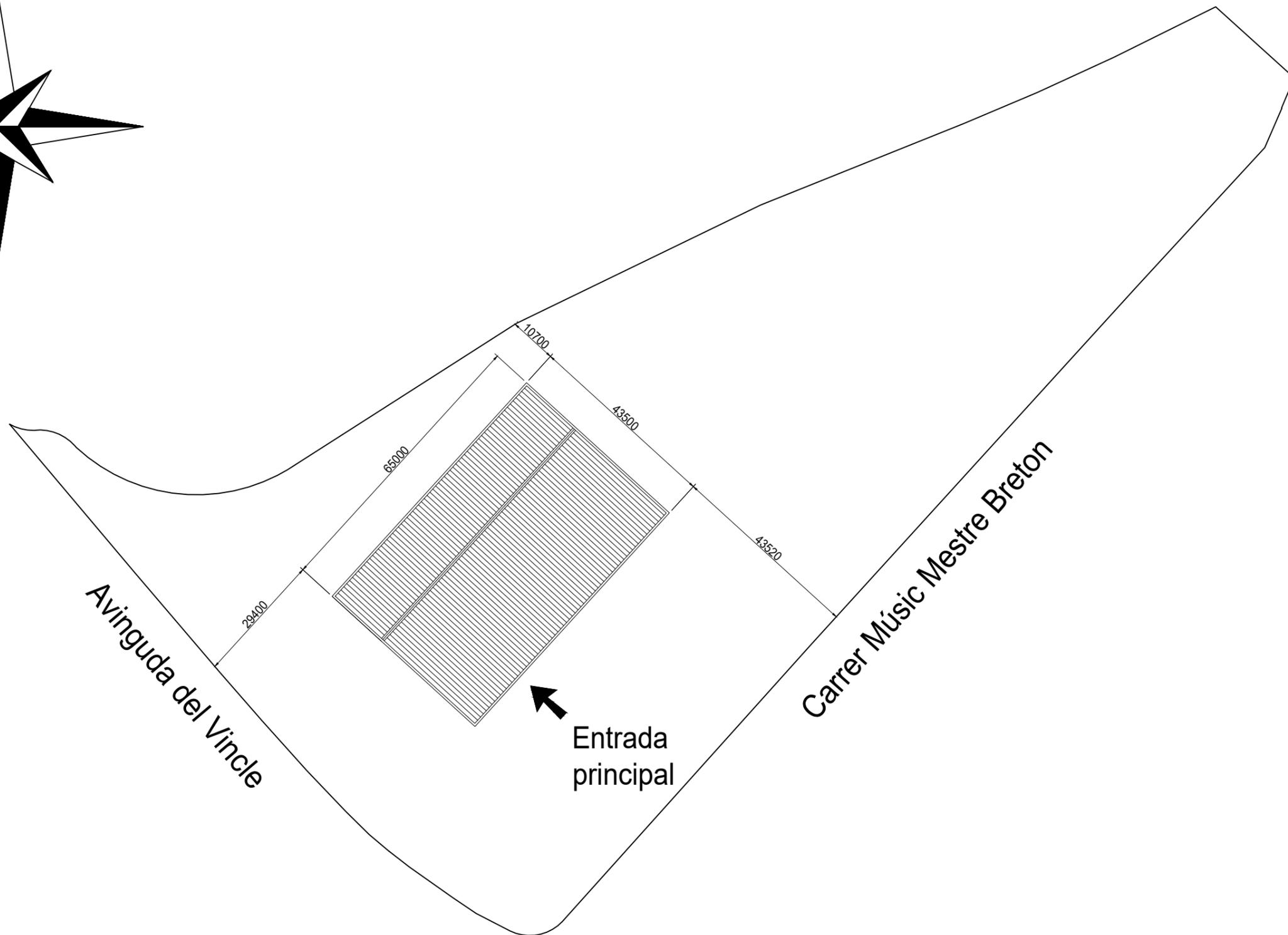
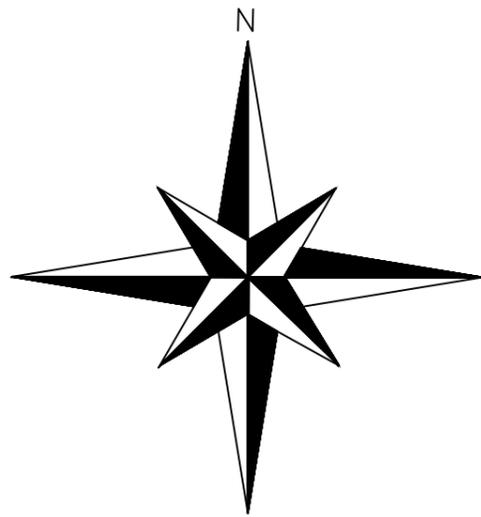
Escala 1:20000

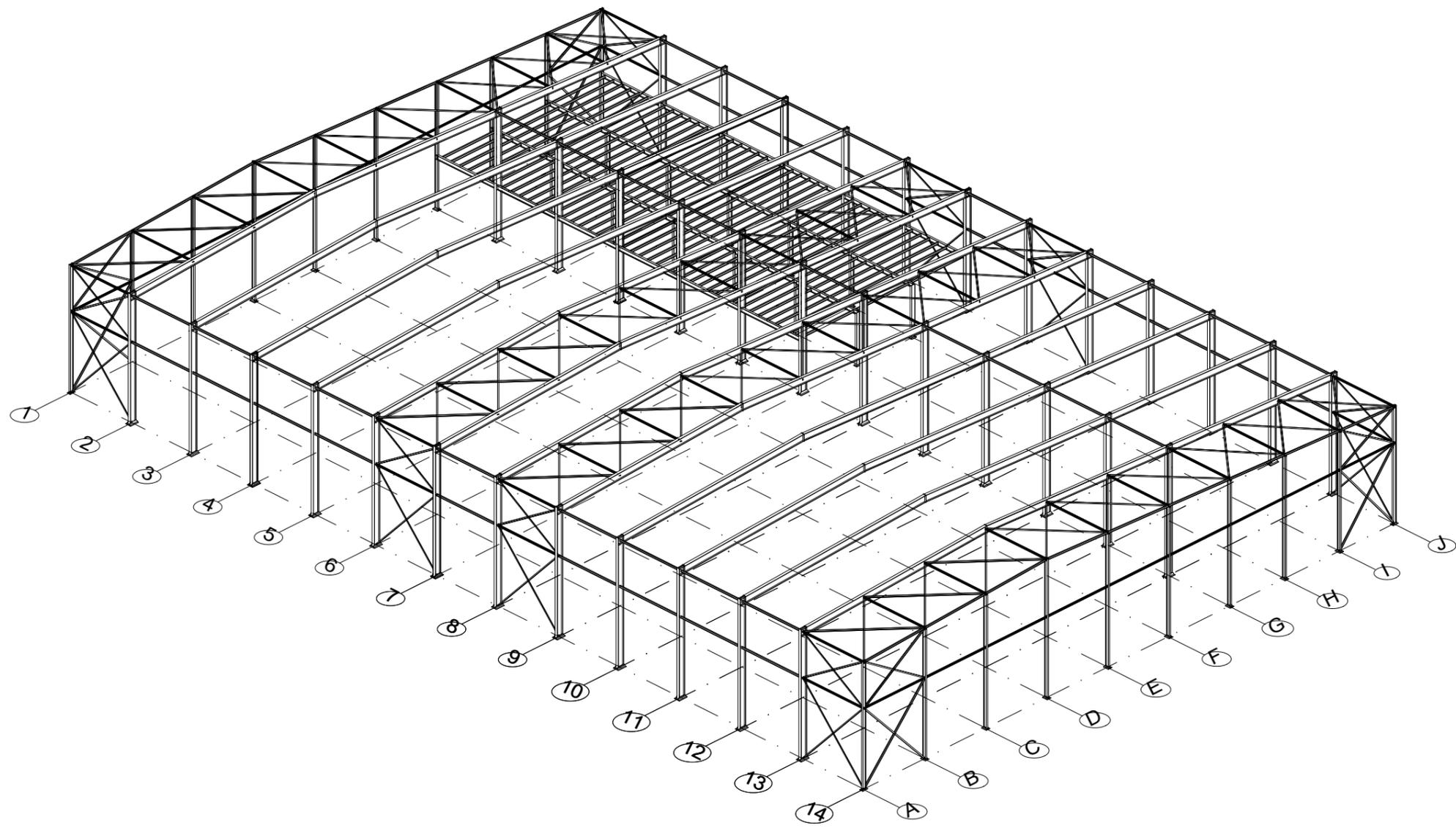


Zona El Vinclé

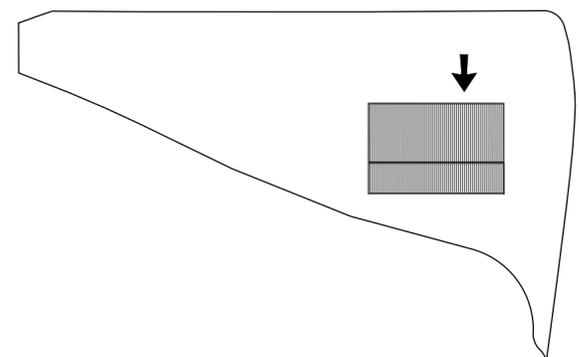
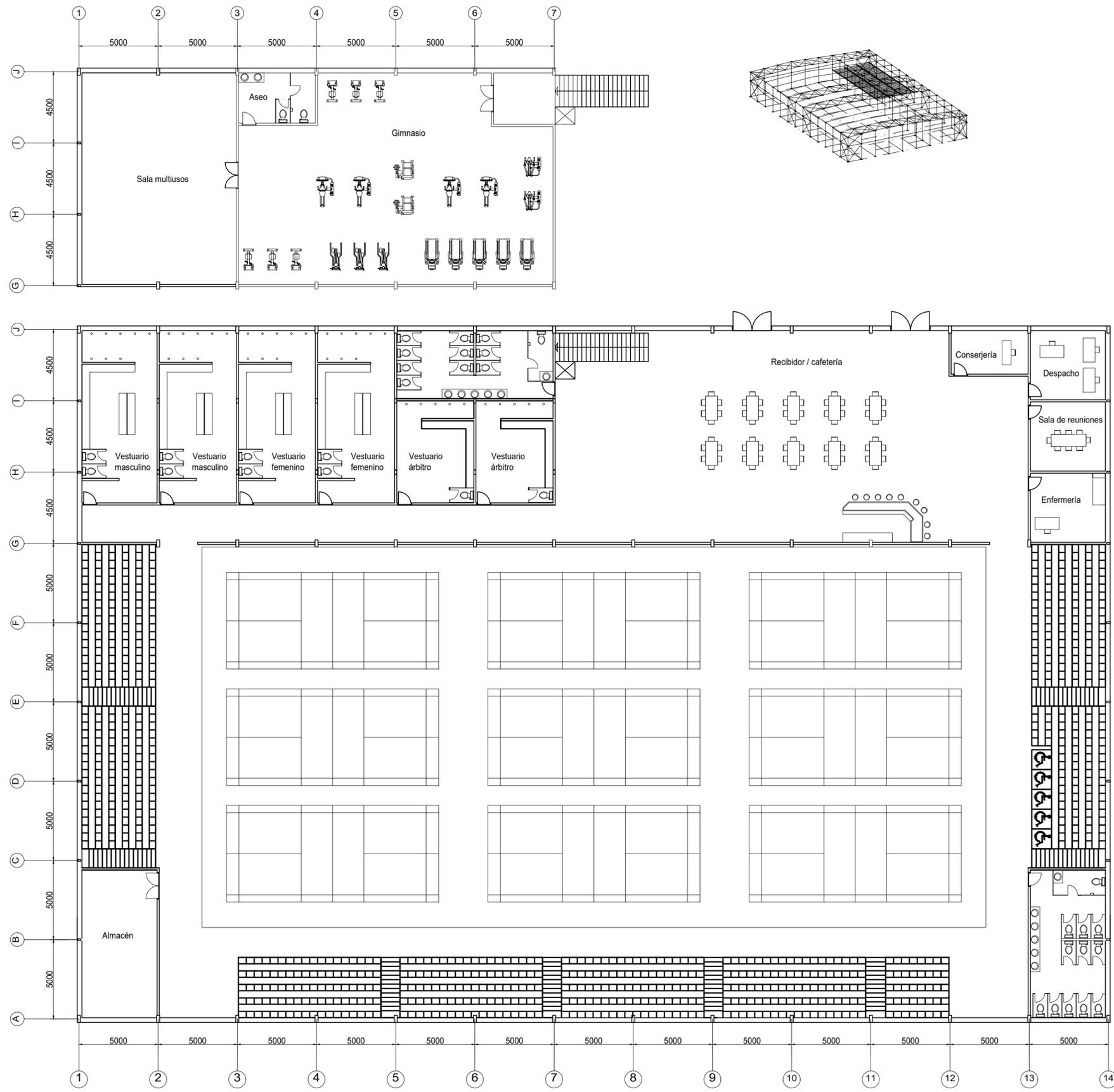
Escala 1:4000







CUADRO MATERIALES ESTRUCTURA METÁLICA			
ACERO EN ESTRUCTURA METÁLICA (EAE Capitulo IV)		γ_{M0}	γ_{M1}
Perfiles laminados en caliente	S 275 - L.E. 275 N/mm ²	$\gamma_{M0}=1,05$	$\gamma_{M1}=1,05$
Perfiles conformados en frio	S 235 - L.E. 235 N/mm ²	$\gamma_{M0}=1,05$	$\gamma_{M1}=1,05$



TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN
TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL VALENCIA

Ana Oncina Micó
Autor proyecto

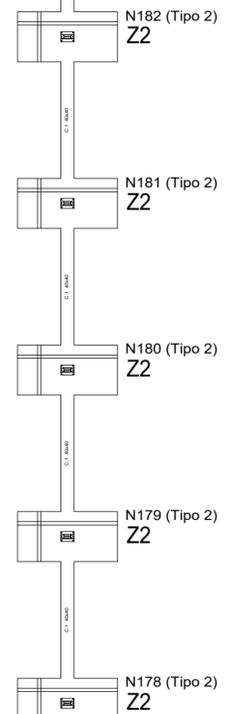
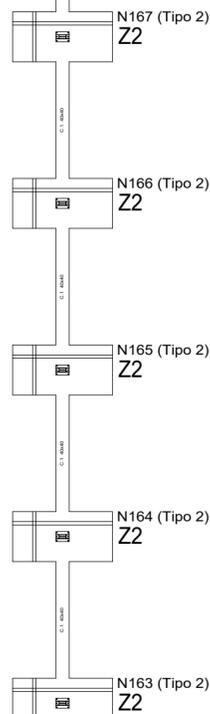
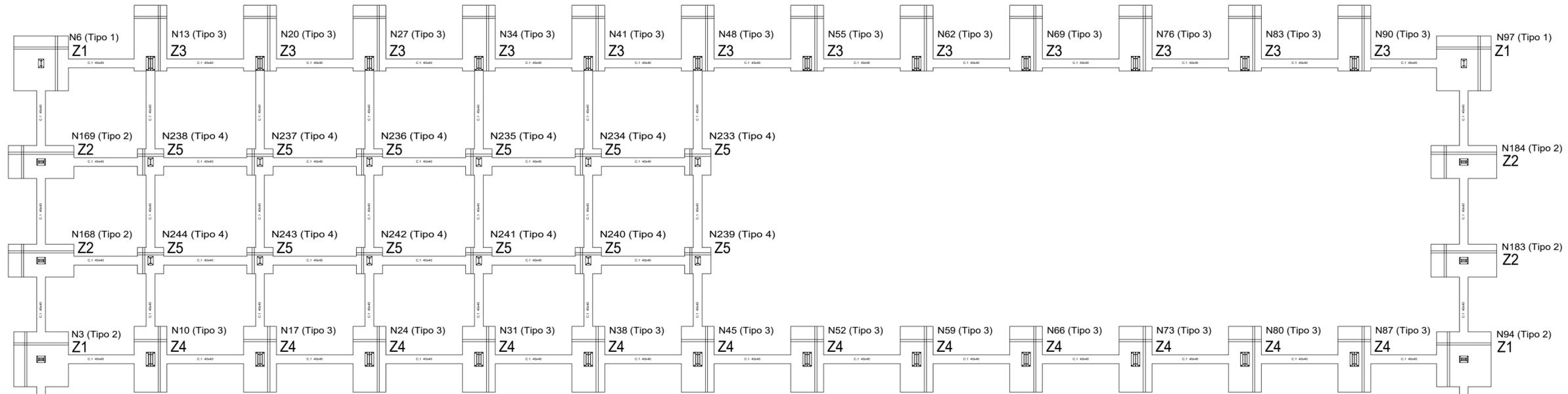
Proyecto: **PROYECTO ESTRUCTURAL DE COMPLEJO DEPORTIVO DE 2827.5 m² EN EL CAMPELLO (ALICANTE)**

Fecha: **Abril 2021**

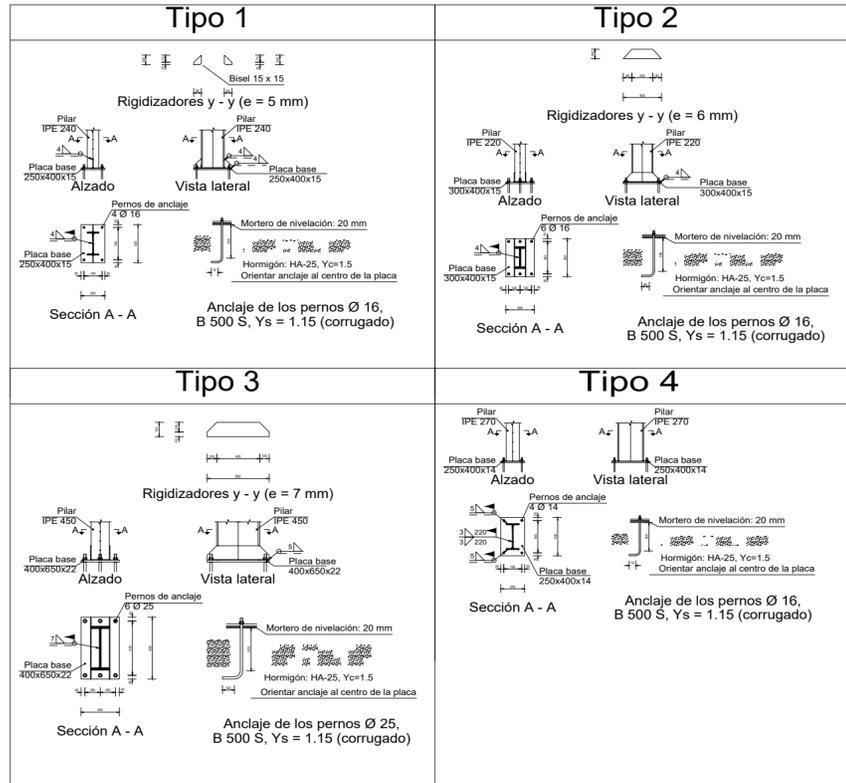
Plano: **Distribución en planta**

Escala: **1:200**

Nº Plano:



Características de los materiales - Zapatas de cimentación											
Materiales	Hormigón						Acero				
	Control			Características			Control				
Elemento Zona/Planta	Nivel Control	Coef. Ponde.	Tipo	Consistencia	Tamaño máx. árido	Exposición Ambiente	Recubrimiento nominal	Recubrimiento nominal sobre el terreno	Nivel Control	Coef. Ponde.	
Ejecución (Acciones)	Estadístico	$\gamma = 1.35$	HA-25B/R	Plástico a blanda (p=15 cm)	20/30 mm	Ia	50mm	80mm	Normal	$\gamma = 1.15$	B500S
Adaptado a la Instrucción EHE-08											
Notas											
- Control Estadístico en EHE, equivale a control normal											
- Solapes según EHE											
- El acero utilizado deberá estar garantizado con un distintivo reconocido: Sello CIETSID, CC-EHE, ...											
Recubrimientos nominales											
<p>1a.- Recubrimiento inferior contacto terreno ≥ 8 cm. 1b.- Recubrimiento con hormigón de limpieza 4 cm. 2.- Recubrimiento superior libre 4/5 cm. 3.- Recubrimiento lateral contacto terreno ≥ 8 cm. 4.- Recubrimiento lateral libre 4/5 cm.</p>											
Datos geotécnicos											
- Tensión admisible del terreno considerada = 0.2 MPa (2.0 Kg/cm ²)											
Longitudes de solape en arranque de pilares, Lb											
Armadura	Sin acciones dinámicas		Con acciones dinámicas		Nota: Válido para hormigón Fck ≥ 25 N/mm ² Si Fck ≥ 30 N/mm ² podrán reducirse dichas longitudes, de acuerdo al Art. 66 de la EHE						
	ϕ	B 500 S	ϕ	B 500 S							
$\phi 12$	30 cm	50 cm									
$\phi 14$	45 cm	60 cm									
$\phi 16$	50 cm	70 cm									
$\phi 20$	65 cm	100 cm									
$\phi 25$	100 cm	130 cm									



Cuadro de arranques				CUADRO DE ELEMENTOS DE CIMENTACIÓN							
T. Arranque	Referencias	Pernos de Placas de Anclaje	Dimensión de Placas de Anclaje	T. Zapatas	Referencias	Dimensiones (cm)	Canto (cm)	Armado inf. X	Armado inf. Y	Armado sup. X	Armado sup. Y
Tipo 1	N6, N97, N1 y N92	4 Pernos $\phi 16$	Placa base (250x400x15)	Z1	N1, N3, N6, N92, N94 y N97	250x250	60	12 ϕ 12c/20	12 ϕ 12c/20	12 ϕ 12c/20	12 ϕ 12c/20
Tipo 2	N169, N168, N3, N184, N183, N94, N167, N166, N165, N164, N163, N178, N179, N180, N181 y N182	6 Pernos $\phi 16$	Placa base (300x400x15)	Z2	N163, N164, N165, N166, N167, N168, N169, N178, N179, N180, N181, N182, N183 y N184	150x300	50	12 ϕ 12c/25	6 ϕ 12c/25	12 ϕ 12c/25	6 ϕ 12c/25
Tipo 3	N13, N20, N27, N34, N41, N48, N55, N62, N69, N76, N83, N90, N8, N15, N22, N29, N36, N43, N50, N57, N64, N71, N78, N85, N10, N17, N24, N31, N38, N45, N52, N59, N66, N73, N80 y N87	6 Pernos $\phi 25$	Placa base (400x650x22)	Z3	N8, N15, N22, N29, N36, N43, N50, N57, N64, N71, N78 y N85	150x300	75	10 ϕ 16c/29	5 ϕ 16c/29	10 ϕ 16c/29	5 ϕ 16c/29
				Z4	N10, N17, N24, N31, N38, N45, N52, N59, N66, N73, N80 y N87	150x300	75	10 ϕ 16c/29	5 ϕ 16c/29	10 ϕ 16c/29	5 ϕ 16c/29
Tipo 4	N238, N244, N243, N237, N236, N242, N241, N235, N234, N240, N239 y N233	4 Pernos $\phi 16$	Placa base (250x400x14)	Z5	N233, N234, N235, N236, N237, N238, N239, N240, N241, N242, N243 y N244	120x120	50	5 ϕ 12c/25	5 ϕ 12c/25	5 ϕ 12c/25	5 ϕ 12c/25



TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL VALENCIA

Proyecto: **PROYECTO ESTRUCTURAL DE COMPLEJO DEPORTIVO DE 2827.5 m² EN EL CAMPELLO (ALICANTE)**

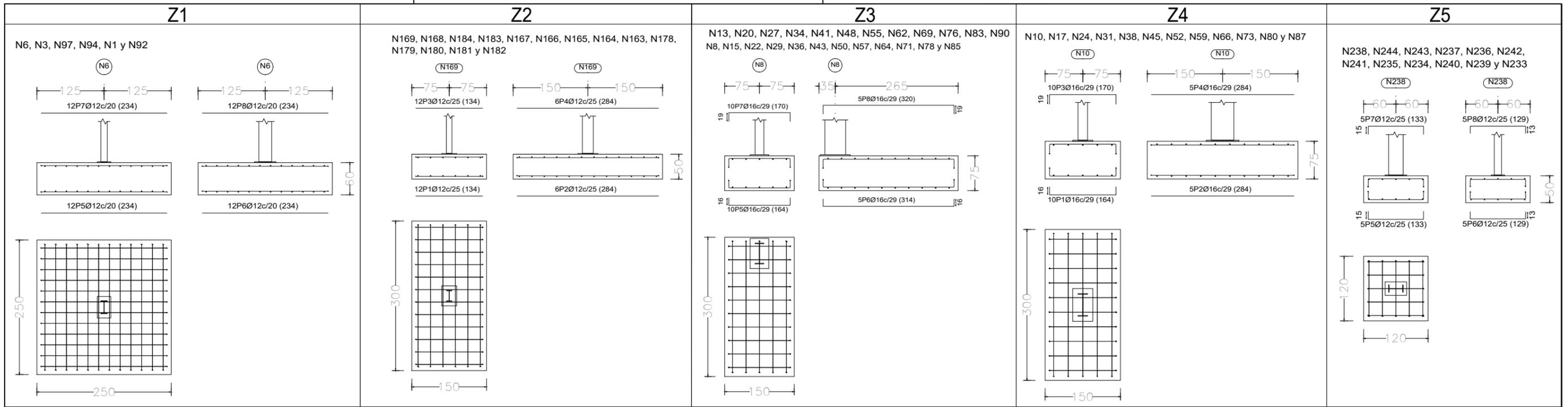
Fecha: **Abril 2021**

Plano: **Cimentación.**

Escala: **1:150**

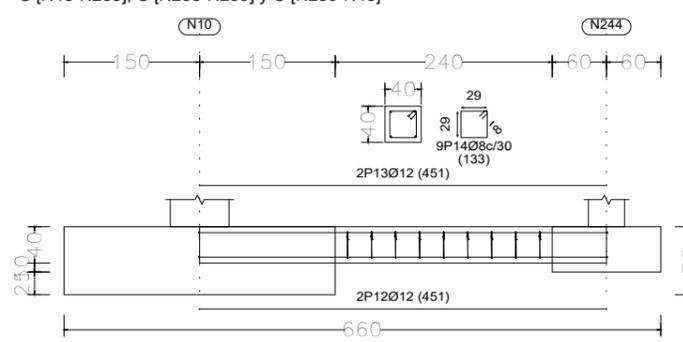
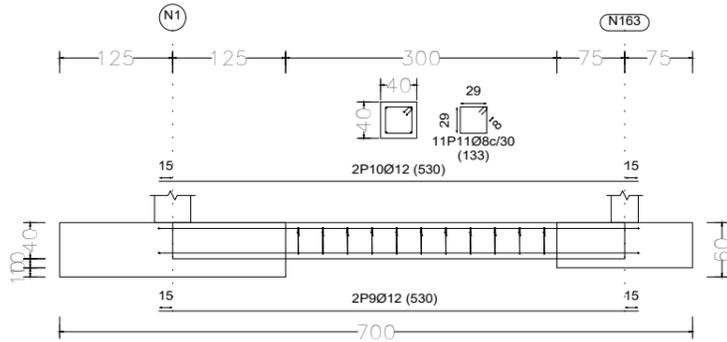
Nº Plano: **5**

Ana Oncina Micó
Autor proyecto

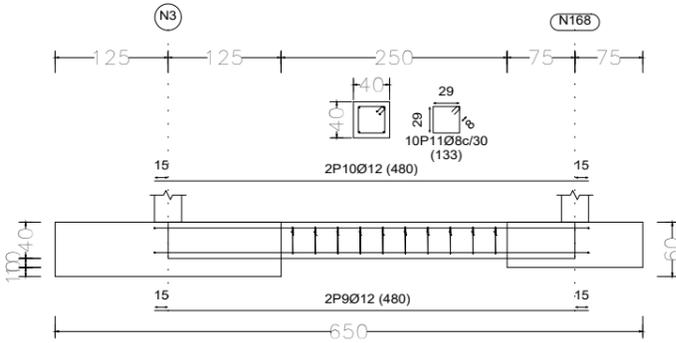


C [N1-N163], C [N163-N164], C [N164-N165], C [N165-N166], C [N166-N167],
 C [N167-N3], C [N6-N13], C [N13-N20], C [N20-N27], C [N27-N34], C [N34-N41],
 C [N41-N48], C [N48-N55], C [N55-N62], C [N62-N69], C [N69-N76], C [N76-N83],
 C [N83-N90], C [N90-N97], C [N94-N182], C [N182-N181], C [N181-N180], C [N180-N179],
 C [N179-N178], C [N178-N92], C [N92-N85], C [N85-N78], C [N78-N71], C [N71-N64],
 C [N64-N57], C [N57-N50], C [N50-N43], C [N43-N36], C [N36-N29], C [N29-N22],
 C [N22-N15], C [N15-N8], C [N8-N1], C [N3-N10], C [N10-N17], C [N17-N24], C [N24-N31],
 C [N31-N38], C [N38-N45], C [N45-N52], C [N52-N59], C [N59-N66], C [N66-N73],
 C [N73-N80], C [N80-N87] y C [N87-N94]

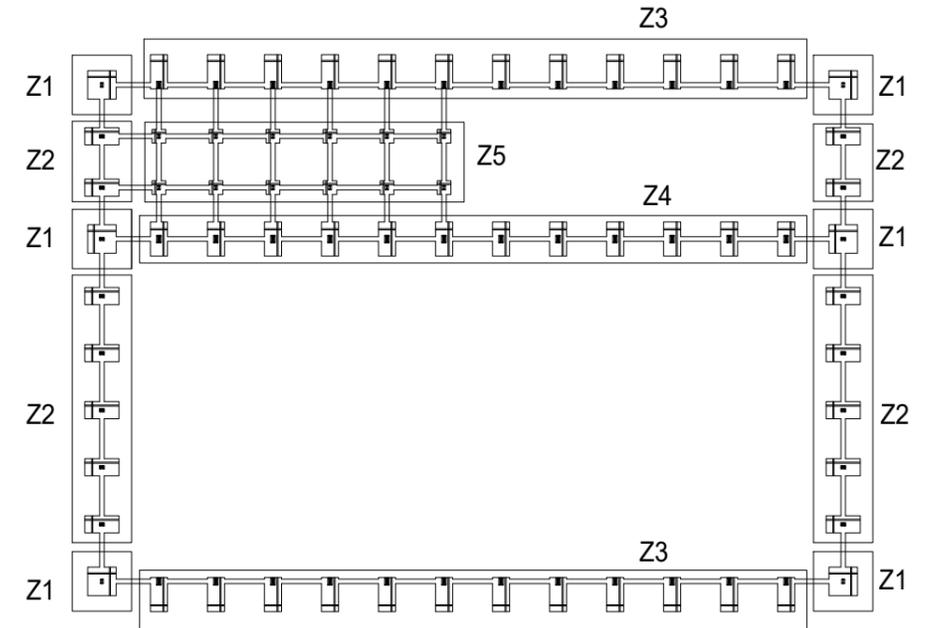
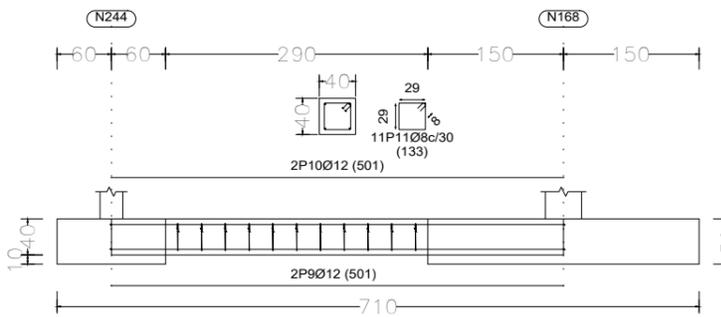
C [N10-N244], C [N238-N244], C [N238-N13], C [N20-N237], C [N237-N243],
 C [N243-N17], C [N236-N27], C [N236-N242], C [N242-N24], C [N241-N31],
 C [N241-N235], C [N235-N34], C [N38-N240], C [N240-N234], C [N41-N234],
 C [N48-N233], C [N233-N239] y C [N239-N45]

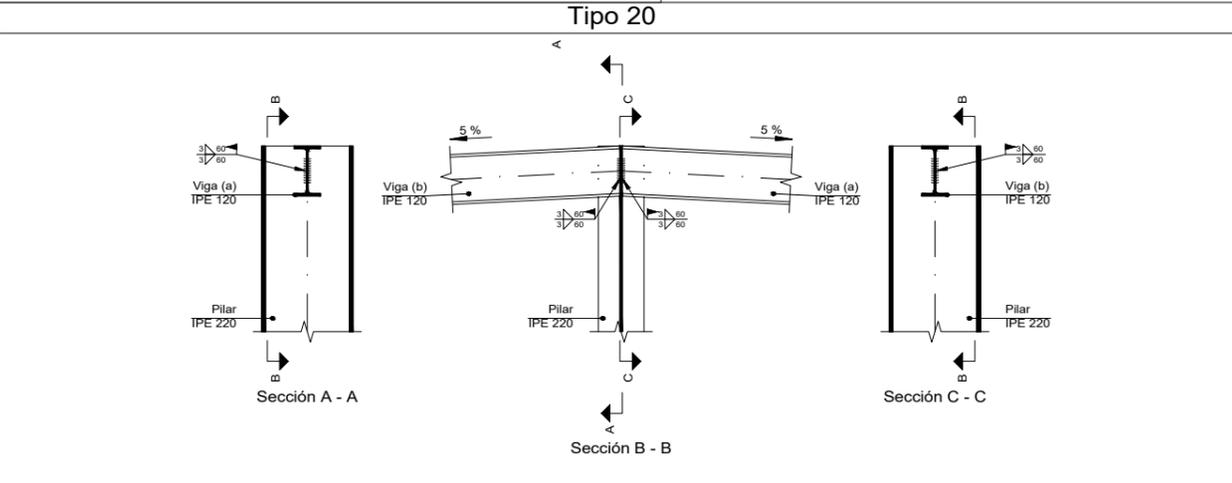
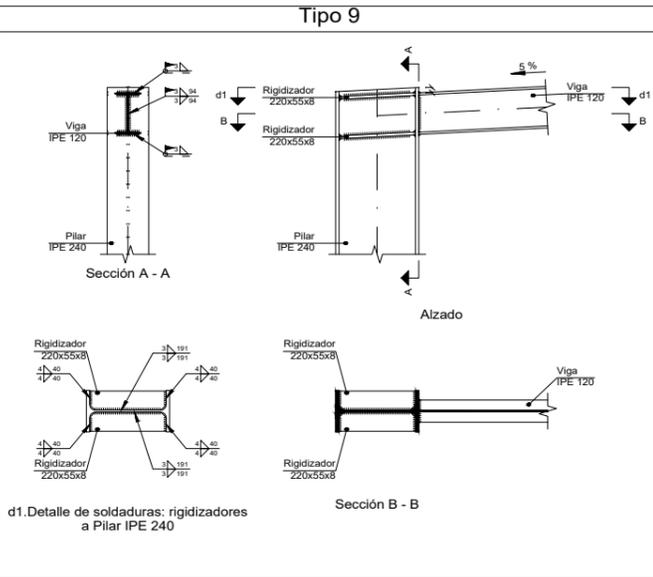
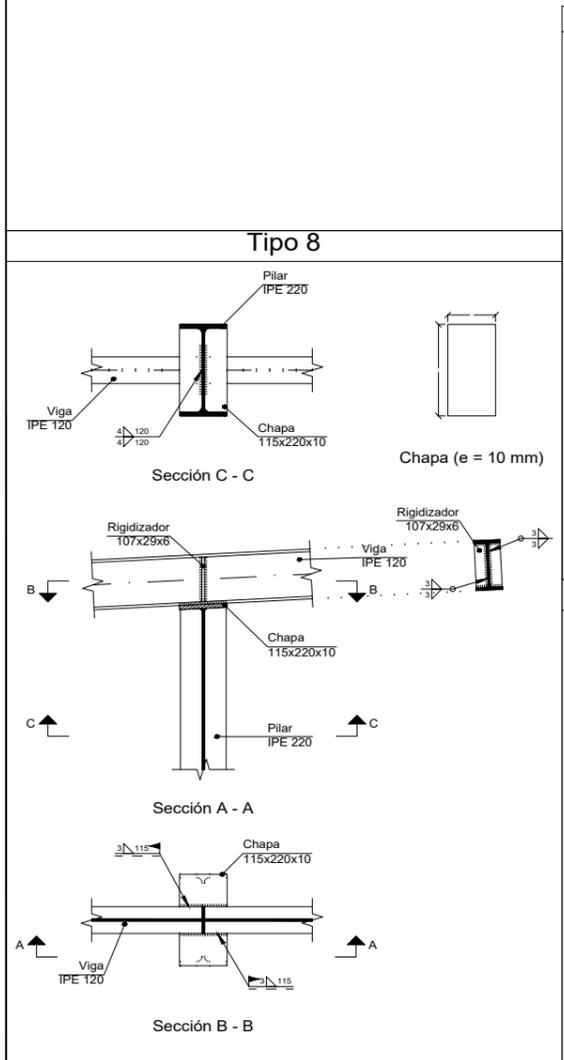
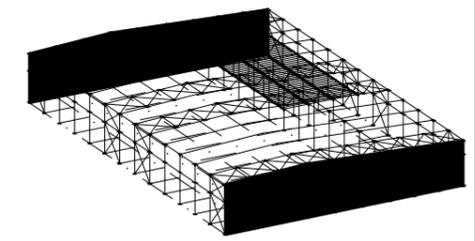
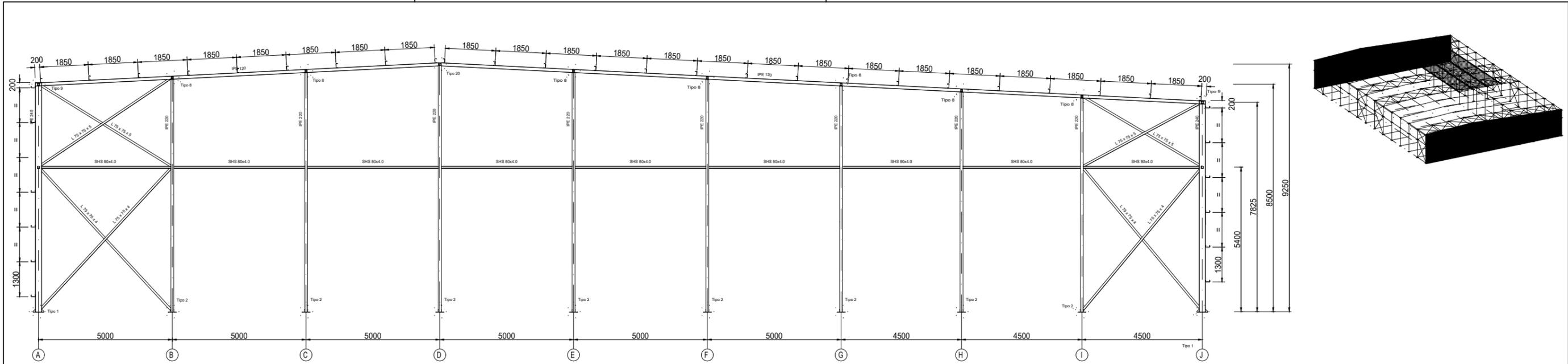


C [N3-N168], C [N168-N169], C [N169-N6], C [N97-N184], C [N184-N183] y
 C [N183-N94]



C [N244-N168], C [N238-N169], C [N243-N244], C [N238-N237], C [N237-N236],
 C [N242-N243], C [N242-N241], C [N235-N236], C [N235-N234], C [N234-N233],
 C [N239-N240] y C [N240-N241]

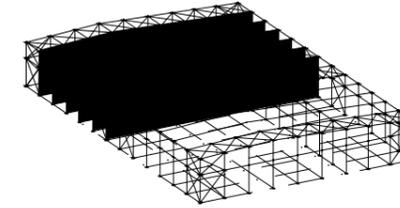
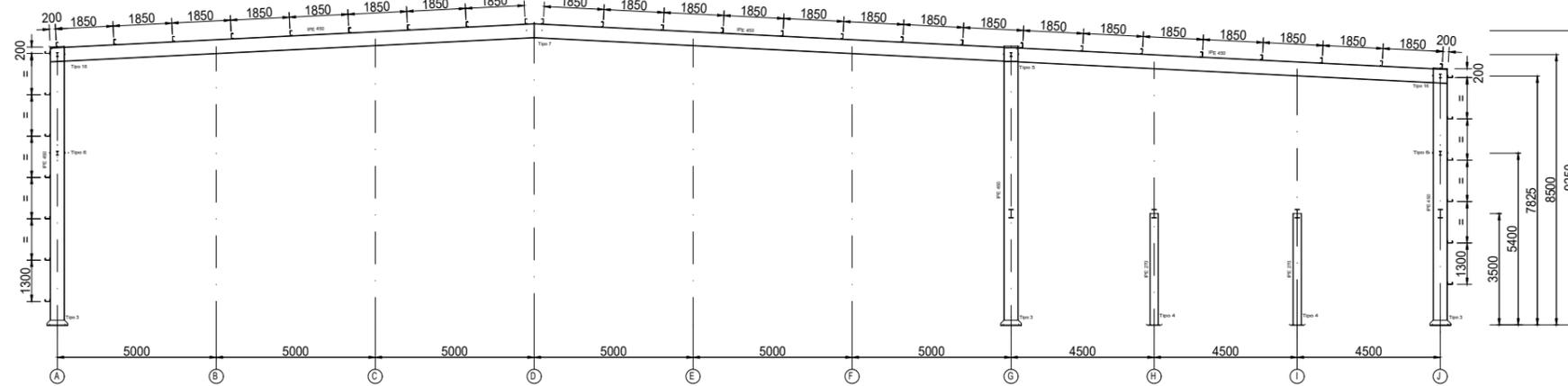




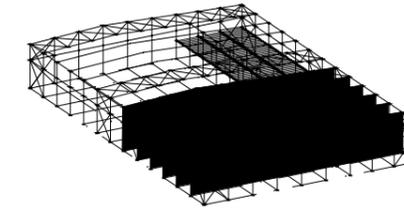
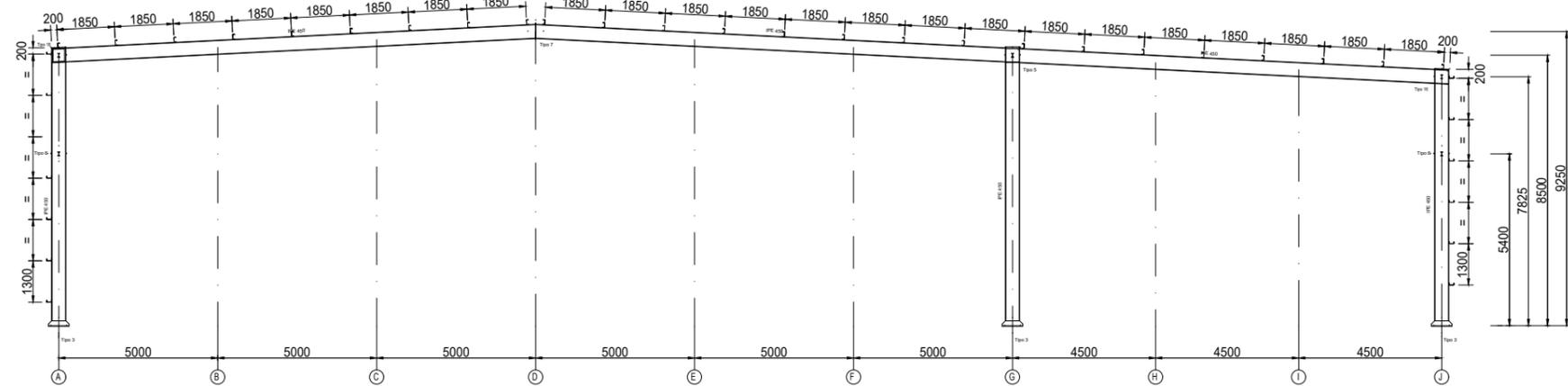
Correas en cubiertas		
Tipo de Acero:	S235	
Tipo de perfil:	CF-160x2.5	
Separación:	1.85 m.	
Número de correas:	25	
Peso lineal:	142.91 kg/m	
Correas en laterales		
Tipo de Acero:	S235	
Tipo de perfil:	CF-160x2.5	
Separación:	1.30 m.	
Número de correas:	13	
Peso lineal:	91.87 kg/m	

CUADRO MATERIALES ESTRUCTURA METÁLICA			
ACERO EN ESTRUCTURA METÁLICA (EAE Capitulo IV)		γ_{M0}	γ_{M1}
Perfiles laminados en caliente	S 275 - L.E. 275 N/mm ²	$\gamma_{M0}=1,05$	$\gamma_{M1}=1,05$
Perfiles conformados en frio	S 235 - L.E. 235 N/mm ²	$\gamma_{M0}=1,05$	$\gamma_{M1}=1,05$

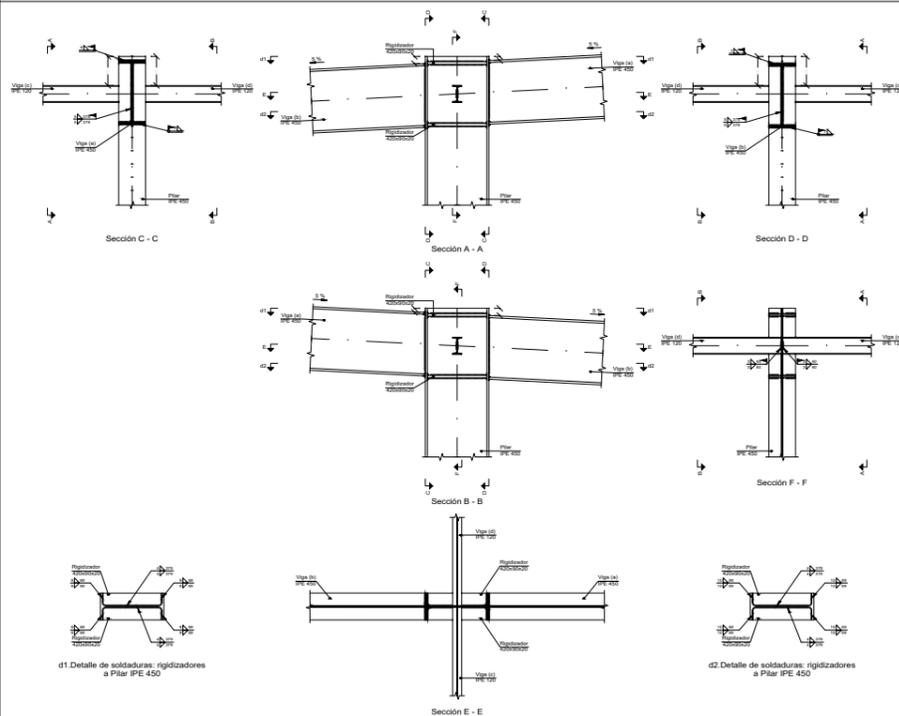
Pórtico 2 a 7



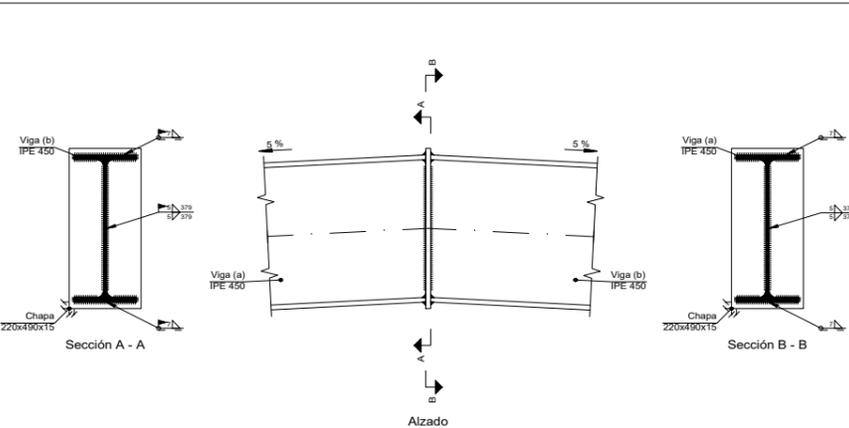
Pórtico 8 a 13



Tipo 5



Tipo 7

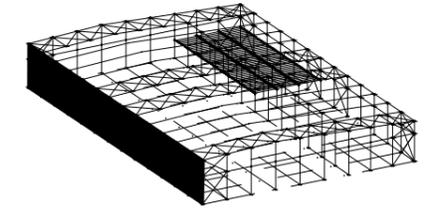
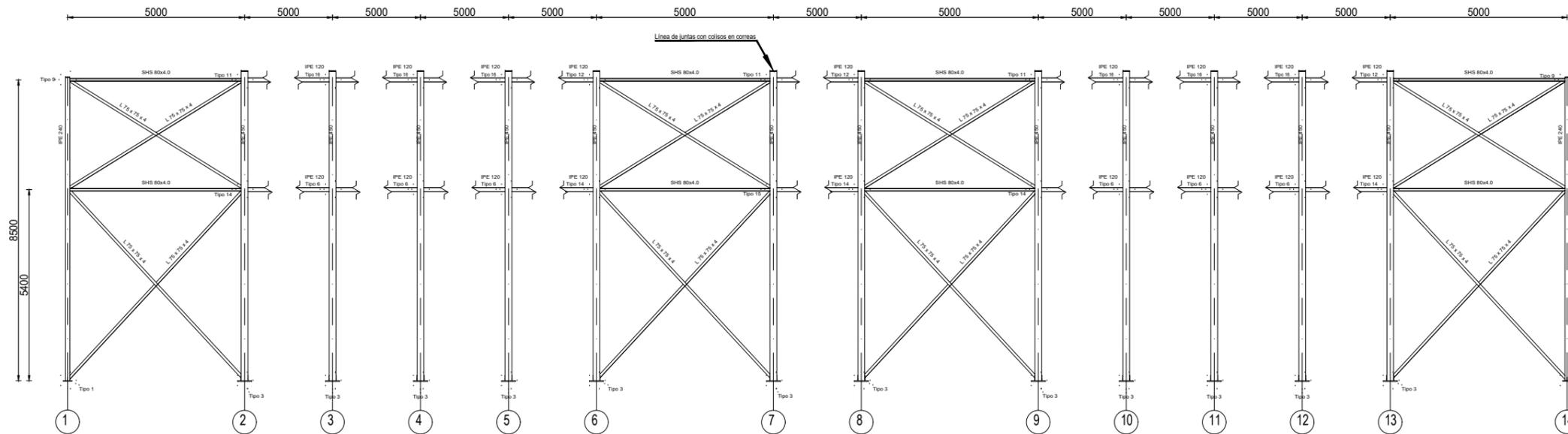


Correas en cubiertas		
Tipo de Acero: S235		
Tipo de perfil: CF-160x2.5		
Separación: 1.85 m.		
Número de correas: 25		
Peso lineal: 142.91 kg/m		
Correas en laterales		
Tipo de Acero: S235		
Tipo de perfil: CF-160x2.5		
Separación: 1.30 m.		
Número de correas: 13		
Peso lineal: 91.87 kg/m		

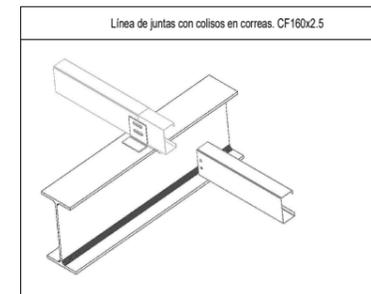
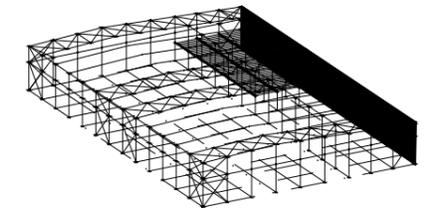
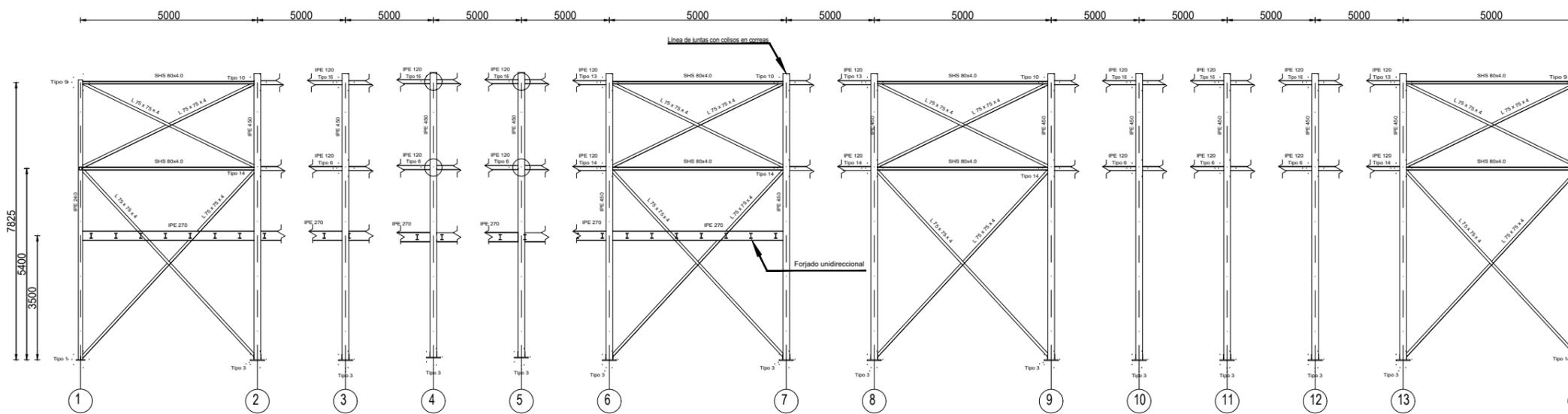
CUADRO MATERIALES ESTRUCTURA METÁLICA

ACERO EN ESTRUCTURA METÁLICA (EAE Capítulo IV)		γ_{M0}	γ_{M1}
Perfiles laminados en caliente	S 275 - L.E. 275 N/mm ²	$\gamma_{M0}=1,05$	$\gamma_{M1}=1,05$
Perfiles conformados en frío	S 235 - L.E. 235 N/mm ²	$\gamma_{M0}=1,05$	$\gamma_{M1}=1,05$

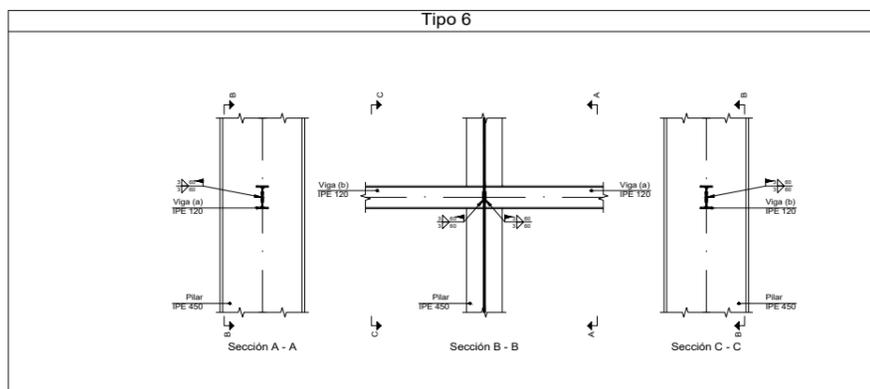
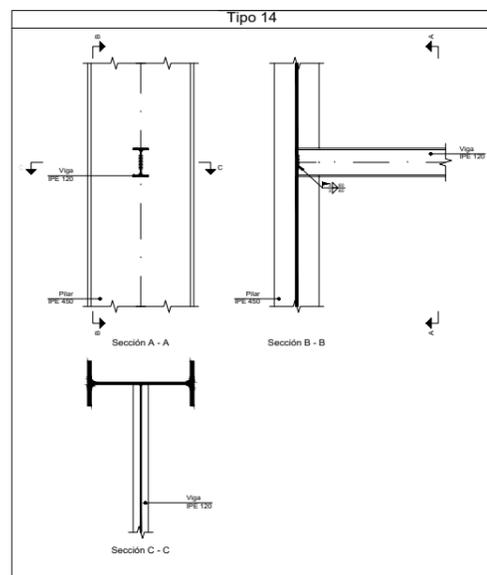
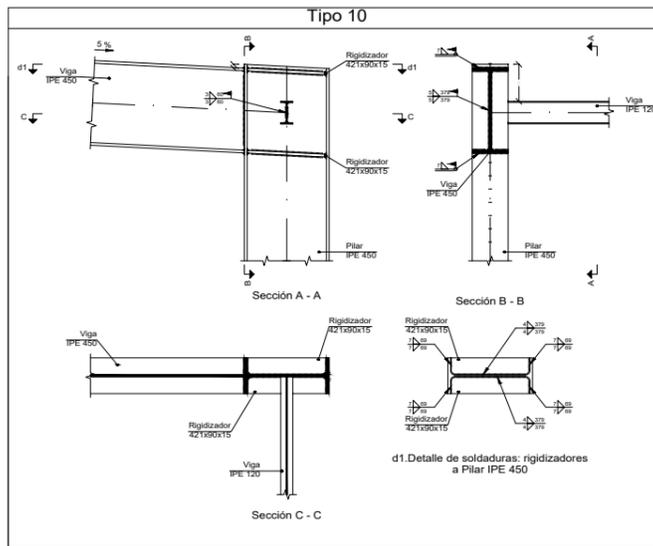
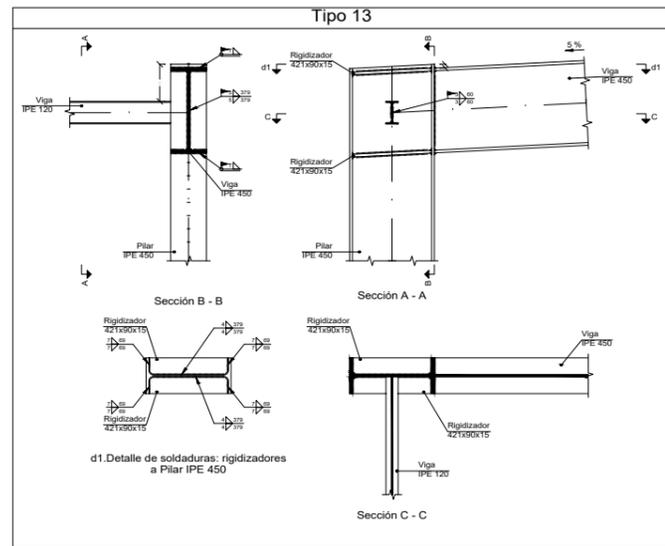
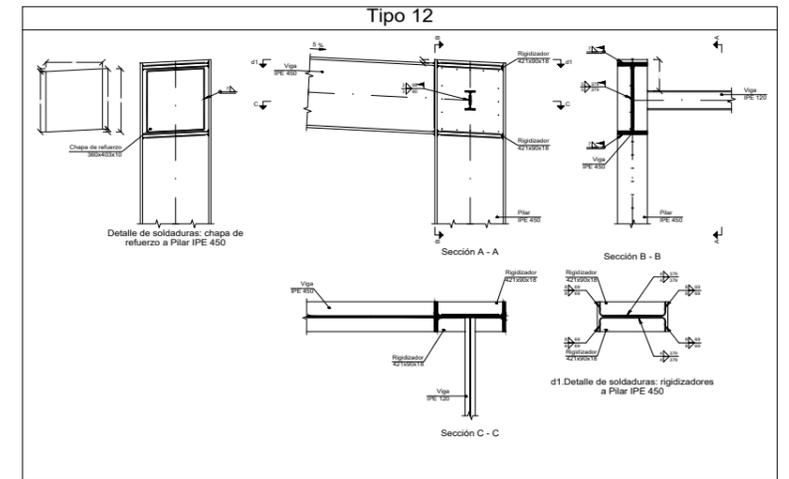
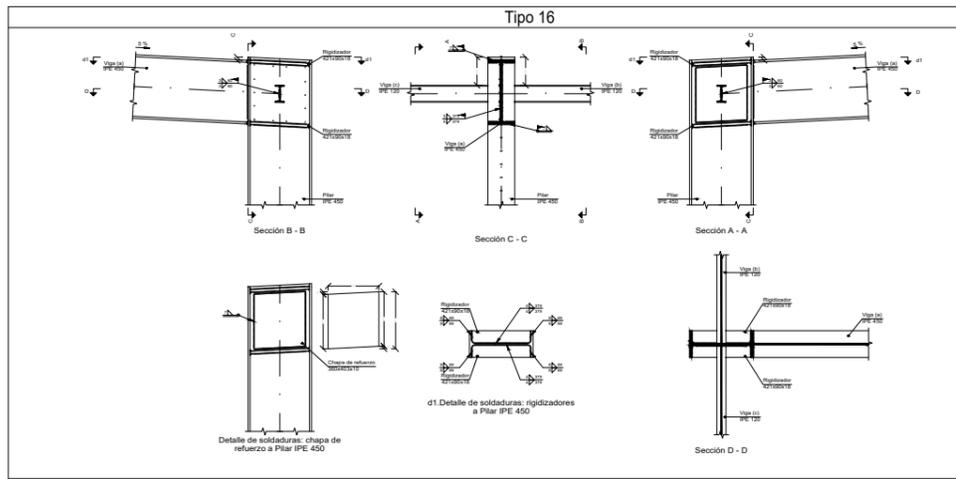
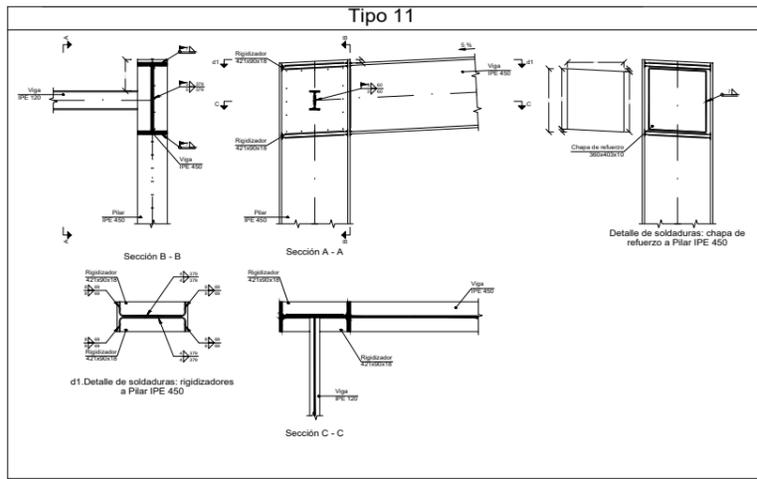
Fachada A



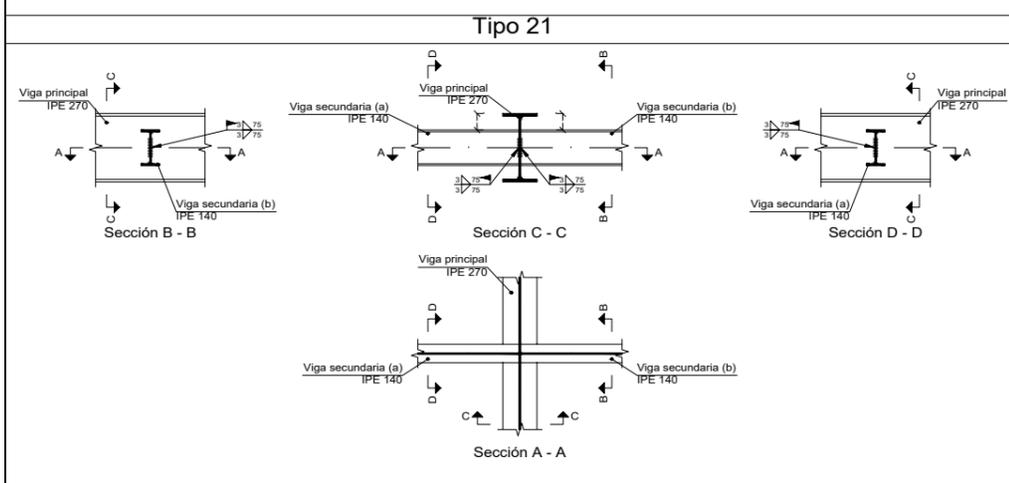
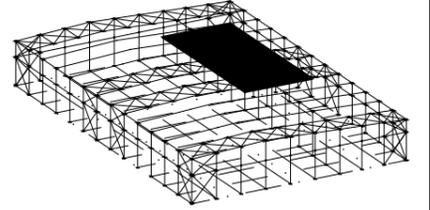
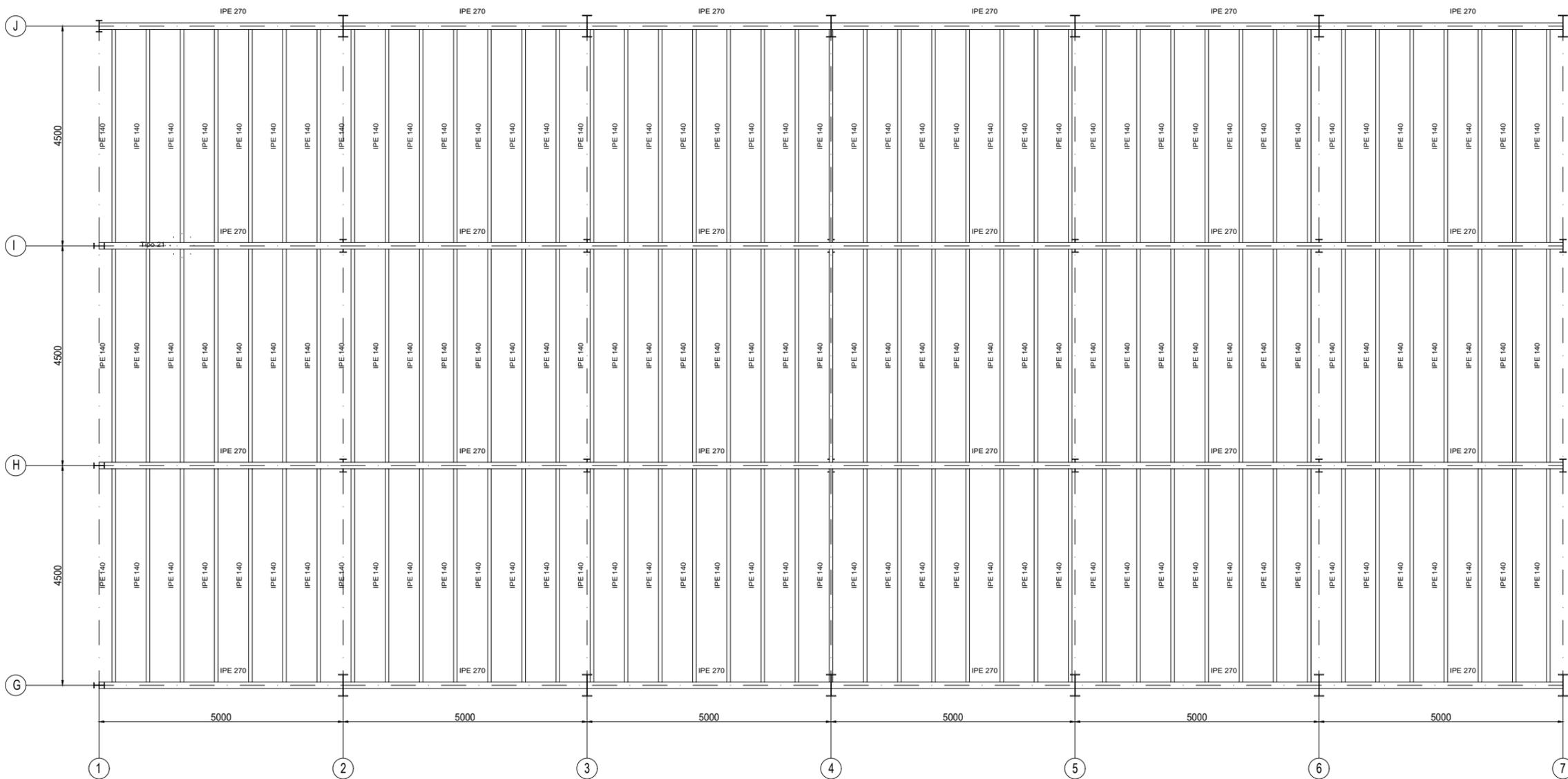
Fachada J



CUADRO MATERIALES ESTRUCTURA METÁLICA			
ACERO EN ESTRUCTURA METÁLICA (EAE Capítulo IV)		γ_{M0}	γ_{M1}
Perfiles laminados en caliente	S 275 - L.E. 275 N/mm ²	$\gamma_{M0}=1,05$	$\gamma_{M1}=1,05$
Perfiles conformados en frío	S 235 - L.E. 235 N/mm ²	$\gamma_{M0}=1,05$	$\gamma_{M1}=1,05$



CUADRO MATERIALES ESTRUCTURA METÁLICA			
ACERO EN ESTRUCTURA METÁLICA (EAE Capítulo IV)		γ _{M0}	γ _{M1}
Perfiles laminados en caliente	S 275 - L.E. 275 N/mm ²	γ _{M0} =1,05	γ _{M1} =1,05
Perfiles conformados en frio	S 235 - L.E. 235 N/mm ²	γ _{M0} =1,05	γ _{M1} =1,05

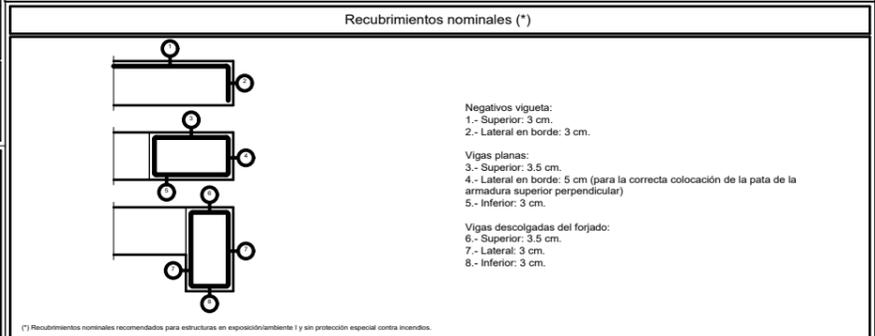


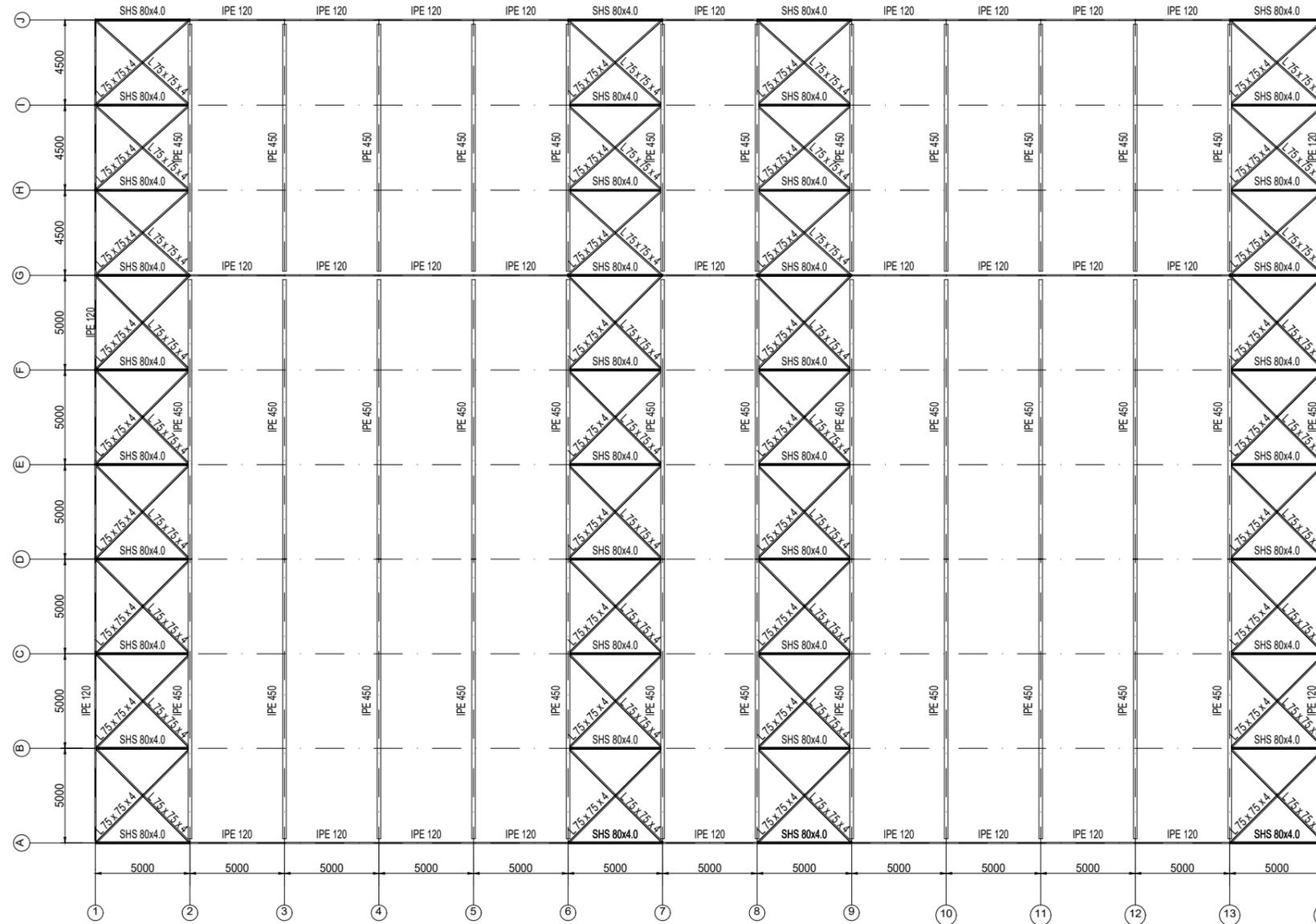
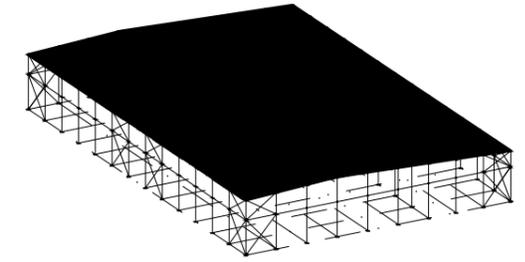
Características de los materiales - Forjados Unidireccionales										
Materiales	Hormigón						Acero			
	Control			Características			Control		Características	
Elemento	Nivel Control	Coef. Ponde.	Tipo	Consistencia	Tamaño máx. árido	Exposición Ambiente	Recubrimiento nominal	Nivel Control	Coef. Ponde.	Tipo
Zona/Planta	Estadístico	γ _c =1.50	H-25/20/20	Slabeta (8-9 cm)	20 mm	Ila		Normal	γ _s =1.15	B500S
Ejecución (Acciones)	Normal	γ _d =1.35	γ _d =1.50	Adaptado a la Instrucción EHE-0.8						

Notas:
 - Control Estadístico en EHE, equivale a control normal
 - Solapes según EHE
 - El acero utilizado deberá estar garantizado con un distintivo reconocido: Sello CIETSID, CC-EHE, ...

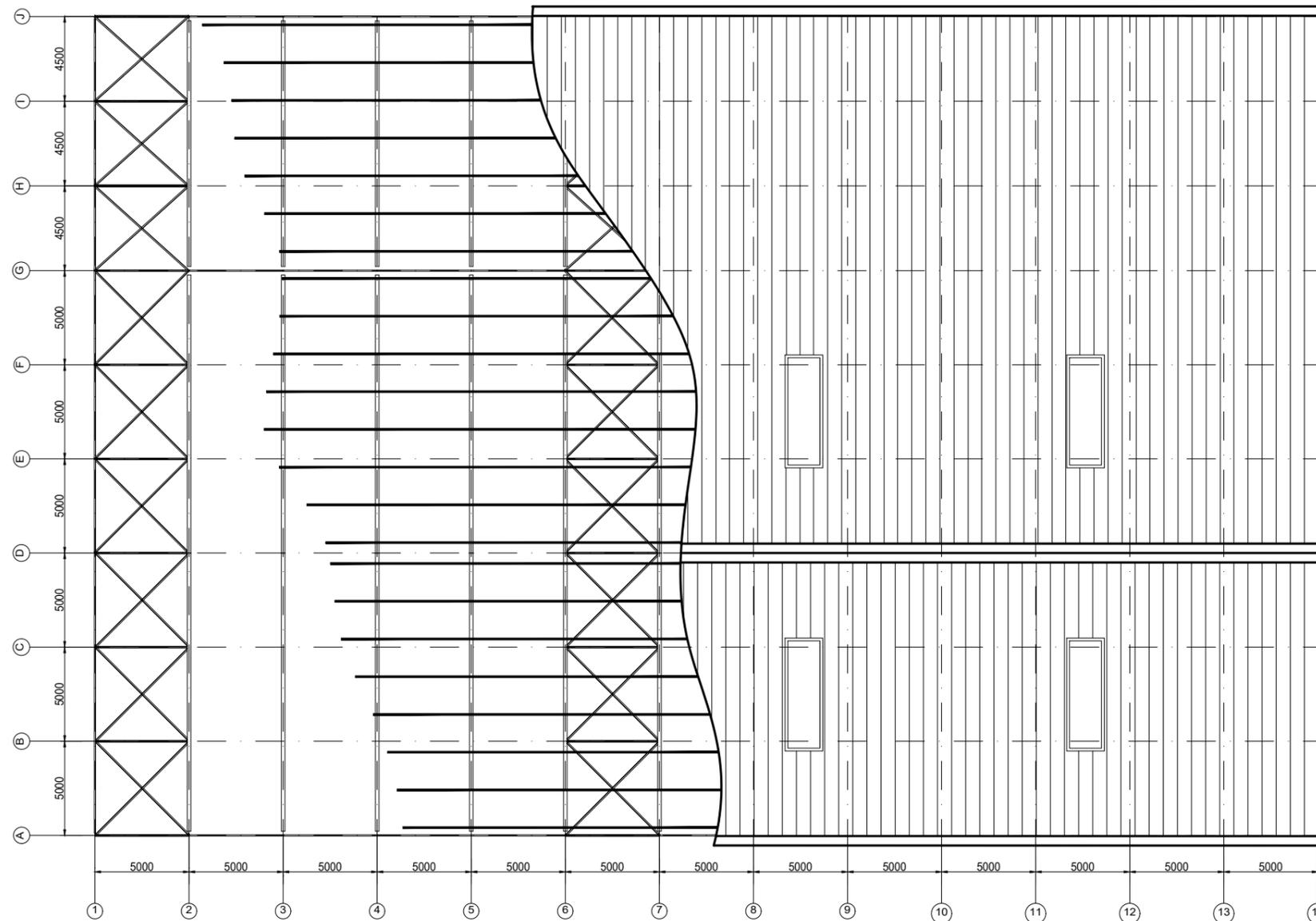
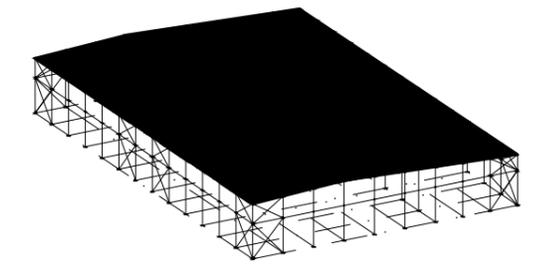
Datos del Forjado - Planta 1	
Cargas	
Peso propio	2.43 kN/m ²
Zona aligerada:	
Sobrecarga de uso:	4.0 kN/m ²
Carga total	6.43 kN/m ²
Zona aligerada:	

CUADRO MATERIALES ESTRUCTURA METÁLICA			
ACERO EN ESTRUCTURA METÁLICA (EAE Capítulo IV)			
Perfiles laminados en caliente	S 275 - L.E. 275 N/mm ²	γ _{M0}	γ _{M1}
Perfiles conformados en frío	S 235 - L.E. 235 N/mm ²	γ _{M0} =1.05	γ _{M1} =1.05





CUADRO MATERIALES ESTRUCTURA METÁLICA			
ACERO EN ESTRUCTURA METÁLICA (EAE Capítulo IV)		γ_{M0}	γ_{M1}
Perfiles laminados en caliente	S 275 - L.E. 275 N/mm ²	$\gamma_{M0}=1,05$	$\gamma_{M1}=1,05$
Perfiles conformados en frío	S 235 - L.E. 235 N/mm ²	$\gamma_{M0}=1,05$	$\gamma_{M1}=1,05$



Cerramiento cubierta
 Paneles sándwich aislantes de acero.
 Superficie exterior grecada superficie interior lisa.
 Espesor 30mm
 Anchura 1000mm
 Formados por doble cara metálica de chapa estándar de acero.
 Acabado prelacado.
 Alma aislante de poliuretano de densidad media 40 kg/m³

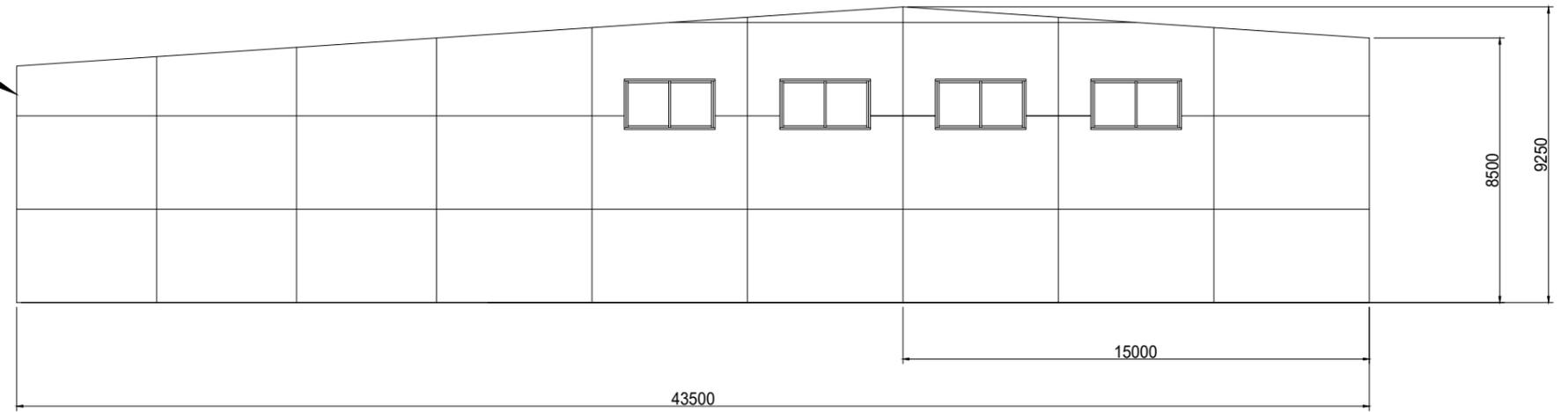
Correas en cubiertas
 Tipo de Acero: S235
 Tipo de perfil: CF-160x2.5
 Separación: 1.85 m.
 Número de correas: 25
 Peso lineal: 142.91 kg/m

Correas en laterales
 Tipo de Acero: S235
 Tipo de perfil: CF-160x2.5
 Separación: 1.30 m.
 Número de correas: 13
 Peso lineal: 91.87 kg/m

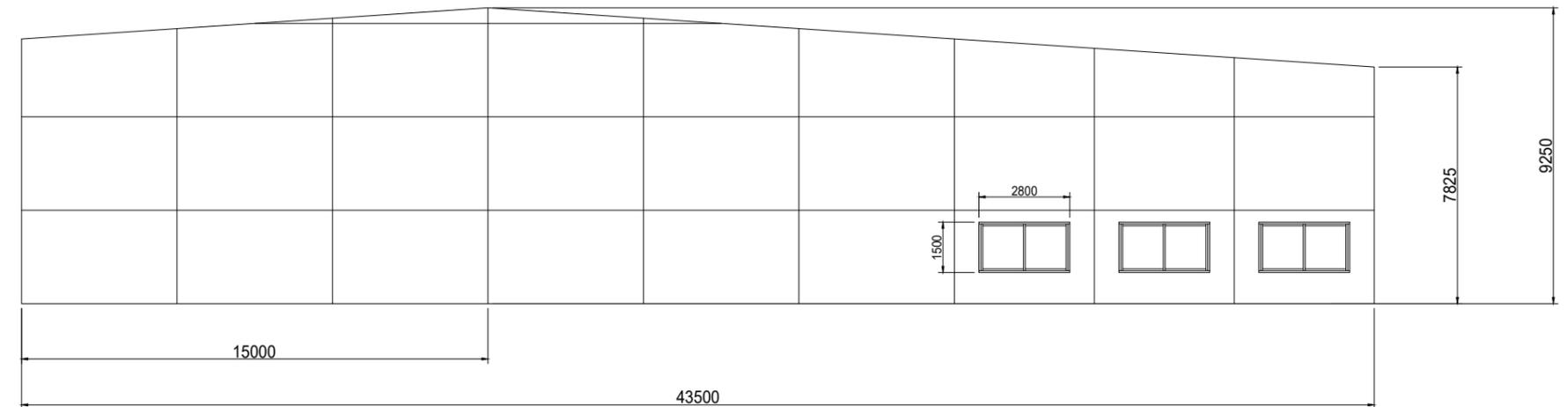
CUADRO MATERIALES ESTRUCTURA METÁLICA			
ACERO EN ESTRUCTURA METÁLICA (EAE Capítulo IV)		γ_{M0}	γ_{M1}
Perfiles laminados en caliente	S 275 - L.E. 275 N/mm ²	$\gamma_{M0}=1,05$	$\gamma_{M1}=1,05$
Perfiles conformados en frío	S 235 - L.E. 235 N/mm ²	$\gamma_{M0}=1,05$	$\gamma_{M1}=1,05$

Fachada 1

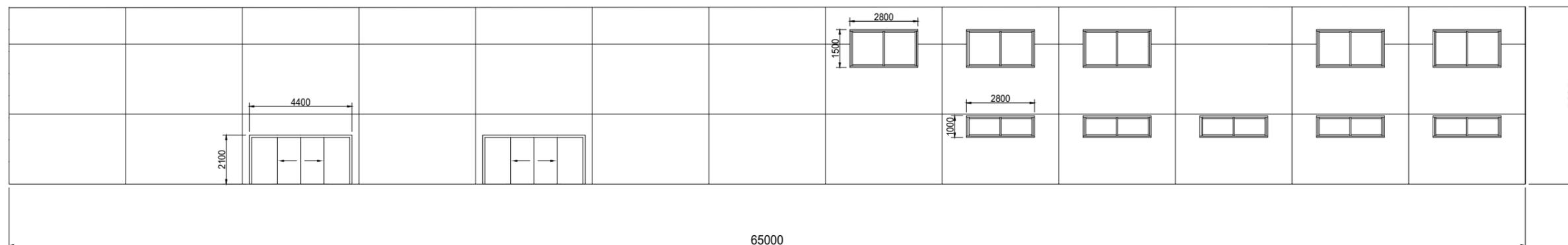
Cerramiento fachada
 Paneles prefabricados,
 lisos aligerados.
 Ancho 3m.
 Espesor 20 cm.
 Aislamiento 11cm.
 Acabado liso de color
 blanco.
 Dispuestos en posición
 horizontal.



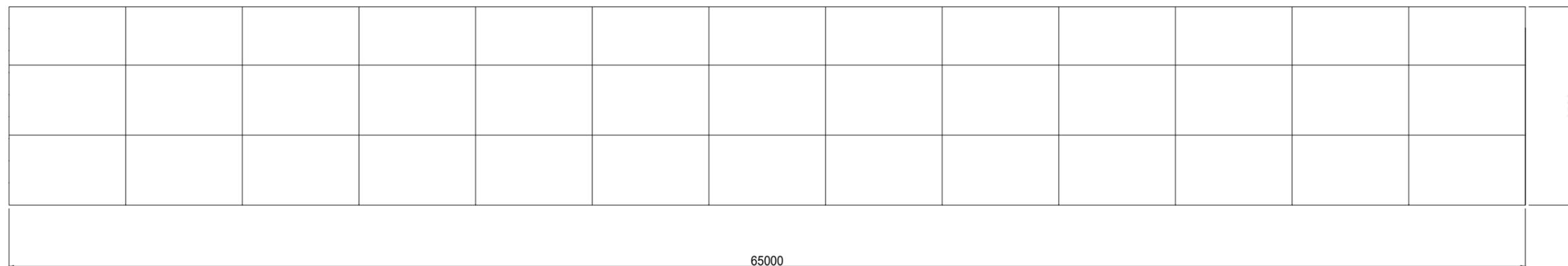
Fachada 14



Fachada J



Fachada A



Cerramiento fachada
 Paneles prefabricados,
 lisos aligerados.
 Ancho 3m.
 Espesor 20 cm.
 Aislamiento 11cm.
 Acabado liso de color
 blanco
 Dispuestos en posición
 horizontal