



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

---

**TRABAJO FIN DE GRADO**

---

# **Diseño y cálculo de la estructura de un estadio deportivo**

**Grado en Ingeniería Mecánica**

Autor: Rodrigo Giménez Azorín

Tutor: Pedro Efrén Martín Concepción

Junio 2019

## **RESUMEN**

El siguiente proyecto contempla el cálculo y el diseño de la estructura metálica de un estadio deportivo y la elaboración de los documentos técnicos necesarios para su construcción. Para ello se aplican los conocimientos de la mención de diseño estructural y un razonamiento crítico siguiendo la normativa técnica vigente de forma que la estructura esté totalmente dimensionada, comprobada y asegurada.

A parte del pórtico tipo (cubierta y grada) también se ha calculado la cubierta, tanto las correas como la chapa de cerramiento.

Palabras Clave: ESTRUCTURA METÁLICA, ACCIONES, ESTADIO, FÚTBOL

## **ABSTRACT**

The following project contemplates the calculation and design of the metallic structure of a sports stadium and the elaboration of the technical documents necessary for its construction. For this purpose, the knowledge of the structural design and critical reasoning are applied following the current technical regulations so that the structure is fully dimensioned, checked and secured.

Apart from the type portico (roof and harrow) the cover has also been calculated, both the belts and the closing plate.

Key Words: METALLIC STRUCTURE, ACTIONS, STADIUM, FOOTBALL

## **RESUM**

El següent projecte contempla el càlcul i el disseny de l'estructura metàl·lica d'un estadi esportiu i l'elaboració dels documents tècnics necessaris per a la seua construcció. Per a això s'apliquen els coneixements de la menció de disseny estructural i un raonament crític seguint la normativa tècnica vigent de manera que l'estructura estiga totalment dimensionada, comprovada i assegurada.

A part del pòrtic tipus (coberta y grada) també s'ha calculat la coberta, tant les corretges com la xapa de tancament.

Paraules Clau: ESTRUCTURA METÀL·LICA, ACCIONS, ESTADI, FUTBOL

## INDICE DE DOCUMENTOS

DOCUMENTO 1.	MEMORIA (DESCRIPTIVA Y CONSTRUCTIVA)
ANEXO I.	CÁLCULO ESTRUCTURAL
ANEXO II.	ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD
ANEXO III.	GESTIÓN DE RESIDUOS
ANEXO IV.	GRADA
DOCUMENTO 2.	PLIEGO DE CONDICIONES
DOCUMENTO 3.	PRESUPUESTO
DOCUMENTO 4.	PLANOS
BIBLIOGRAFÍA	



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



Parte I

# MEMORIA

Autor: Rodrigo Giménez Azorín

Tutor: Pedro Efrén Martín Concepción

Junio 2019



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



Parte I.I

# MEMORIA DESCRIPTIVA

Autor: Rodrigo Giménez Azorín

Tutor: Pedro Efrén Martín Concepción

Junio 2019

## INDICE MEMORIA DESCRIPTIVA

1. OBJETO DEL PROYECTO.....	3
2. INFORMACIÓN PREVIA	
2.1 MOTIVACIÓN.. .....	3
2.2 ANTECEDENTES .....	3
2.3 PROMOTOR.....	3
3. EMPLAZAMIENTO Y DESCRIPCIÓN DEL SOLAR.....	4
3.1 URBANIZACIÓN DE LA PARCELA.....	6
4. REQUERIMIENTOS CONSTRUCTIVOS Y ESPECIALES.....	6
5. MATERIALES .....	7
6. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	
6.1 DESCRIPCIÓN GENERAL.....	7
6.2 NORMATIVA.....	8
6.3 USO CARACTERÍSTICO.....	9
6.4 OTROS USOS PREVISTOS.....	9
6.5 RELACIÓN CON EL ENTORNO.....	9
7. LÍNEAS FUTURAS.....	9

## **1. OBJETO DEL PROYECTO**

El presente trabajo tiene como finalidad el análisis y diseño de la estructura metálica de un estadio de fútbol de gran magnitud. La construcción se llevará a cabo tras un estudio completo y fiel a la normativa legal aplicable a este tipo de construcciones.

El estadio estará ubicado en Valencia y contará con una superficie aproximada de 52000 m<sup>2</sup>.

El estudio de las instalaciones eléctricas y sanitarias quedan fuera del alcance del proyecto.

## **2. INFORMACIÓN PREVIA**

### **2.1 Motivación**

La principal razón para la realización de este proyecto es culminar con los estudios del Grado en Ingeniería Mecánica y poner en práctica los conocimientos, las competencias profesionales y las habilidades adquiridas a lo largo de dicho grado, concretamente en la mención de "Diseño estructural". El interés personal del autor por las construcciones metálicas y por los estadios deportivos, así como por las estructuras en general, justifican la elección de este tema.

### **2.2 Antecedentes**

El fútbol es el deporte rey en Europa y cada día son más aficionados los que van al estadio con el objetivo de divertirse y ver en directo a su equipo favorito. En base a estos antecedentes y ante la necesidad (ficticia) de la empresa u organización contratante de la construcción de un gran estadio, se ha llevado a cabo este proyecto.

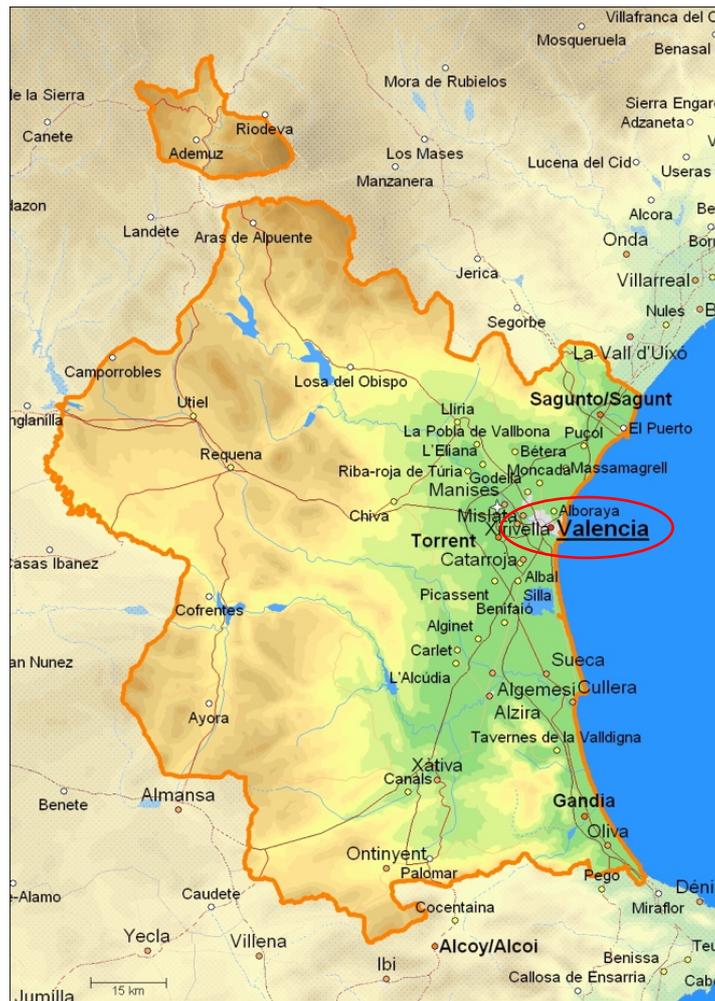
Para el primer diseño del pórtico tipo se han estudiado varios de otros estadios ya existentes, sirviendo de inspiración para el diseño de este.

### **2.3 Promotor**

El autor del encargo es una empresa privada, concretamente un equipo profesional de fútbol de 1ª División española.

### 3. EMPLAZAMIENTO Y DESCRIPCIÓN DEL SOLAR

La zona elegida para construir el estadio está situada en Valencia, Comunidad Valenciana, España.





Más concretamente, en Valencia, los solares a utilizar están situados entre el Carrer d'Antonio Ferrandis y el Camino Salinar, en frente de la Ciudad de las Artes y las Ciencias.

La parcela será de 300x300 metros y se obtendrá a partir de varias más pequeñas.

El emplazamiento concreto será el siguiente:



### **3.1 Urbanización de la parcela**

#### **Asfaltado**

Después de las tareas de desbroce y limpieza, la parcela se asfaltará en su totalidad. Alrededor del estadio se diseñará (por parte del promotor) una zona destinada al tránsito y estacionamiento de vehículos.

#### **Cerramiento exterior**

La parcela donde se construirá el estadio se delimitará por un vallado con sus correspondientes entradas peatonales y de vehículos. No se dispondrá de ningún tipo de cerramientos exterior complementario.

### **4. REQUERIMIENTOS CONSTRUCTIVOS Y ESPECIALES**

Los principales requerimientos constructivos son:

- El diseño de un pórtico tipo no cerrado construido con perfiles metálicos de sección hueca y cerrada.
- Utilizar placas de hormigón prefabricado para la fachada y panel sándwich o similar para la cubierta.
- No cerrar el estadio completamente.
- Tamaño necesario para el campo de fútbol y para la posible realización de una serie de actividades secundarias.
- Mínimo 8 puertas de entrada al estadio y 4 de entrada a la parcela.
- Una superficie hábil de grada de 35 metros de ancho como mínimo y 45 metros como máximo.

Otros requerimientos son:

- Los servicios necesarios para el correcto desarrollo de cualquier actividad en el estadio. Estos servicios son el de alcantarillado, abastecimiento y evacuación de aguas, el suministro de energía eléctrica y línea telefónica.
- Una zona habilitada de tamaño establecido por el cliente para el aparcamiento de coches en los alrededores del estadio.

## 5. MATERIALES

Los materiales que se emplearán a la hora de la construcción de la estructura son los siguientes:

- Acero laminado S275: es el tipo más utilizado en obra. Se usa para la fabricación de perfiles, en las uniones, en los arriostramientos y en las placas de anclaje.
- Acero en barras corrugadas B500S: se utiliza para el armado del hormigón de las zapatas, en las vigas de atado y en la fabricación de los pernos que unen las zapatas con las placas de anclaje.

Acero B500S							
Material		E	$\nu$	G	$f_y$	$\alpha_t$	$\gamma$
Tipo	Designación	(kp/cm <sup>2</sup> )		(kp/cm <sup>2</sup> )	(N/m <sup>2</sup> )	(m/m°C)	(t/m <sup>3</sup> )
Barras corrugadas	B 500 S	2140672.8	0.300	823335.7	500	0.000012	7.850

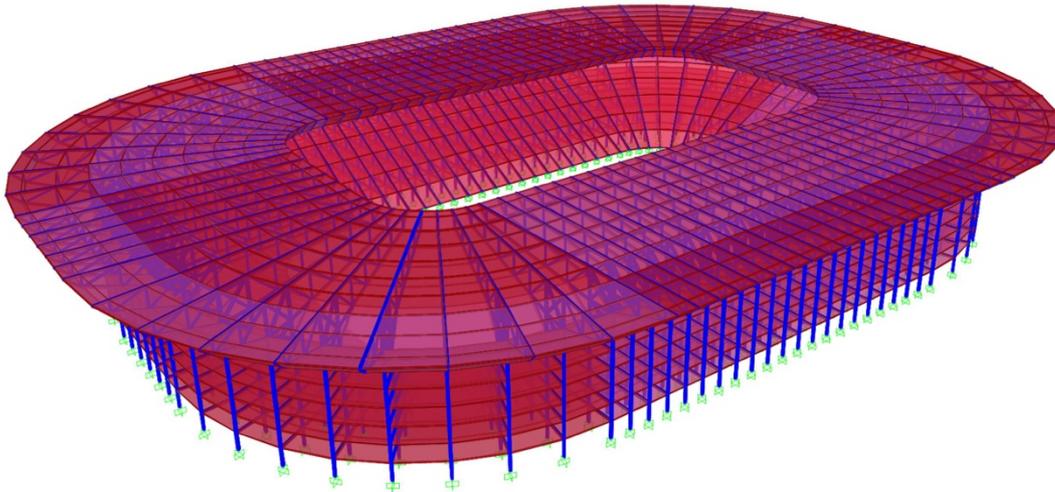
- Hormigón HA-25: se utiliza este tipo de hormigón para la realización de la cimentación de la estructura.
- Hormigón HL-150/P/20: únicamente usado para la base de las cimentaciones.

## 6. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

### 6.1 Descripción general del proyecto

Se trata de la proyección de un estadio de fútbol de grandes dimensiones. Las dimensiones generales son 35 metros de alto, 196 metros de ancho y 265 metros de largo.

El estadio consta de 3 tipos de gradas: las gradas principales (son 2 y están situadas en su parte más larga), las gradas laterales (son 2 y están situadas en su parte más estrecha) y las gradas de las esquinas (son 4 y unen las gradas principales con las laterales).



Los pódicos están formados una cercha tipo Pratt con montantes, son abiertos, están articulados en los extremos de la celosía y están empotrados en los apoyos. La distancia entre pódicos varía dependiendo de la grada en cuestión.

- Gradadas principales → Distancia entre pódicos: 5 metros.
- Gradadas laterales → Distancia entre pódicos: 6 metros.

Los pódicos están constituidos por perfiles metálicos huecos cerrados de diferentes magnitudes. Los perfiles seleccionados son:

- Cuadrado de 500x500x12 mm.
- Cuadrado de 400x400x10 mm.
- Cuadrado de 300x300x10 mm.

La cubierta y la fachada estarán recubiertas con panel sándwich y, solamente la fachada, estará reforzada con placas de hormigón prefabricado (como ha exigido el cliente).

## 6.2 Normativa

Las normas consideradas para el cálculo conociendo los tipos de material empleado son los siguientes:

- Real Decreto 751/2011, de 27 de mayo, por el que se aprueba la Instrucción de Acero Estructural (EAE).
- Real Decreto 1247/2008, de 18 de Julio, por el que se aprueba la instrucción de Hormigón Estructural (EHE).

### **6.3 Uso característico**

El uso característico del estadio objeto de proyecto será el desarrollo de partidos de fútbol profesional de la liga española.

### **6.4 Otros usos previstos**

Se podrán realizar otras actividades deportivas como atletismo. Además, actividades lúdicas tales como conciertos, ferias o exposiciones serán posibles en este estadio.

### **6.5 Relación con el entorno**

La construcción en cuestión destacará en el entorno en cierta medida a pesar de que justo en frente tendrá varias construcciones de gran tamaño y de tipología y diseño especial.

## **7. LÍNEAS FUTURAS**

Dentro de todas las posibilidades futuras que ostenta la construcción en cuestión cabe destacar dos:

- Posible cerramiento completo de la cubierta:

Se podría cerrar por completo la cubierta del estadio con un acristalamiento cuando se viera necesario.

- Pequeña instalación fotovoltaica:

En un futuro se podrían instalar una serie de placas fotovoltaicas en la cubierta del estadio. Se debería tener en cuenta el peso de estas, el número total y la zona de colocación para no ocasionar daños ni a la cubierta en particular ni a la estructura completa en general.



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



Parte I.II

# MEMORIA CONSTRUCTIVA

Autor: Rodrigo Giménez Azorín

Tutor: Pedro Efrén Martín Concepción

Junio 2019

## INDICE MEMORIA CONSTRUCTIVA

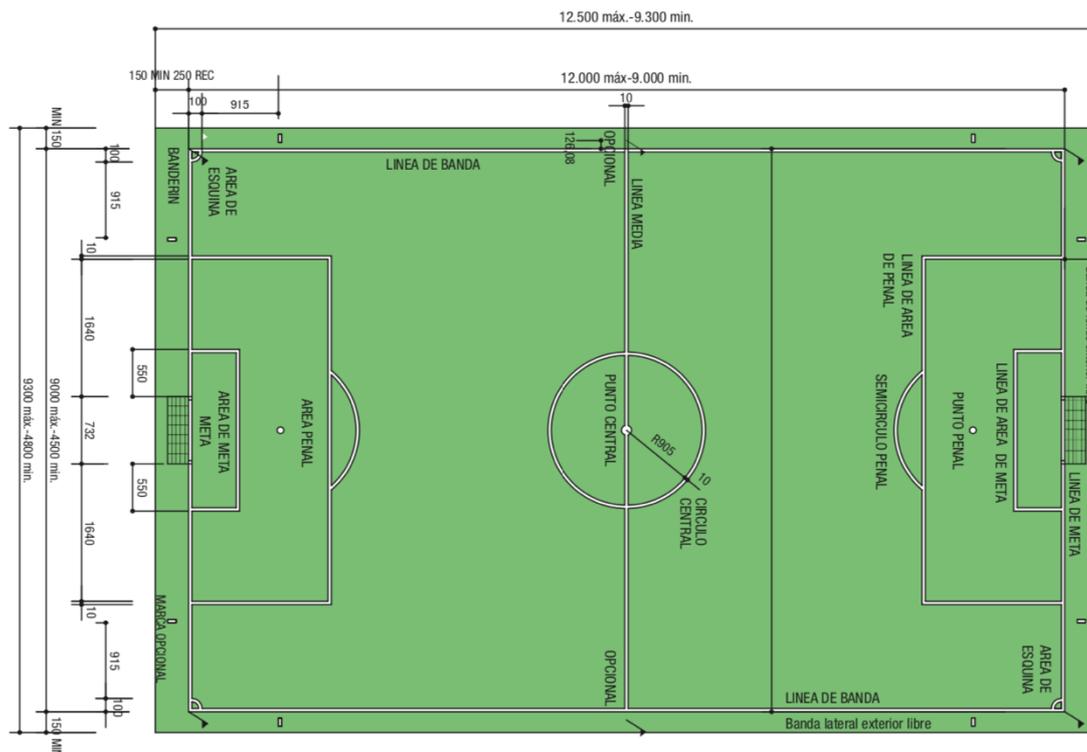
1. DISTRIBUCIÓN EN PLANTA Y REQUISITOS.....	3
2. DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA.....	3
2.1 ACTUACIONES PREVIAS.....	3
2.2 SUSTENTACIÓN.....	4
2.3 SISTEMA ESTRUCTURAL.....	5
2.4 PÓRTICO TIPO.....	6
2.5 SISTEMA ENVOLVENTE .....	7
2.6 ACABADOS Y UNIONES.....	9
3. DISEÑO DEL ESTADIO COMPLETO.....	10
4. GRADA .....	15
5. OTRAS SOLUCIONES.....	19

## 1. DISTRIBUCIÓN EN PLANTA Y REQUISITOS

Para poder establecer las dimensiones y las características geométricas del estadio se procederá a estudiar las dimensiones de un campo de fútbol teniendo en cuenta los requisitos impuestos por el promotor en cuanto a capacidad y superficie de grada.

El promotor ha impuesto que la superficie aprovechable para instalar gradas tiene que ser como mínimo 35 metros y como máximo 45 metros.

El campo de fútbol tendrá que tener las siguientes dimensiones:



Entre todas las posibles dimensiones del campo se han seleccionado las utilizadas en la Liga Española de Fútbol, es decir, 105x68 metros.

Con todo esto, se procede a la realización de la distribución en planta.

## 2. DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA

### 2.1 Actuaciones previas

La construcción del estadio se llevará a cabo en una parcela de 300x300 m. Las actuaciones a llevar a cabo antes de comenzar la construcción se basarán en acondicionar la parcela para el inicio de las obras. Estas actuaciones se basarán en una limpieza, desbroce del terreno y una nivelación debido a la acumulación de basura y a la presencia de vegetación. El traslado de la tierra extraída y del desbroce y de la basura se realizará mediante camión a un vertedero autorizado.

## 2.2 Sustentación de la estructura

Para el cálculo y diseño de la cimentación del edificio se ha tenido en cuenta cada uno de los puntos expuestos en el CTE-DB-SE-C (Cimientos en su artículo 4 y 5) y el EHE-08.

De las características del terreno y de estudios geotécnicos ya realizados en la zona, se ha llegado a la conclusión de que la tensión admisible del terreno es 0,2 MPa.

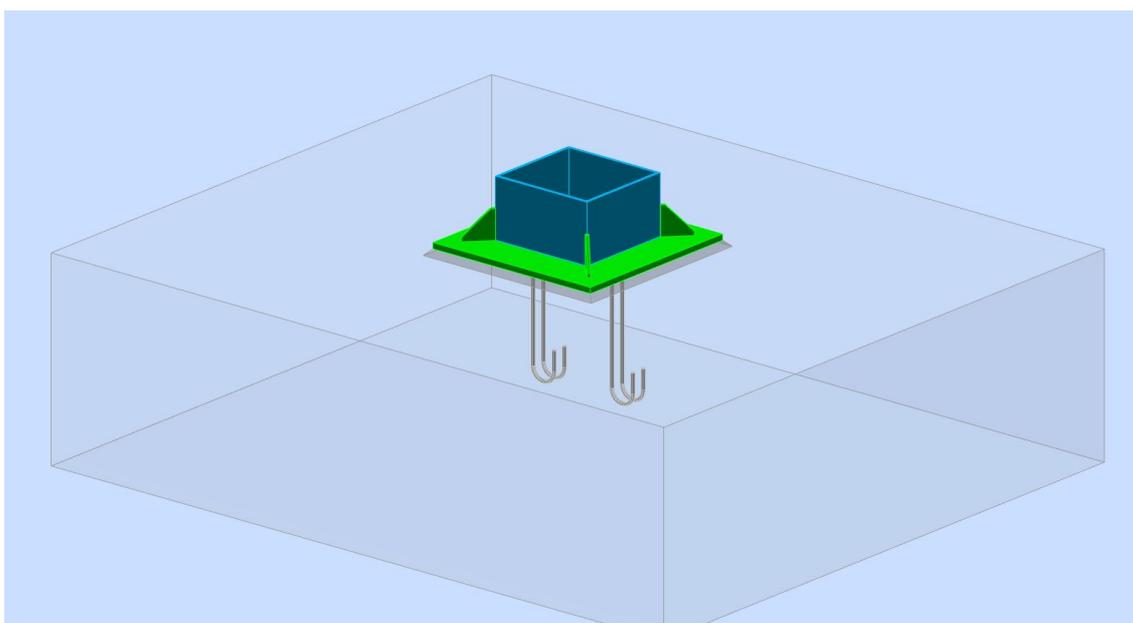
El primer paso para realizar la cimentación será el vertido del hormigón de limpieza, que se encargará, tanto de la desecación del hormigón estructural, como de su protección contra posibles contaminaciones durante las primeras horas de hormigonado.

Se comenzará con el vertido de hormigón HL-150/P/20 en una capa de 10 cm de espesor. Encima de este hormigón de limpieza se procederá a la construcción de zapatas con un hormigón HA-25/B/20/IIa.

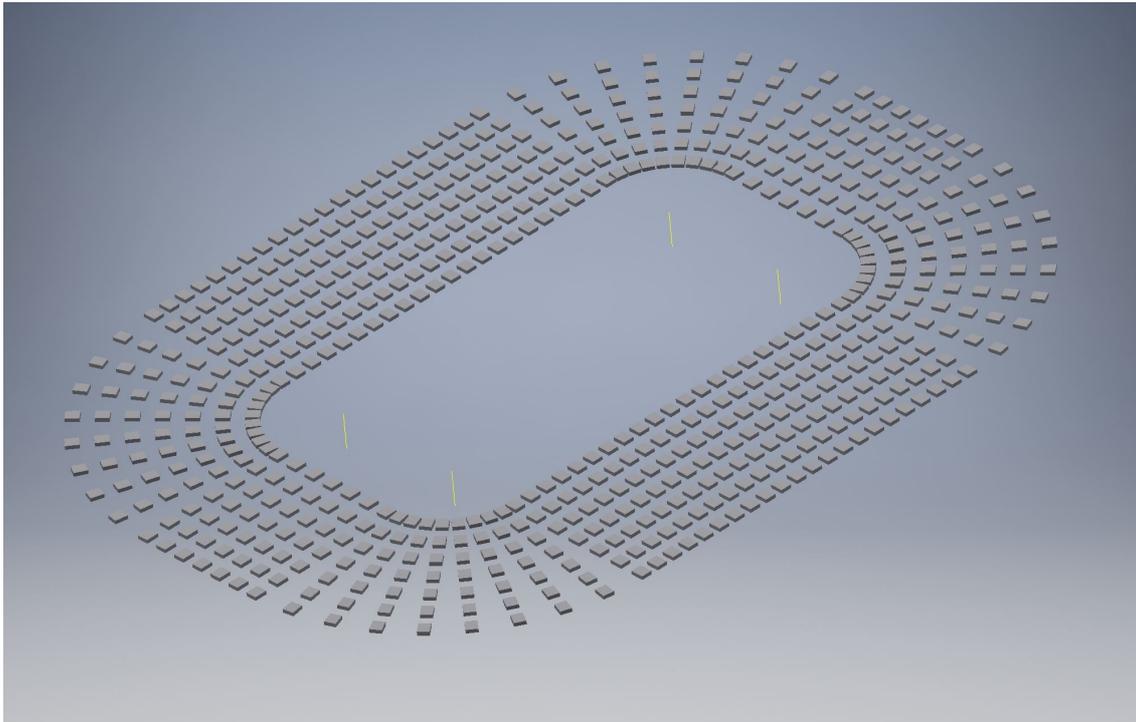
La cimentación del estadio se realizará mediante zapatas aisladas de hormigón HA-25 con un armado de acero corrugado B500S. Dichas zapatas estarán unidas mediante una viga de atado del mismo acero que el armado. Los pernos de las placas de anclaje también serán de acero B500S.

Habrà solamente un tipo de zapata en esta construcción, la misma tanto para los pilares de sección cuadrada de 500x500x12 mm como para los de 400x400x10 mm. Está zapata tendrá unas dimensiones de 3,5 m de largo, 3 m de ancho y 1 m de alto.

La placa de anclaje utilizada tendrá unas dimensiones de 900x900x30 mm.



En nuestra estructura habrá un total de 630 zapatas. La disposición de la cimentación se realizará de la siguiente forma:



Para más información acerca del dimensionado de las zapatas, del de las placas de anclaje o de la distribución de estas, véase el apartado Anexo 1 “Cálculo Estructural” y el apartado Planos.

### 2.3 Sistema estructural

Para el cálculo de la estructura se han tenido en cuenta todas las acciones descritas en el CTE-DB-AE y el EAE-2011.

La estructura de la nave está formada en su totalidad por perfiles de acero S-275 normalizados, a excepción del material de cubierta, el material de fachada y el de la sustentación de la construcción. Los elementos restantes, como tornillería, placas de anclaje, etc., también son del mismo tipo de acero que los perfiles. Las uniones de estos perfiles y de todos los elementos de la estructura se realizarán mediante soldadura. Dicha soldadura se realizará en obra por ser una construcción especial.

El dintel de los pórticos tendrá una celosía tipo Pratt. El principal motivo de utilizar esta tipología es cumplir la petición del promotor (lógica en cualquier estadio) de encontrar un espacio diáfano, libre de pilares para poder construir las gradas sin entorpecimientos. La estructura definitiva la conformarán un total de 90 pórticos.

Todo el perímetro del estadio estará unido mediante una viga Pratt, que actuará como viga de atado, situada en toda la parte externa del techo del estadio. Dicha celosía tendrá 1,4 m de alto y cada una tendrá una longitud de 14 m.

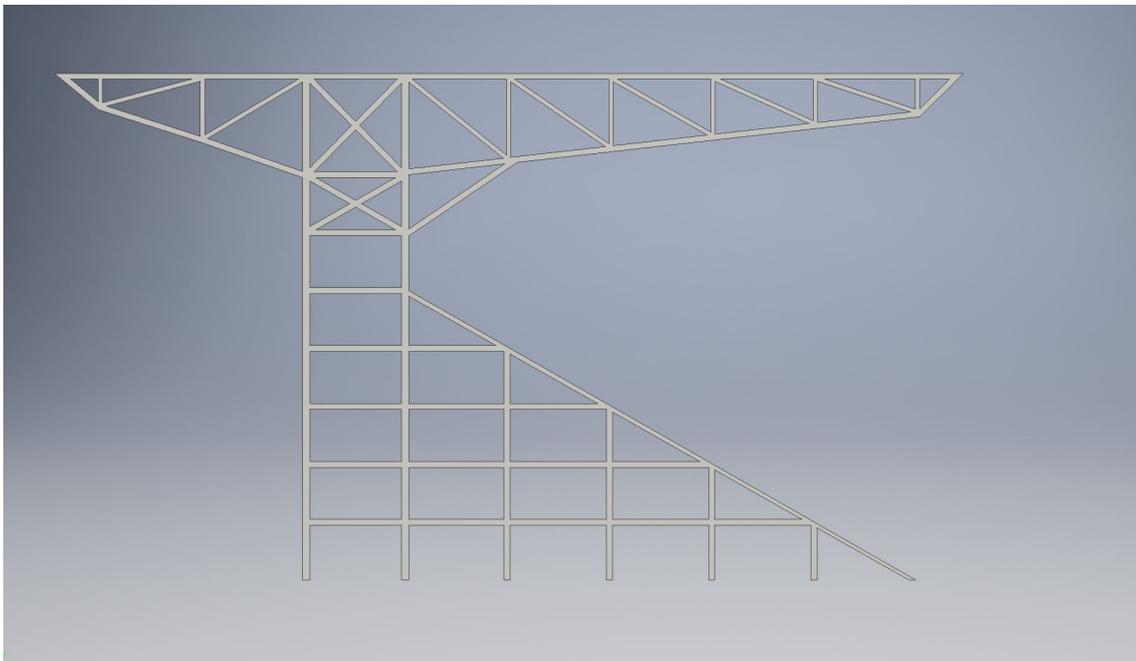
Para reforzar la estructura del viento, se han colocado dos arriostramientos (cruces de San Andrés) en la cercha y entre los pilares principales. El perfil utilizado para estos arriostramientos será uno cuadrado de 300x300x10 mm.

La sustentación de la cubierta se realizará mediante correas de tipo IPE-120, acero S-275. Estas correas estarán separadas 2,33 metros. Además, se colocarán cruces de San Andrés entre las correas. El perfil seleccionado para estos arriostramientos será un perfil LF 100.5.

Dirigirse al Anexo 1 “Cálculo Estructural” y al capítulo “Planos” para encontrar más información acerca del sistema estructural que posee el estadio.

## 2.4 Pórtico tipo

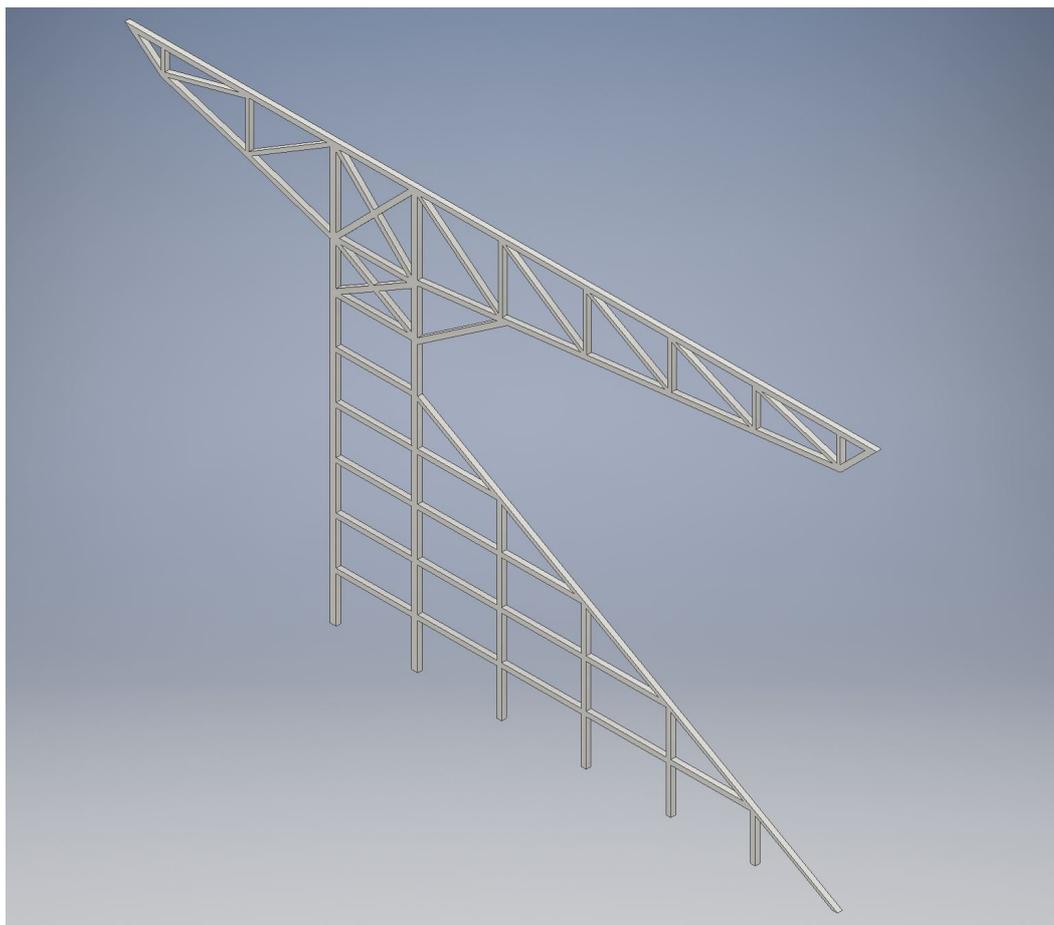
El estadio estará formado por pórticos rígidos de cubierta inclinada 5°. Todos los pórticos de la estructura serán de la misma tipología. La separación entre ellos será de 5 metros en la zona de grada principal y de 6 metros en la zona lateral.



El pórtico tiene 35 metros de alto y 62 metros de largo.

Los pilares tendrán un perfil cuadrado de 500x500x12 milímetros, la grada tendrá un perfil cuadrado de 400x400x10 milímetros y la celosía estará constituida de perfiles cuadrados de 400x400x10 (cordón superior e inferior) y de 300x300x10 (montantes y diagonales).

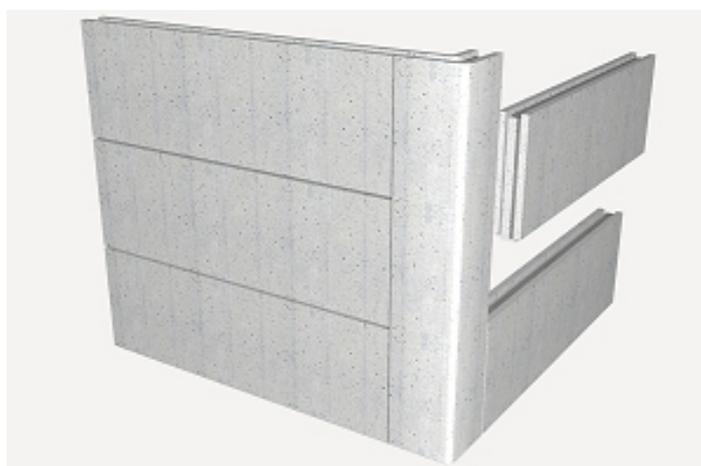
El estadio final estará formado por 90 pórticos.



## 2.5 Sistema envolvente

### Fachada exterior

La fachada externa del estadio estará constituida por una capa de paneles sándwich y recubriendo dicha capa, una serie de placas prefabricadas de hormigón de 10 cm de espesor hasta una altura de 28 metros.



Las ventajas que supone la aplicación de paneles prefabricados de hormigón como cerramiento de un edificio son:

- Facilidad y rapidez de montaje.
- Versatilidad de acabados.

Esta capa de placas prefabricadas de hormigón se pondrá tanto por estética (la empresa contratante las ha seleccionado de un color blanco hueso) como por seguridad (solamente el panel sándwich sería demasiado fino y fácil de romper o agujerear).

### Cubierta

La cubierta del estadio estará constituida por paneles sándwich ya que son ligeros y garantizan la estanqueidad de la cubierta.

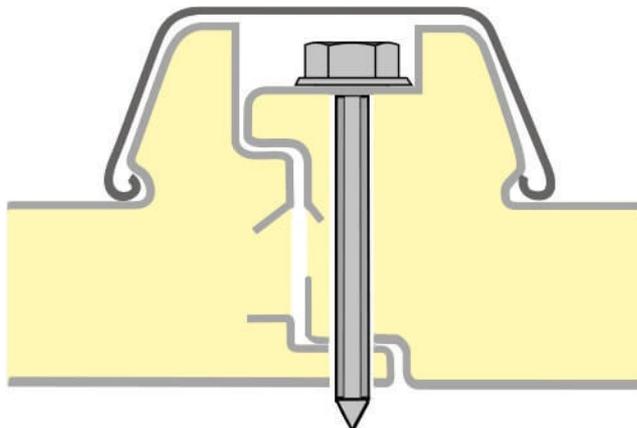
El panel sándwich a utilizar será el siguiente:

#### - **PC3/Panel Cubierta**

Panel Sándwich para cubierta autoportante con caras externas metálicas y núcleo aislante rígido de poliuretano.

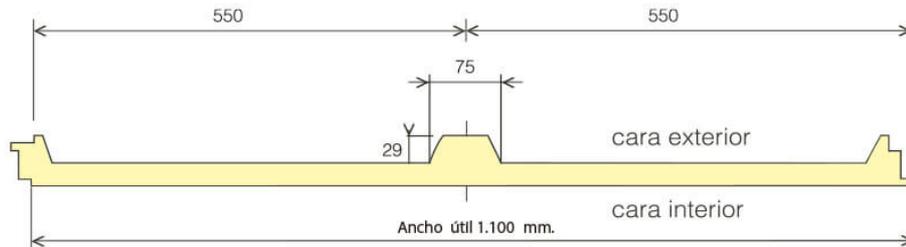


Está diseñado con tres grecas y un sistema de fijación mediante tornillería oculta y tapajuntas, que aportan gran resistencia mecánica, así como plenas garantías de estanqueidad.



**Características técnicas:**

- Largo a medida, para largos superiores a 13,50 m es necesario un transporte especial
- Chapa de acero lacado (De 0.35mm a 0.50mm)
- Núcleo aislante de espuma rígida de poliuretano PUR Cs3d
- Espesor de panel: 100 mm



La recogida de aguas pluviales se realizará mediante canales y chapas metálicas propias de cada pórtico. Dichos canales estarán comunicados con los bajantes de PVC.

**Correas**

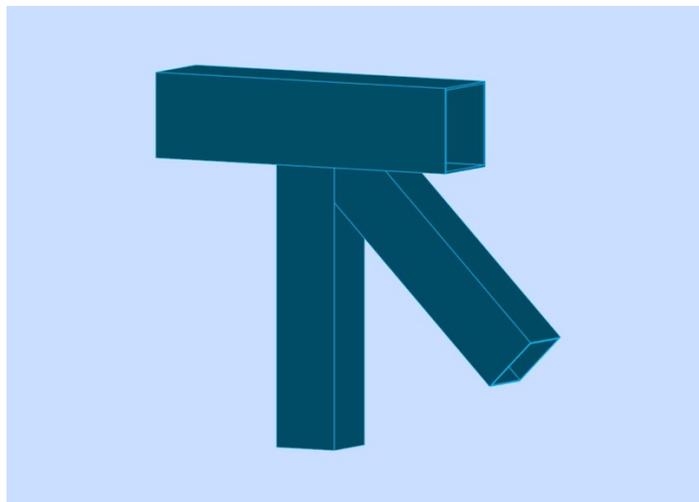
Las correas que se utilizarán para mantener la cubierta serán un IPE-120 y su separación será de 2,33 m ya que se colocarán 3 correas cada 7 metros de longitud.

**2.6 Sistema de acabados y uniones**

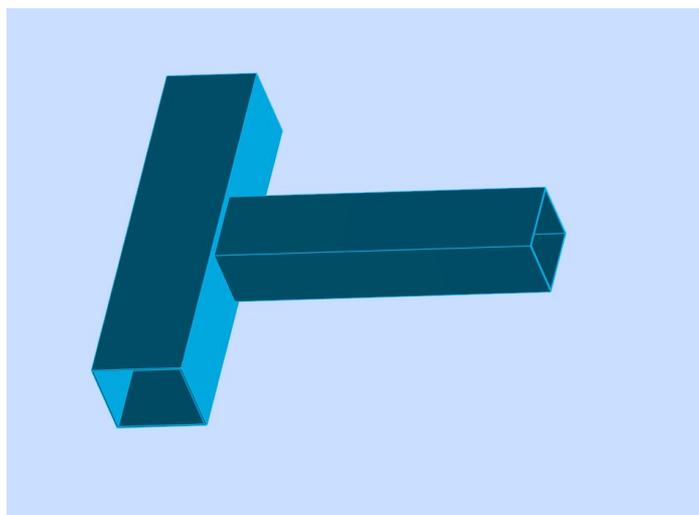
Todas las uniones del pórtico tipo se realizarán mediante soldadura. Dicha soldadura se realizará directamente en la obra debido a que la estructura en cuestión se trata de una estructura especial.

Hay dos tipos diferenciados de uniones en el pórtico tipo:

- Unión cordón-montante-diagonal (Unión A):



- Unión pilar-viga (Unión B):



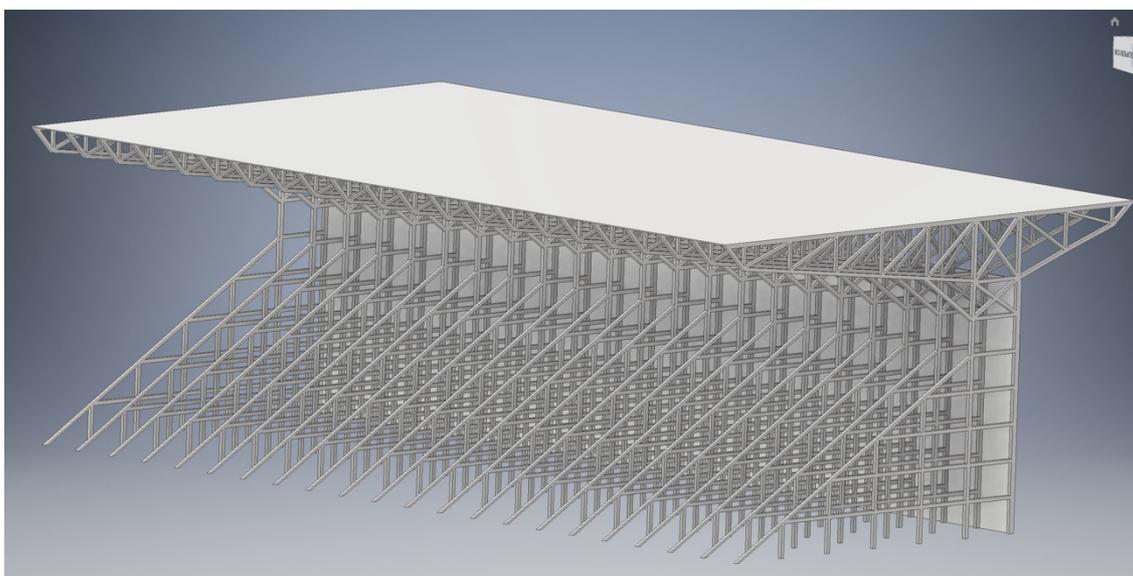
Para unir las correas con el pórtico tipo y con la cubierta se atornillarán.

Para saber más acerca de las uniones, dirigirse al Anexo I “Cálculo Estructural” y al Capítulo Planos.

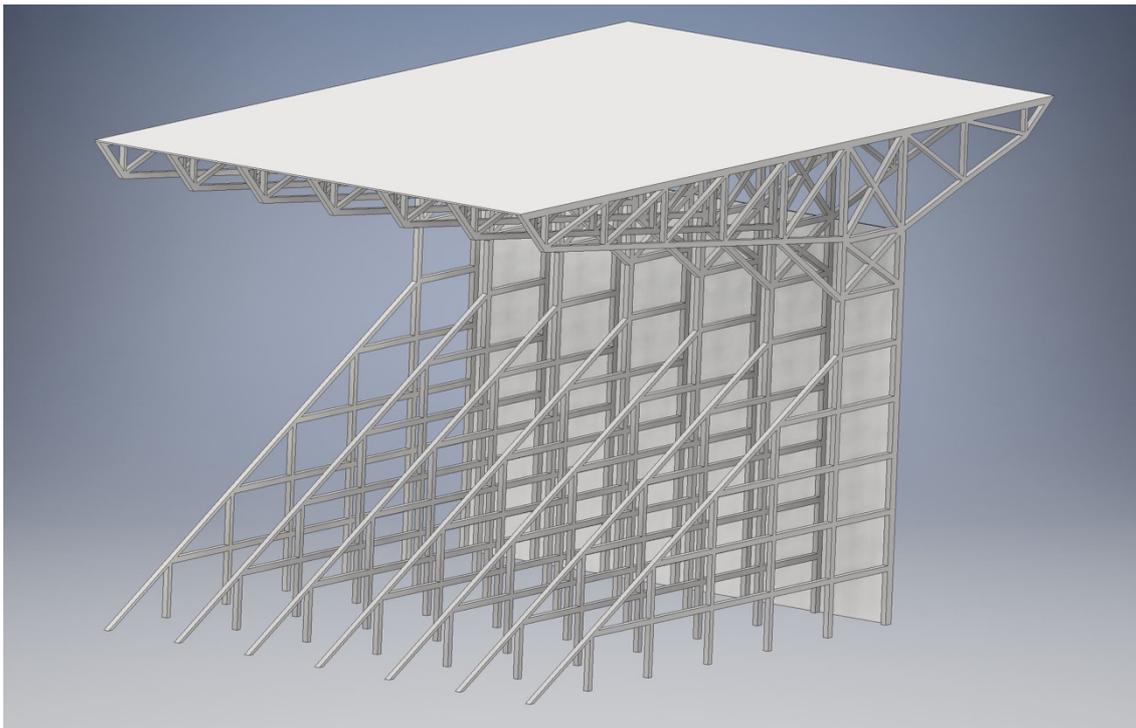
### 3. DISEÑO DEL ESTADIO COMPLETO

El estadio estará compuesto de 3 partes diferenciadas en su totalidad.

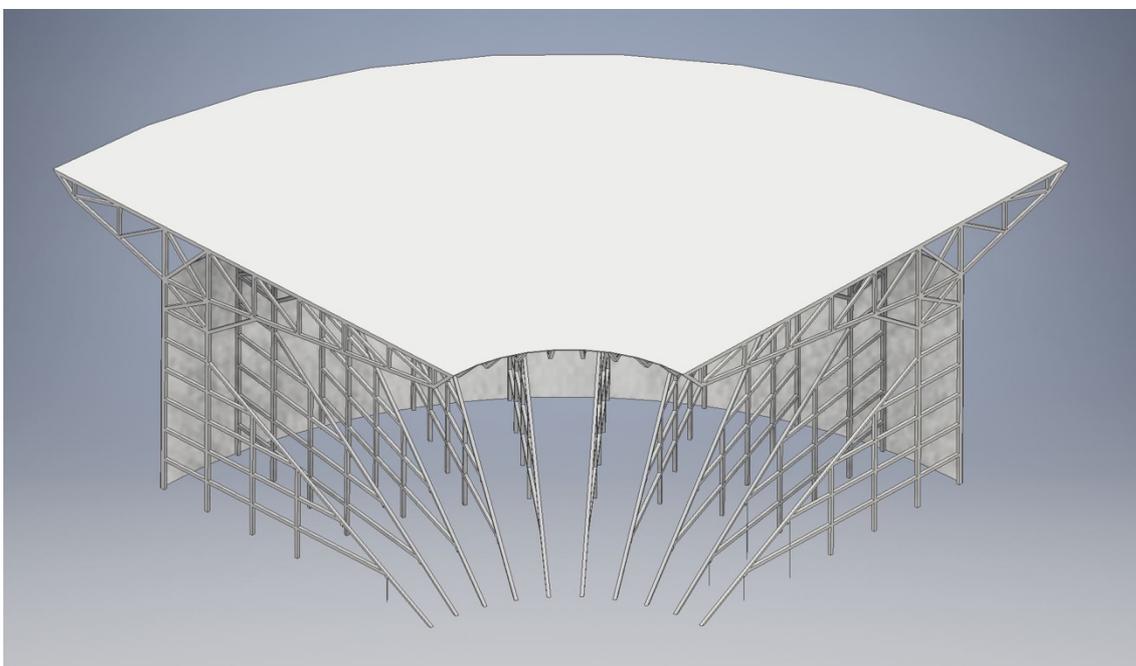
En primer lugar, dos gradas principales de 105 metros de longitud constituidas por 22 pórticos separados 5 metros.



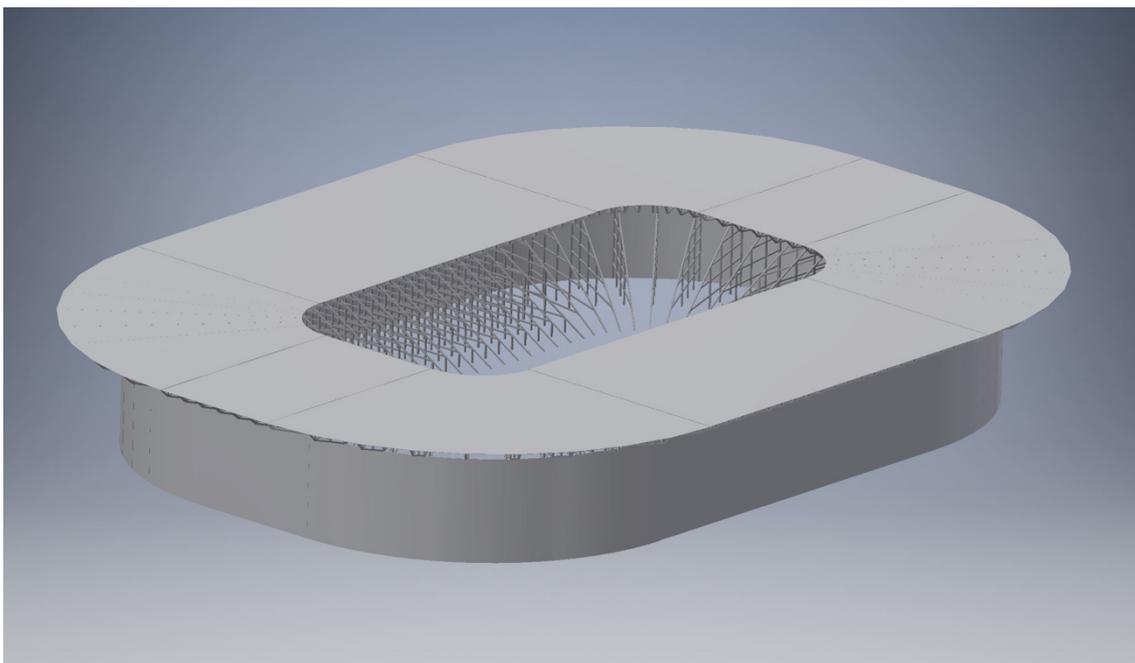
Perpendicularmente a esas dos gradas principales se colocarán dos gradas laterales de 36 metros de longitud constituidas por 7 pórticos separados 6 metros.



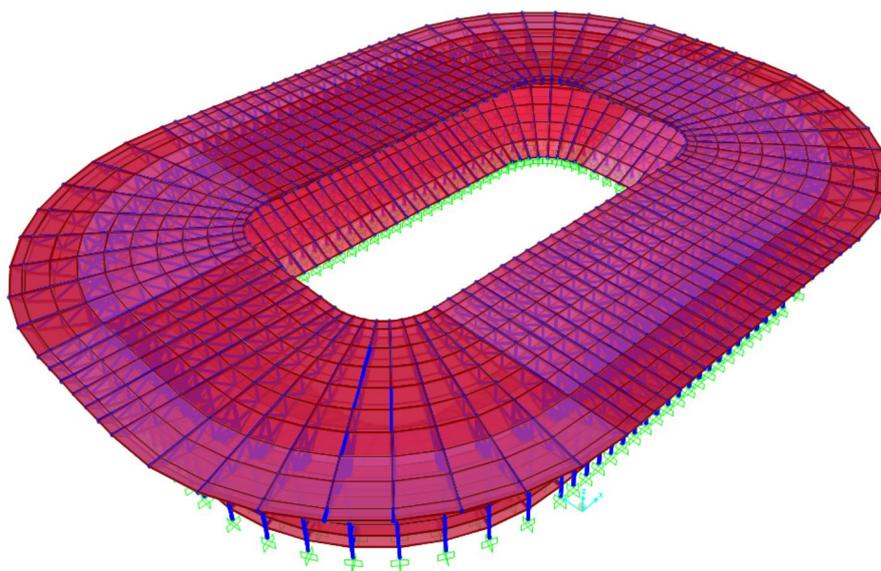
Para unir esas gradas se ha diseñado una grada en esquina. Estará constituida por 9 pórticos (1 de la grada principal y 1 de la grada lateral) separados  $10^\circ$  cada uno.

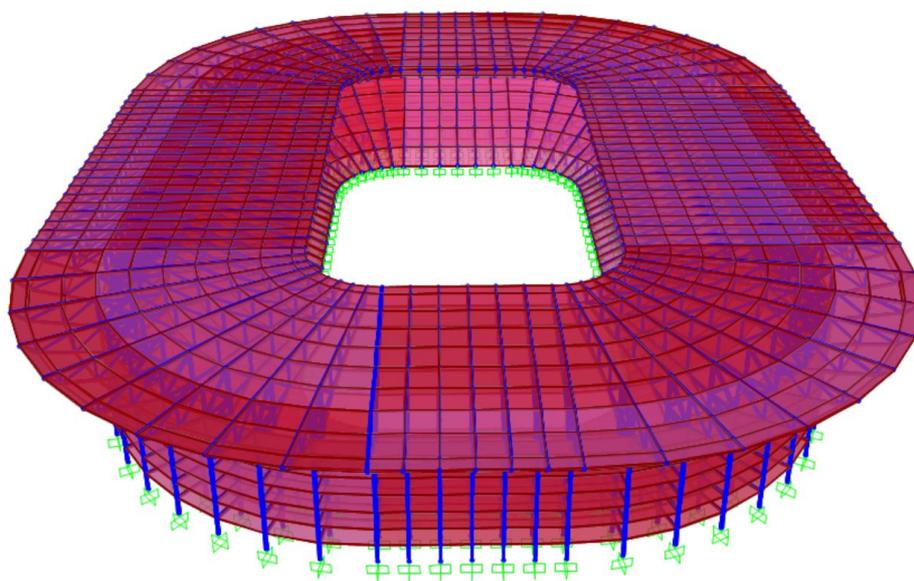
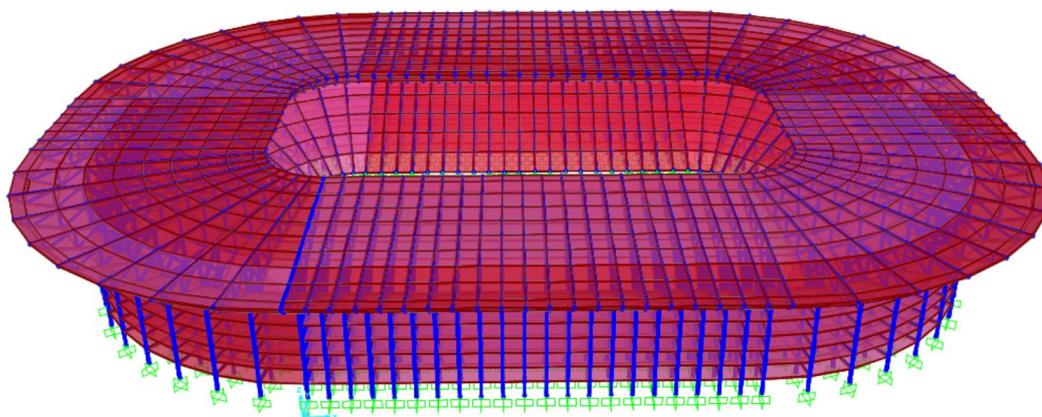


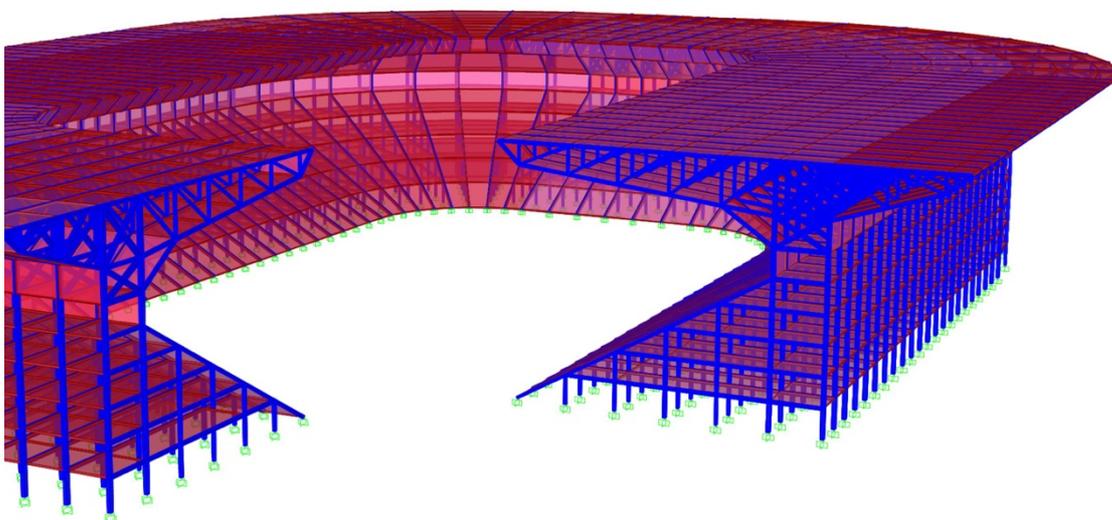
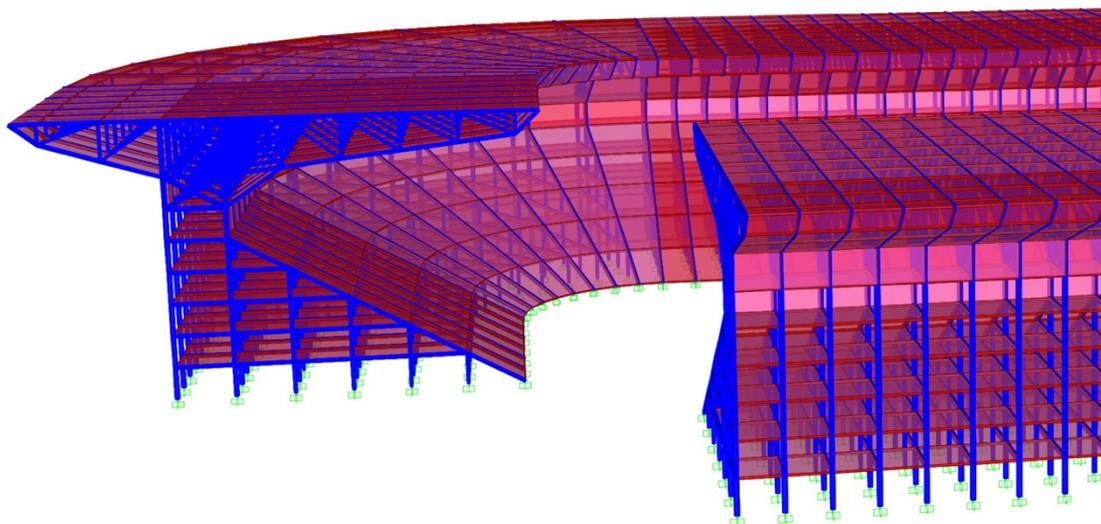
El estadio completo queda de la siguiente forma:

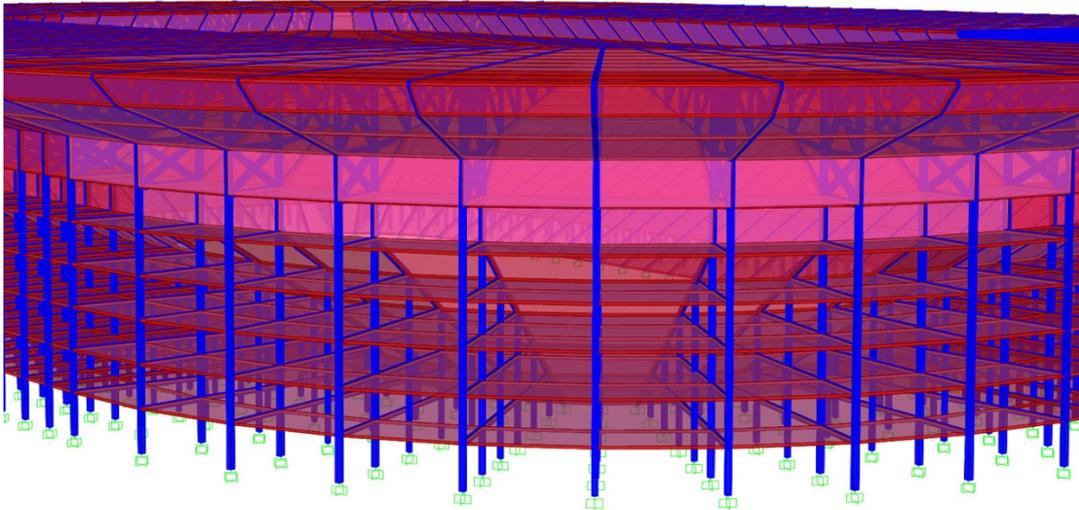


A continuación, se muestran varias fotos del diseño completo del estadio realizado en SAP 2000 donde se pueden apreciar más detalles de la grada y de los forjados interiores.









#### 4. GRADA

El graderío y las secciones de asientos se diseñarán en base a toda la normativa recogida en el Anexo III. Las condiciones necesarias han sido dadas por el promotor del proyecto.

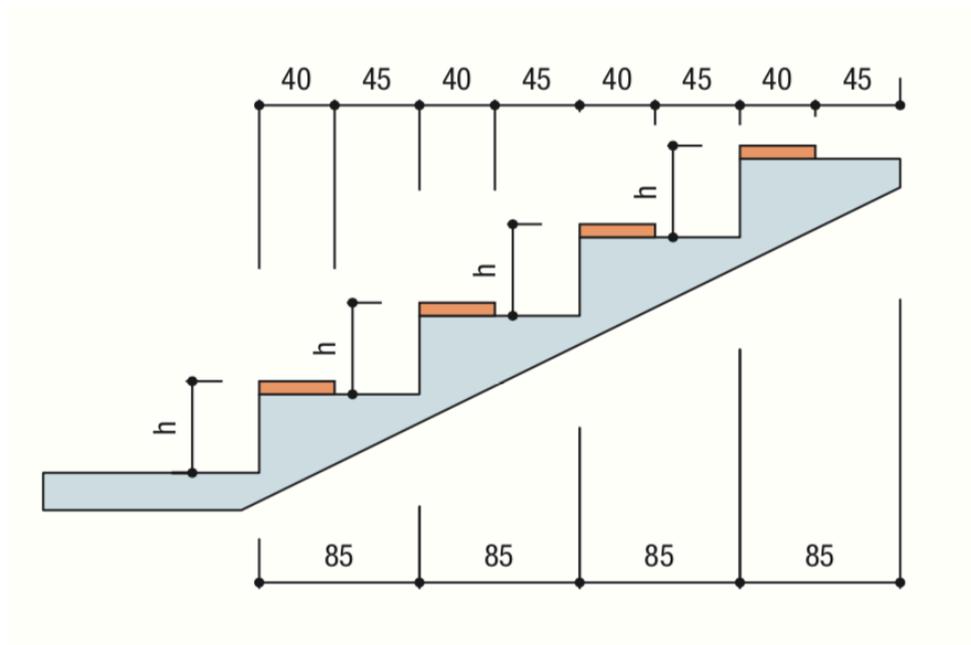
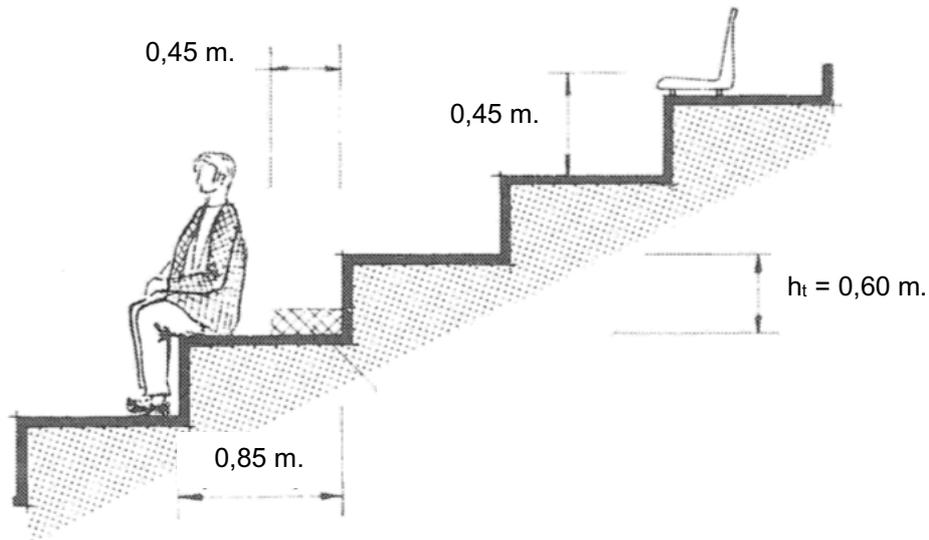
Los asientos deberán ser individuales, estar anclados en el piso, tener una forma confortable, con un respaldo lo suficientemente alto para brindar apoyo a la espalda. Todos los asientos deberán estar numerados de una forma que puedan ser identificados de una manera clara, fácil e inmediata.

Deberá haber suficiente espacio para las piernas entre las filas a fin de garantizar que las rodillas de los espectadores no toquen el asiento o al espectador de la fila de delante y, también, para que los espectadores puedan caminar entre filas cuando el estadio esté lleno sin grandes complicaciones.

Desde cada asiento se deberá ver libremente todo el terreno de juego sin obstáculos.

Las filas serán de 0,85 metros de fondo. 0,40 metros serán para el asiento y los 0,45 metros restantes se destinarán al paso. Los asientos tendrán 0,50 metros de ancho y se situarán aproximadamente a 0,45 metros de altura para que los pies del espectador sentado apoyen cómodamente en el suelo. La altura total de la grada será de 0,60 metros.

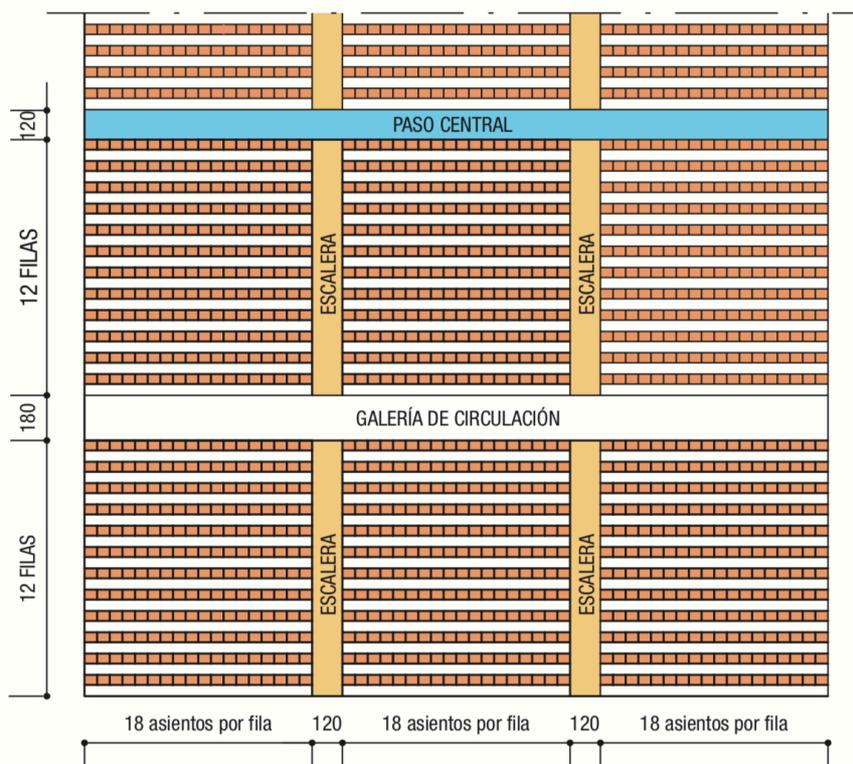
Concretamente las dimensiones serán las siguientes:



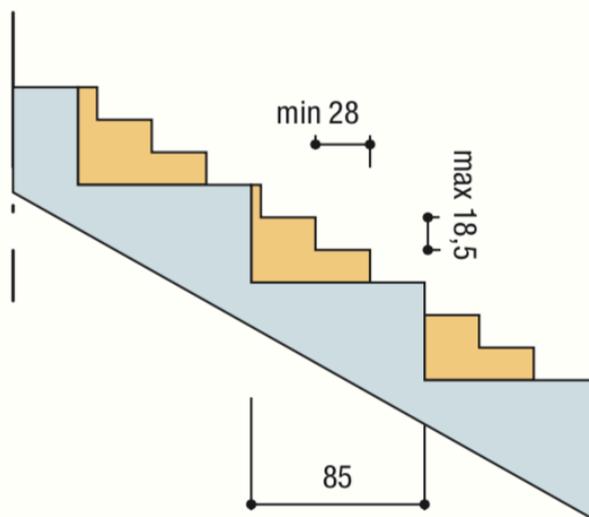
Entre un paso horizontal y otro habrá 12 filas de 18 asientos cada una. En otras palabras, cada 18 columnas habrá un paso vertical o escalera.

Es decir, cada sección tendrá 216 asientos.

Los pasos, tanto horizontales como verticales, serán de 1,20 metros.

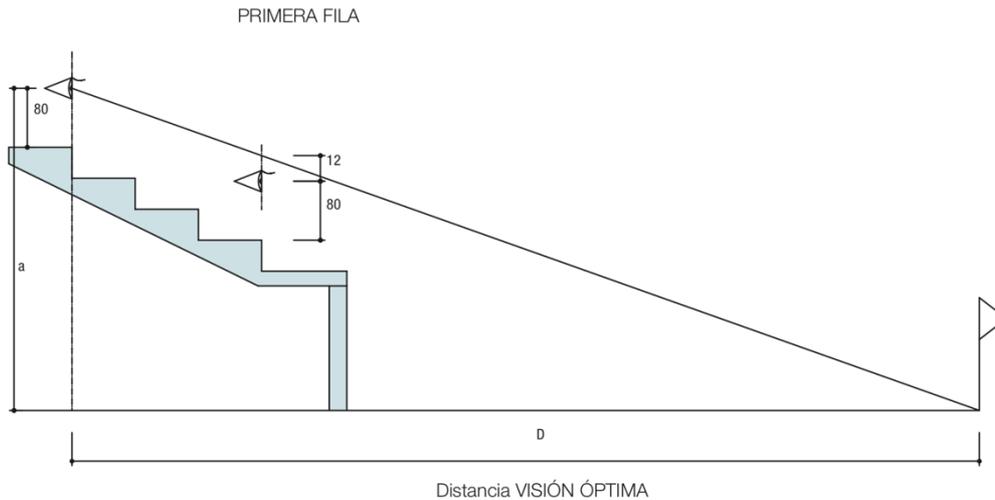


La escalera tendrá las siguientes dimensiones:



La inclinación máxima del graderío no debe superar en ningún caso los 45° sexagesimales. En este caso es de 30°.

$$\alpha = \arctg\left(\frac{20}{35}\right) = 29,744^\circ \approx 30^\circ$$



El terreno de juego se construirá con una pendiente que no superará el 1% para permitir el drenaje superficial de las aguas.

En base a esto se puede estipular el número de secciones que habrá a lo largo y ancho de las gradas.

En la grada principal se colocarán 10 secciones de 9 metros cada una a lo largo (separadas 1,2 metros) y habrá 3 filas a lo ancho (separadas 1,2 metros) como la nombrada anteriormente. Es decir, un total de 30 secciones en cada grada principal. Como cada sección tiene 216 asientos salen un total de 6480 asientos por grada principal, 12960 en total.

En la grada lateral se colocan también 3 filas de secciones a lo ancho y 3 secciones de 9 metros cada una a lo largo. Es decir, un total de 9 secciones por grada lateral. El número final de asientos en las dos gradas laterales será de 3888 asientos.

Teniendo esto es cuenta, el estadio tendrá una capacidad total de unos 25000 espectadores aproximadamente.

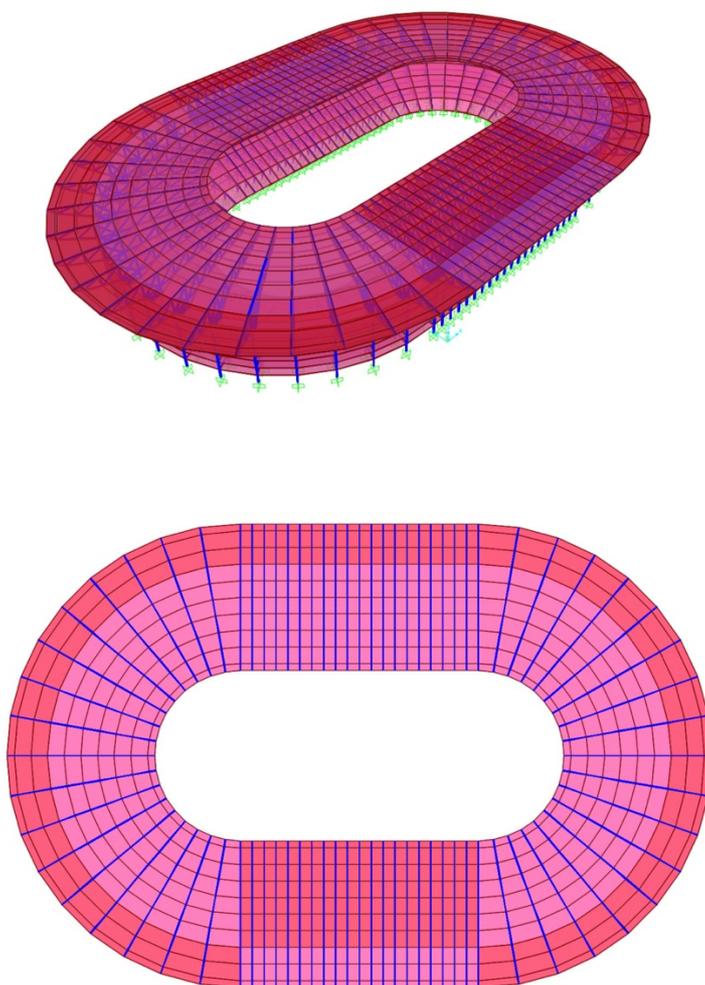
La disposición final de las secciones queda a cargo del promotor, por lo que pueden existir variaciones con las aproximaciones anteriores.

## 5. OTRAS SOLUCIONES

Durante el proceso de diseño y cálculo del estadio se pensaron varias soluciones posibles y se eligió la que se consideró mejor.

Otra solución que se propuso fue simple que la aceptada, consistía en unir las dos gradas principales (de la misma longitud que en la solución final) por una grada circular simplemente.

El estadio quedó de la siguiente forma:



Esta solución se desechó por diferentes motivos. Los principales fueron que la distancia entre el centro de la grada circular y el campo de juego era demasiado grande.



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



Parte I.III

# ANEXO I: CÁLCULO ESTRUCTURAL

Autor: Rodrigo Giménez Azorín

Tutor: Pedro Efrén Martín Concepción

Junio 2019

**INDICE ANEXO I: CÁLCULO ESTRUCTURAL**

1. CÁLCULO DE LAS ACCIONES SOBRE LA ESTRUCTURA.....	3
1.1 CÁLCULO DE LA CARGA PERMANENTE (CP).....	3
1.2 CÁLCULO DE LA SOBRECARGA DE USO (SU).....	4
1.3 CÁLCULO DE LA NIEVE (N).....	5
1.4 CÁLCULO DE LA ACCIÓN DEL VIENTO (V).....	6
2. COMBINACIÓN DE ACCIONES.....	9
3. MODELIZACIÓN EN EL SAP2000 Y RESULTADOS OBTENIDOS.....	10
3.1 ESTUDIO DE TENSIONES.....	14
3.2 ESTUDIO DE DEFORMACIONES.....	15
4. REPRESENTACIÓN DEL ESTADIO COMPLETO.....	16
5. COMPROBACIÓN.....	19
5.1 PILARES.....	20
5.2 VIGAS.....	23
6. RESULTADOS.....	27
7. CÁLCULO DE LAS PLACAS DE ANCLAJE Y CIMENTACIÓN.....	36
8. CÁLCULO DE UNIONES.....	47

## 1. Cálculo de acciones sobre la estructura

La obtención de las acciones actuantes sobre la estructura se realiza siguiendo el Código Técnico de la Edificación.

Las normas consideradas para el cálculo conociendo los tipos de material empleado son los siguientes:

Cimentación: **EHE-08**

Acero: **EAE 2011**

Las acciones aplicadas sobre la estructura del estadio, se considerarán aplicadas sobre las correas (estas transmiten dichas acciones a los nudos de la celosía).

La distancia entre pórticos será de 5 metros en las gradas laterales y de 6 metros en las gradas de fondo, por lo que el ámbito a utilizar será de 5 y 6 metros respectivamente.

### 1.1 Cálculo de la Carga Permanente (CP)

Para el cálculo de la carga permanente se ha tenido en cuenta que en la parte de arriba del pórtico se situará una cubierta de chapa de acero colaborante.

Material	Peso Propio (kN/m <sup>2</sup> )
Chapa de acero simple (una única capa)	0,07 – 0,12
Chapa de aluminio (single skin)	0,04
Aislamiento (madera, por cada 25 mm. de espesor)	0,07
Aislamiento (fibra de vidrio, por cada 100 mm. de espesor)	0,01
Bandejas de soporte (0,4 mm – 0,7 mm de espesor)	0,04 – 0,07
Paneles compuestos (40 mm – 100 mm de espesor)	0,1 – 0,15
Correas de acero (distribuidas a lo largo del área de la cubierta)	0,03
Cubiertas de chapa de acero colaborante	0,2
Triple capa de fieltro con gravilla	0,29
Pizarra	0,4 – 0,5
Tejas (cerámicas o tejas simples de hormigón)	0,6 – 0,8
Tejas (entrelazadas de hormigón)	0,5 – 0,8
Tejado de madera	0,1

Como se puede ver en el CTE DB SE-A, la estimación para ese tipo de cubiertas ligeras son 0,2 kN/m<sup>2</sup>. Se ha tenido en cuenta cualquier tipo de añadido posterior a la construcción (solapes en la cubierta, tornillería empleada...) y se ha estimado que lo ideal es mayorar dicho valor hasta 0,35 kN/m<sup>2</sup>.

$$PP_1 = 0,35 * 5 = 1,75 \frac{kN}{m}$$

$$PP_2 = 0,35 * 6 = 2,1 \frac{kN}{m}$$

La carga permanente repercutida sobre las correas será 1,75 kN/m en los pórticos de las gradas laterales y 2,1 kN/m en los pórticos de las gradas de fondo.

## 1.2 Cálculo de la Sobrecarga de Uso (SU)

Fijándonos en el punto 3 del CTE-AE y sabiendo que, en nuestro caso, la cubierta del estadio solamente será accesible para tareas de mantenimiento o reparación, obtenemos el valor de la sobrecarga de uso de la tabla de dicho punto de la norma.

Tabla 3.1. Valores característicos de las sobrecargas de uso

Categoría de uso		Subcategorías de uso		Carga uniforme [kN/m <sup>2</sup> ]	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 <sup>(1)</sup>
F	Cubiertas transitables accesibles sólo privadamente <sup>(2)</sup>			1	2
G	Cubiertas accesibles únicamente para conservación <sup>(3)</sup>	G1 <sup>(7)</sup>	Cubiertas con inclinación inferior a 20°	1 <sup>(4)(6)</sup>	2
			Cubiertas ligeras sobre correas (sin forjado) <sup>(5)</sup>	0,4 <sup>(4)</sup>	1
		G2	Cubiertas con inclinación superior a 40°	0	2

Por tanto, de la tabla obtenemos que la sobrecarga de uso es 0,4 kN/m<sup>2</sup> (cubiertas accesibles únicamente para conservación [G], cubiertas ligeras sobre correas sin forjado [G1]).

$$SU_1 = 0,4 * 5 = 2 \frac{kN}{m}$$

$$SU_2 = 0,4 * 6 = 2,4 \frac{kN}{m}$$

La sobrecarga de uso repercutida sobre las correas será 2 kN/m en los pórticos de las gradas laterales y 2,4 kN/m en los pórticos de las gradas de fondo.

### 1.3 Cálculo de la Nieve (N)

Para realizar el cálculo de la nieve nos fijamos en la tabla E2 perteneciente al anejo E del CTE-AE. Sabiendo la altitud de la zona en la que se encuentra el estadio (200 m.s.n.m.) y la zona geográfica (Zona de clima invernal 3), podemos averiguar la sobrecarga de nieve.



Figura E.2 Zonas climáticas de invierno

Tabla E.2 Sobrecarga de nieve en un terreno horizontal (kN/m<sup>2</sup>)

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	-	-	-	-	-

La sobrecarga de nieve es 0,2 kN/m<sup>2</sup>.

$$N_1 = 0,2 * 5 = 1 \frac{kN}{m}$$

$$N_2 = 0,2 * 6 = 1,2 \frac{kN}{m}$$

La carga de nieve repercutida sobre las correas será 1 kN/m en los pórticos de las gradas laterales y 1,2 kN/m en los pórticos de las gradas de fondo.

#### 1.4 Cálculo de la acción del viento (V)

La acción del viento puede expresarse según el CTE-AE como:

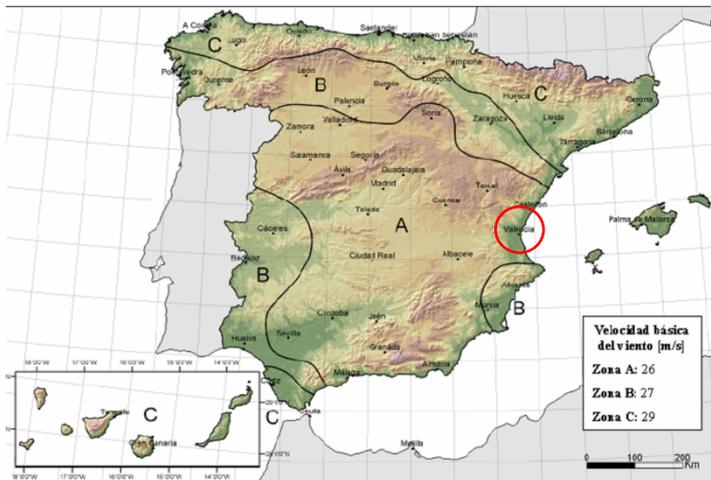
$$q_e = q_b * c_e * c_p$$

Siendo:

- $q_b$ : la presión dinámica del viento
- $c_e$ : el coeficiente de exposición
- $c_p$ : el coeficiente eólico o de presión

#### Presión dinámica del viento

Este coeficiente se obtiene mediante la figura D.1 del anejo D, del CTE-DB-AE, en función del emplazamiento geográfico de la construcción en España.



El coeficiente según la zona es:

- Zona A: 0,42 kN/m<sup>2</sup>
- Zona B: 0,45 kN/m<sup>2</sup>
- Zona C: 0,52 kN/m<sup>2</sup>

El estadio en cuestión estará situado en Valencia, por lo tanto, es Zona A.

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

### Coefficiente de exposición

El coeficiente de exposición depende del grado de aspereza del entorno en el que se encuentra la construcción en cuestión. Se utiliza la tabla D.2, del CTE-DB-AE, para obtener los parámetros necesarios para el cálculo del coeficiente.

Tabla D.2 Coeficientes para tipo de entorno

Grado de aspereza del entorno	Parámetro		
	k	L (m)	Z (m)
I Borde del mar o de un lago, con una superficie de agua en la dirección del viento de al menos 5 km de longitud	0,156	0,003	1,0
II Terreno rural llano sin obstáculos ni arbolado de importancia	0,17	0,01	1,0
III Zona rural accidentada o llana con algunos obstáculos aislados, como árboles o construcciones pequeñas	0,19	0,05	2,0
IV Zona urbana en general, industrial o forestal	0,22	0,3	5,0
V Centro de negocios de grandes ciudades, con profusión de edificios en altura	0,24	1,0	10,0

Sabiendo que el grado de aspereza del entorno es Grado III (Zona rural accidentada o llana con algunos obstáculos aislados, como árboles o construcciones pequeñas) obtenemos:

$$k = 0,19 \quad L = 0,05 \text{ m} \quad Z = 2 \text{ m}$$

La fuerza del viento se puede definir como:

$$F = k * \ln\left(\frac{Z}{L}\right)$$

El coeficiente de exposición se expresa como:

$$C_e = F * (F + 7 * k)$$

Siendo la altura máxima de la estructura de 35 m procedemos al cálculo del coeficiente de exposición:

$$F = 0,19 * \ln\left(\frac{35}{0,05}\right) = 1,245$$

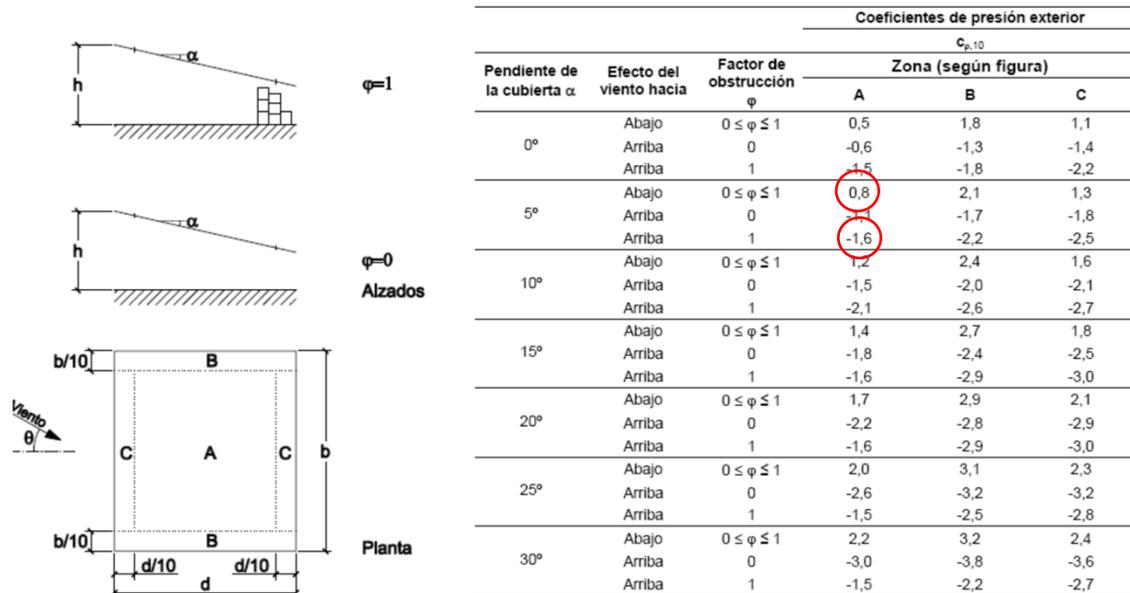
$$C_e = 1,245 * (1,245 + 7 * 0,19) = 3,2$$

El coeficiente de exposición tendrá un valor de 3,2.

### Coeficiente eólico

Para la obtención del coeficiente eólico se ha de tener en cuenta que la cubierta del estadio es una marquesina. La pendiente de cubierta será de 5°.

De la tabla de coeficientes eólicos de marquesina obtenemos el valor tanto con el efecto del viento hacia arriba como hacia abajo.



Teniendo en cuenta solamente la Zona A obtenemos:

Efecto del viento hacia abajo →  $C_p = 0,8$

Efecto del viento hacia arriba →  $C_p = -1,6$

Teniendo ya todos los coeficientes, se procede a calcular la acción del viento.

- Viento de presión:

$$V_{P1} = 0,42 * 3,2 * 5 * 0,8 = 5,376 \approx 5,4 \frac{kN}{m}$$

$$V_{P2} = 0,42 * 3,2 * 6 * 0,8 = 6,4512 \approx 6,45 \frac{kN}{m}$$

- Viento de succión:

$$V_{S1} = 0,42 * 3,2 * 5 * (-1,6) = -10,752 \approx -10,8 \frac{kN}{m}$$

$$V_{S2} = 0,42 * 3,2 * 6 * (-1,6) = -12,9024 \approx -12,9 \frac{kN}{m}$$

Teniendo todas las cargas y acciones que actúan sobre la estructura, se plantean las diferentes combinaciones de Estados Límites de Servicio y de Estados Límites Últimos.

## 2. Combinación de acciones

Se han considerado 10 combinaciones diferentes, otras posibles se han despreciado por ser más favorables a la estructura.

### Estados Límites de Servicio

1º	CP
2º	CP+SU
3º	CP+V <sub>P</sub>
4º	CP+V <sub>S</sub>
5º	CP+SU <sub>GRADA</sub>

### Estados Límites Últimos

6º	1.35*CP
7º	1.35*CP+1.5*SU
8º	1.35*CP+1.5*V <sub>P</sub>
9º	1.35*CP+1.5*V <sub>S</sub>
10º	1,35*CP+1.5*SU <sub>GRADA</sub>

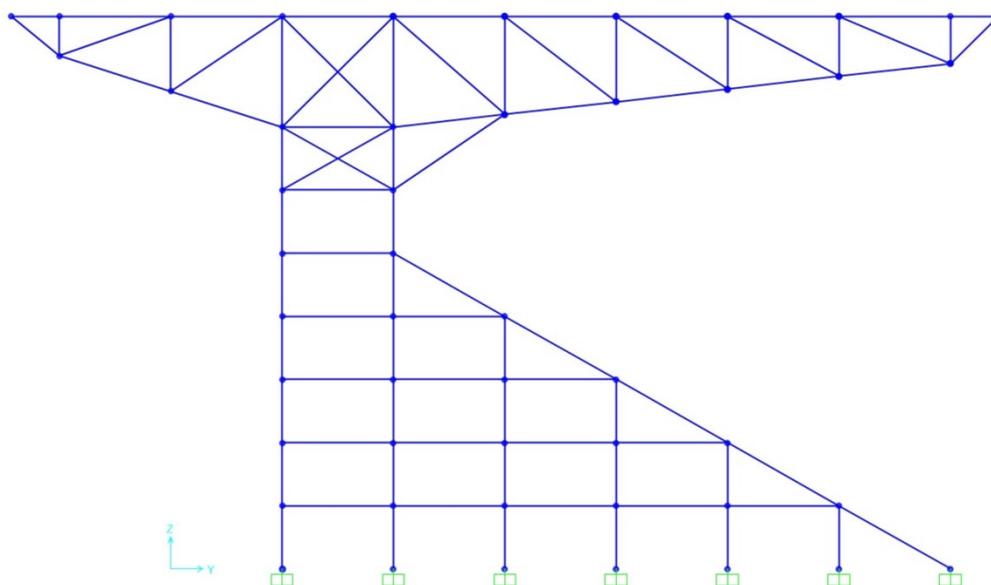
Siendo:

- CP: Carga Permanente
- SU: Sobrecarga de Uso
- SU<sub>GRADA</sub>: Sobrecarga de Uso de la grada
- V<sub>P</sub>: Viento de presión
- V<sub>S</sub>: Viento de succión

### 3. Modelización en el SAP 2000 y resultados obtenidos

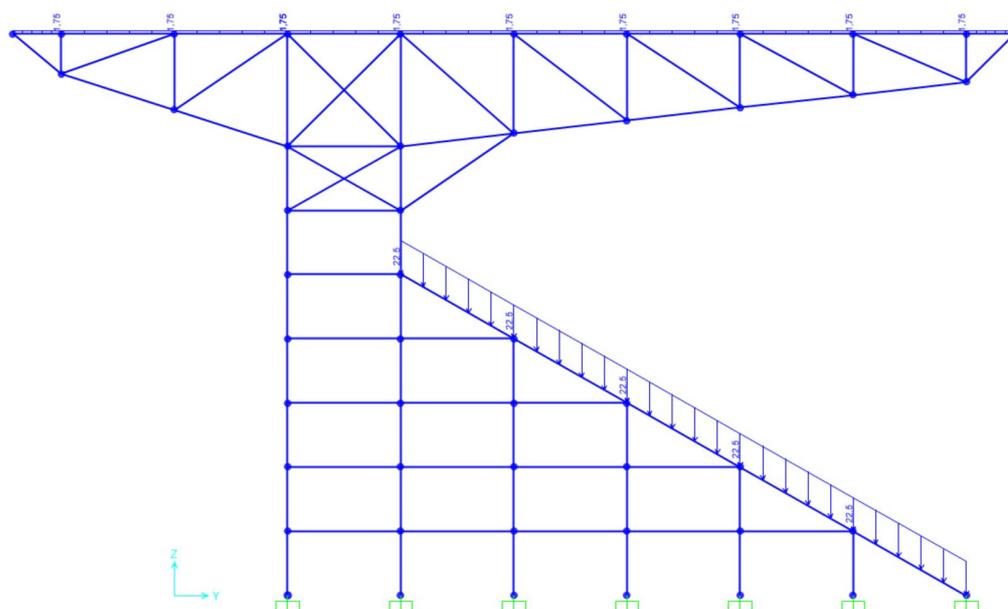
El diseño y la modelización del pórtico tipo y de la estructura completa se ha llevado a cabo a través del programa informático SAP2000.

El pórtico tipo tendrá la siguiente tipología:

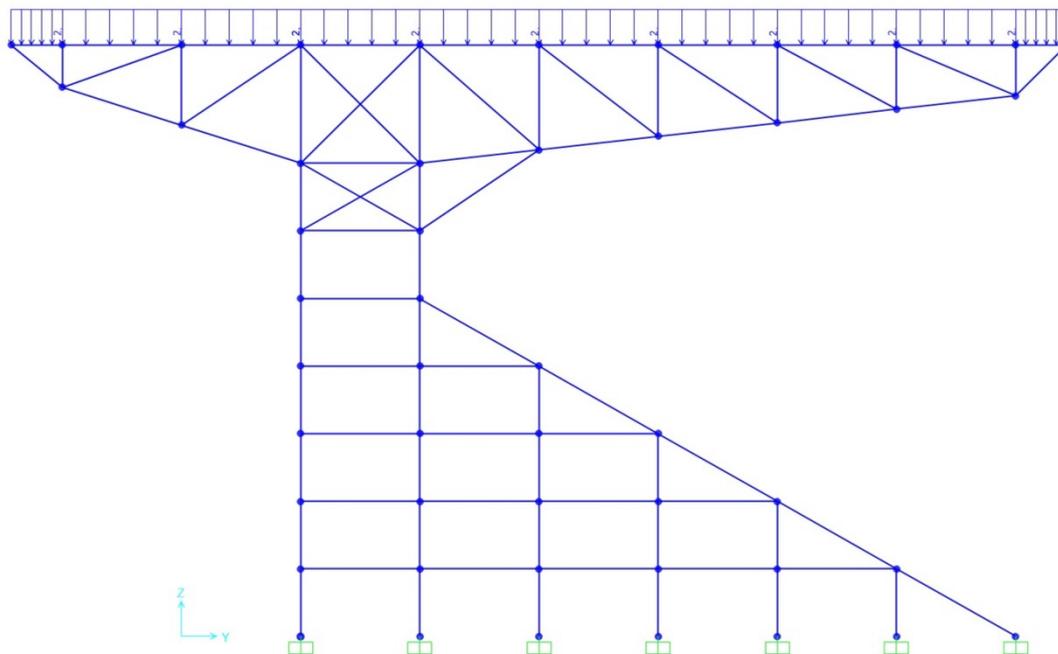


Las acciones que actúan sobre dicho pórtico son cargas distribuidas y se han colocado de la siguiente forma:

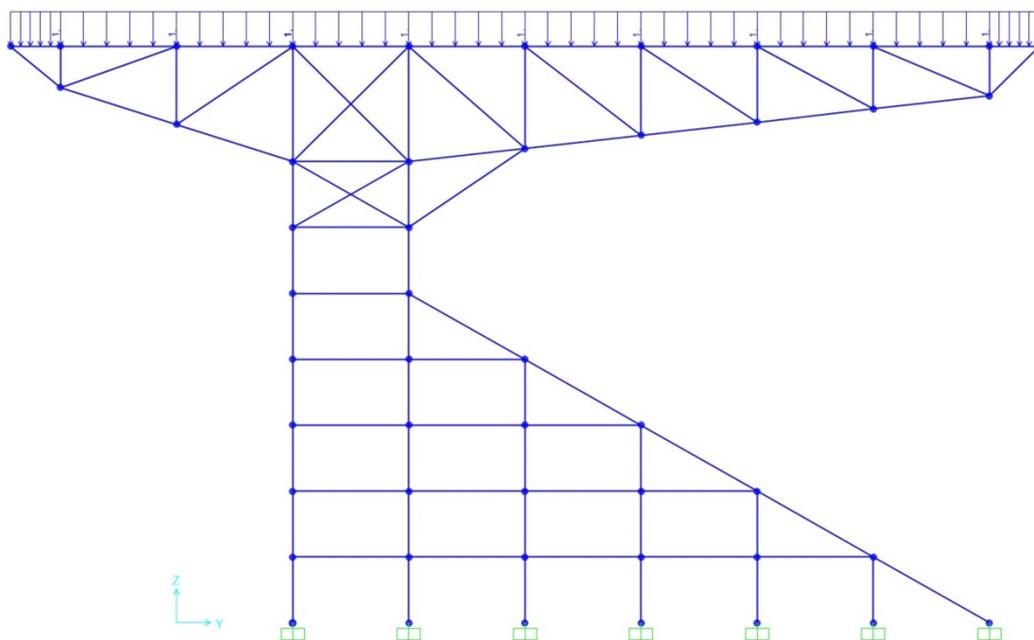
#### Peso Propio



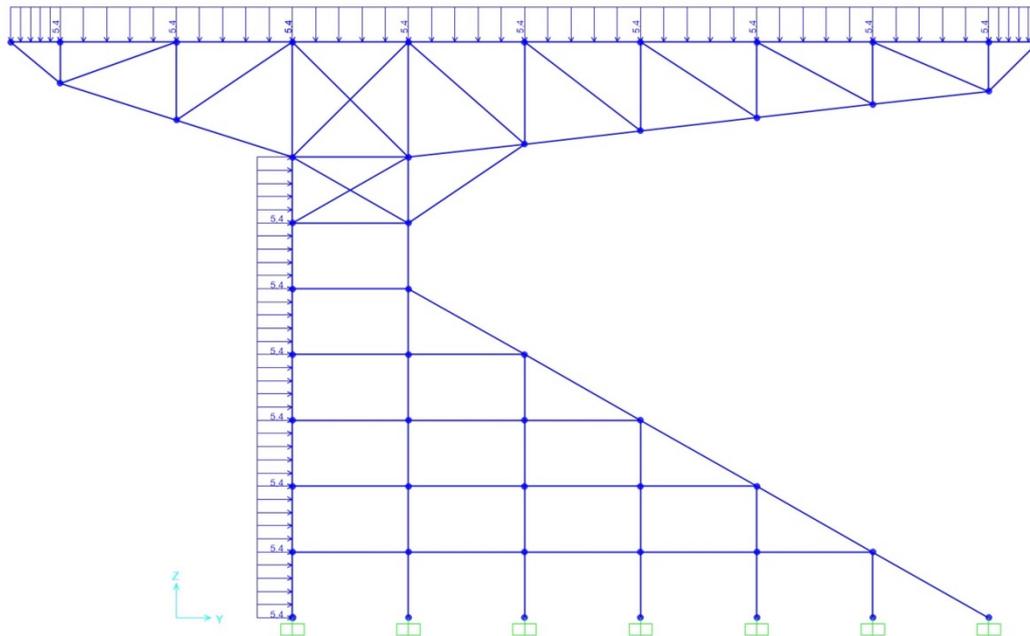
### Sobrecarga de Uso



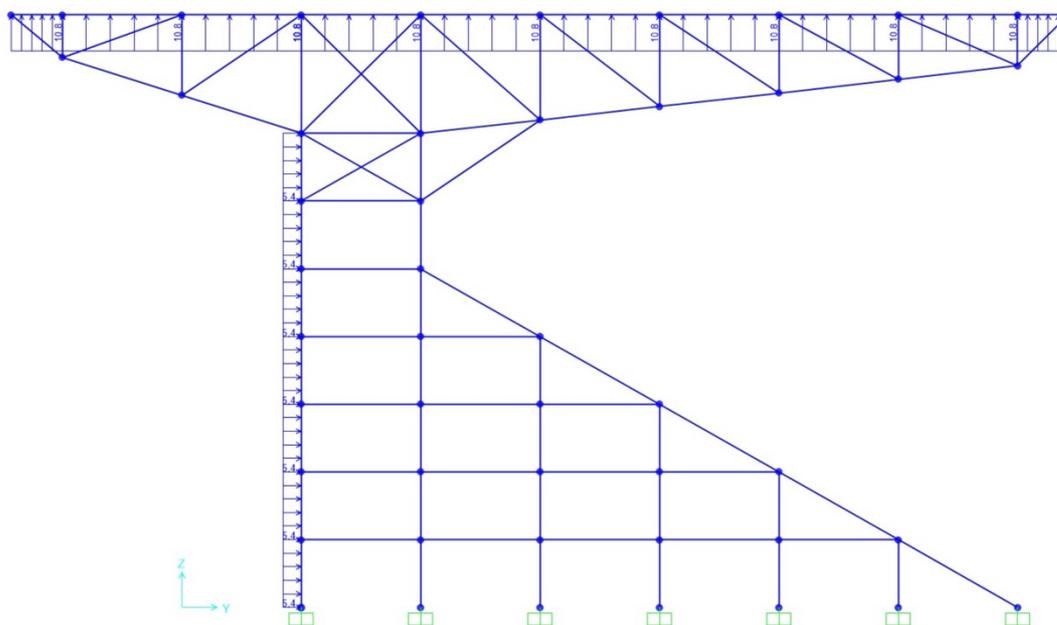
### Nieve



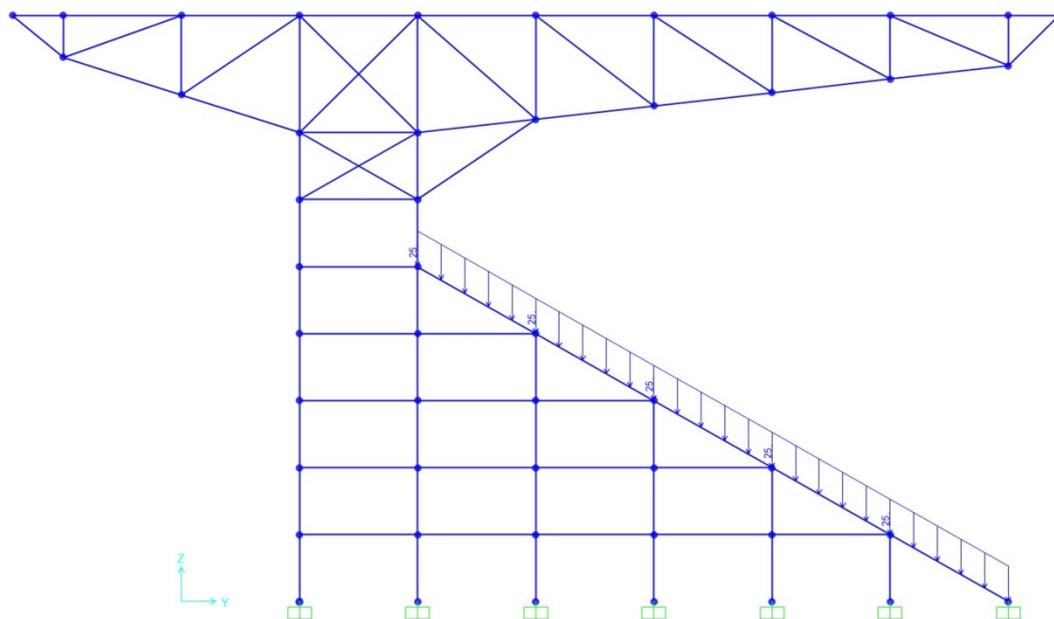
### Viento de presión



### Viento de succión



## Sobrecarga de Uso GRADA



Teniendo las cargas colocadas se ha hecho un predimensionado y se han adoptado las siguientes secciones:

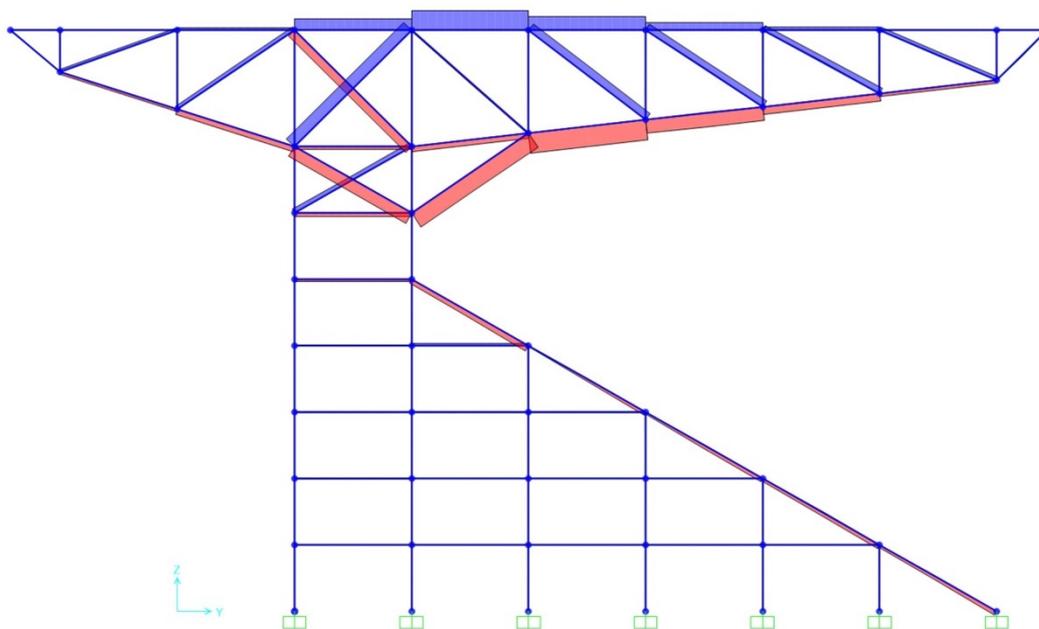


### 3.1 Estudio de tensiones

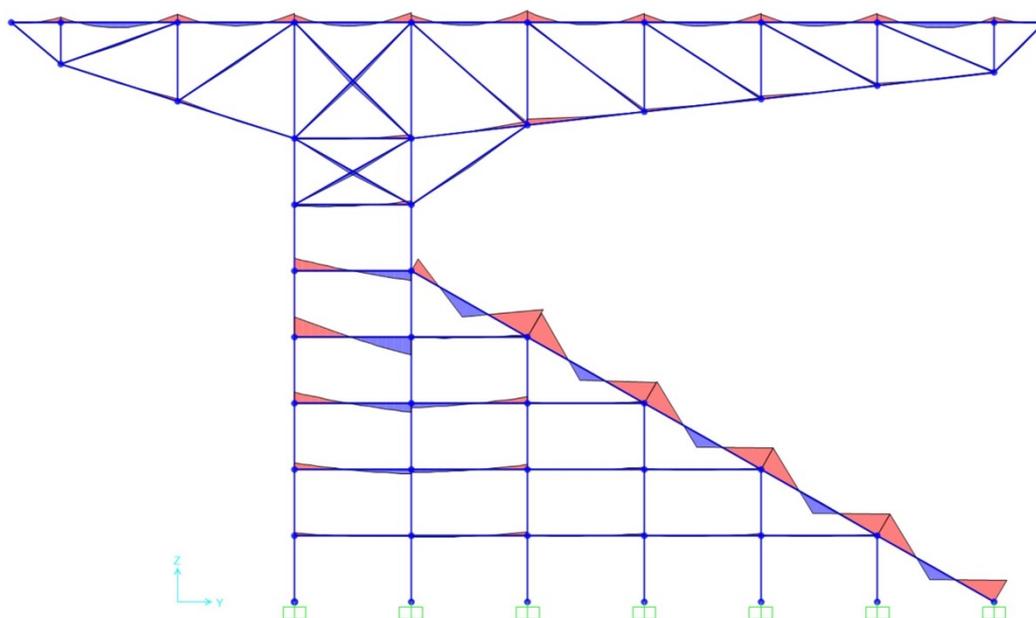
La combinación de cargas más desfavorable para la estructura es la 8ª (ELU: PP+V<sub>P</sub>).

Teniendo en cuenta esa combinación, los diagramas resultantes son:

- AXIL



- MOMENTO 3-3

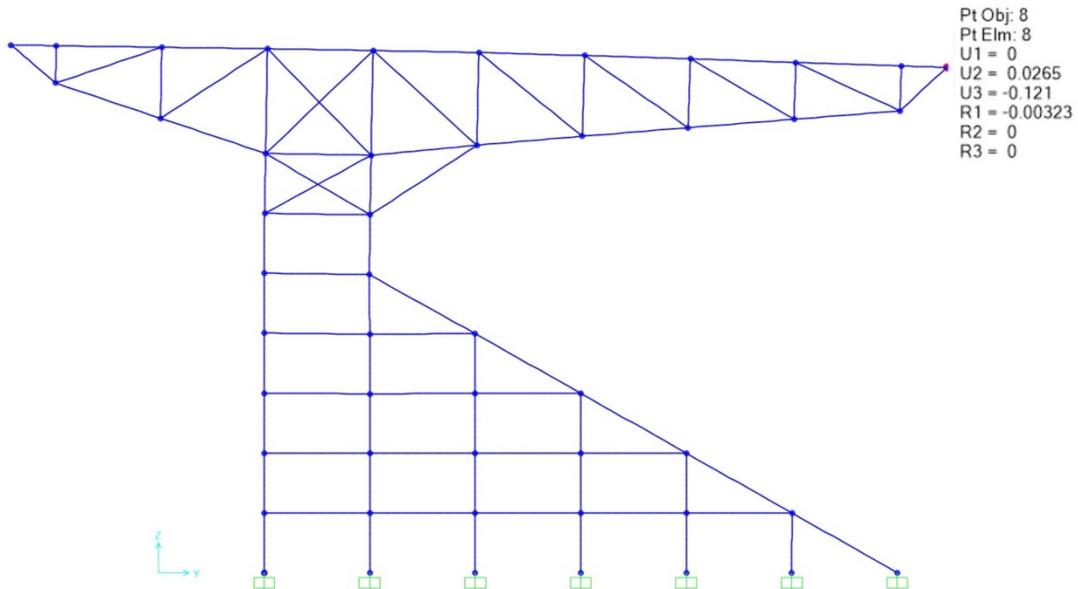


### 3.2 Estudio de deformaciones

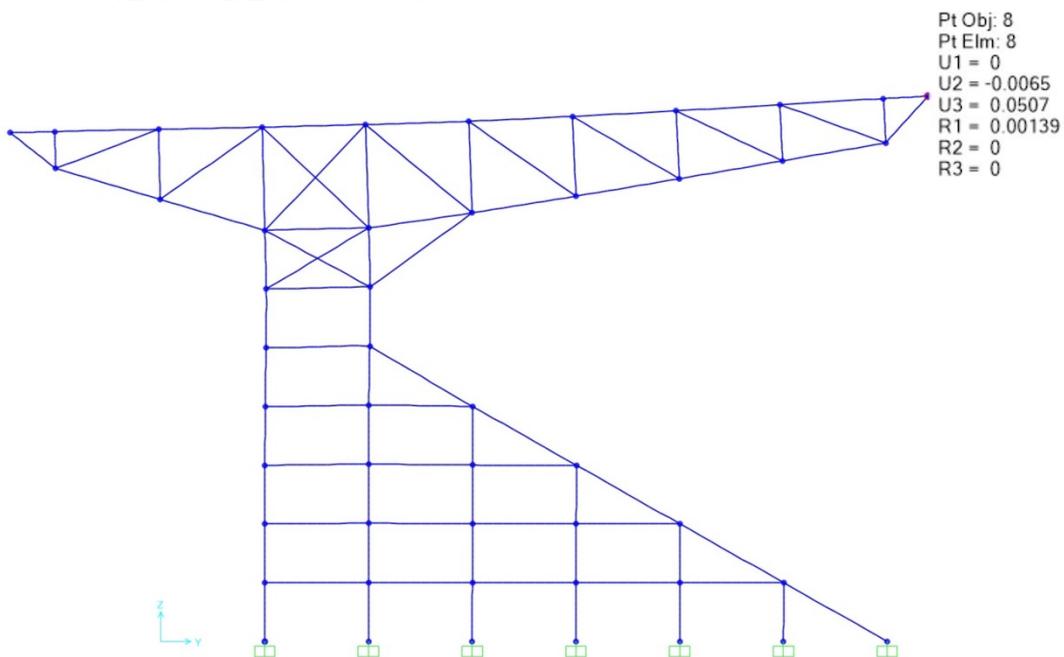
La combinación de cargas más desfavorable para la estructura es la 3<sup>o</sup> (ELS: PP+V<sub>P</sub>).

Teniendo en cuenta esa combinación y la 4<sup>o</sup> (con viento de succión), las mayores deformaciones puntuales son:

#### - VIENTO DE PRESIÓN



#### - VIENTO DE SUCCIÓN

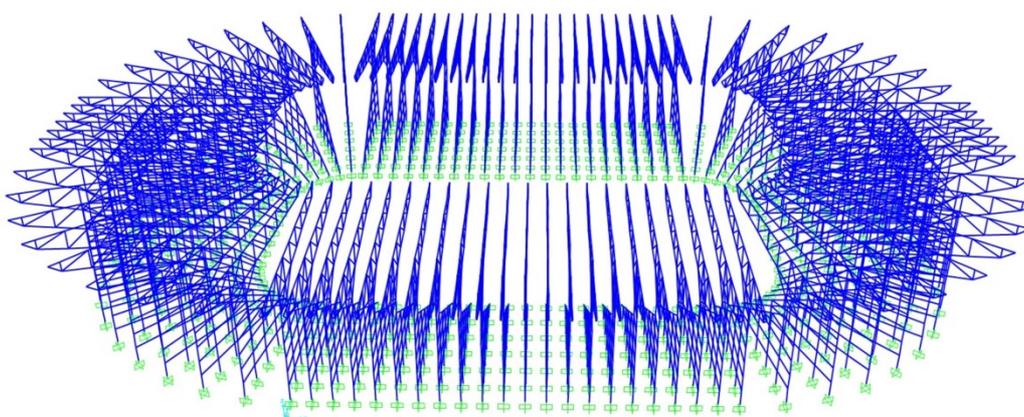
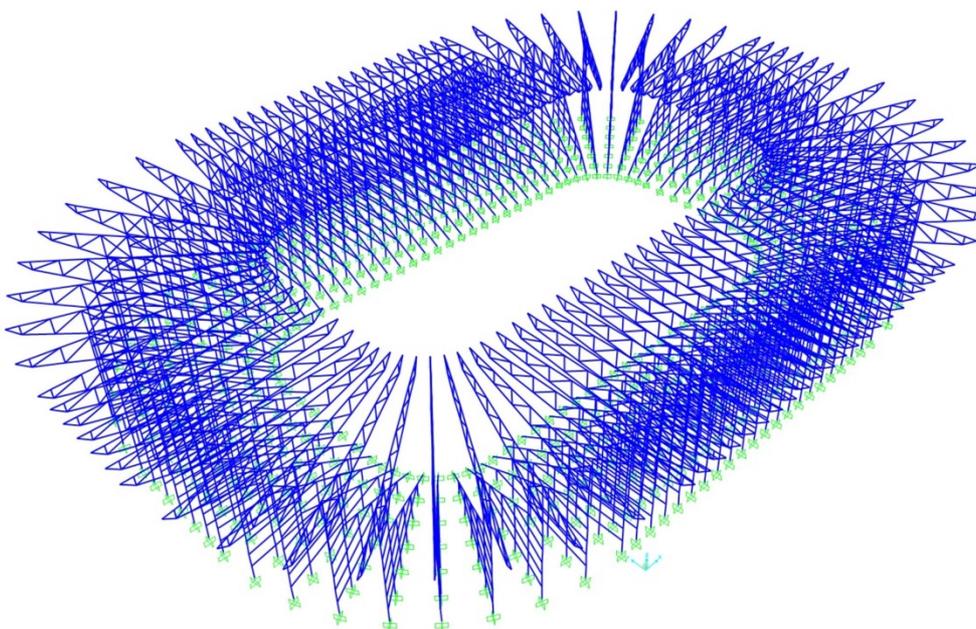


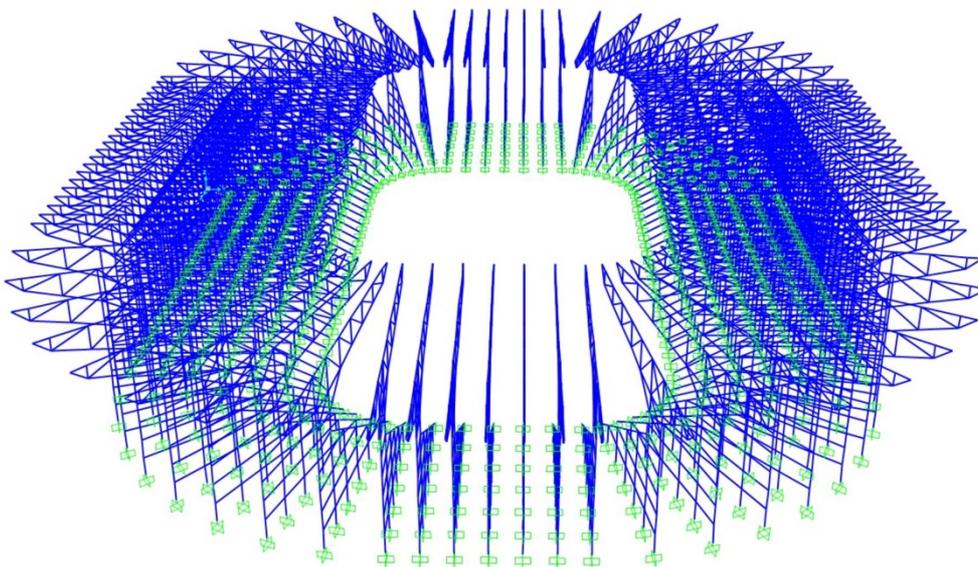
La deformación resultante está expresada en metros.

#### 4. Representación del estadio completo

Se ha representado el estadio completo final en el SAP2000.

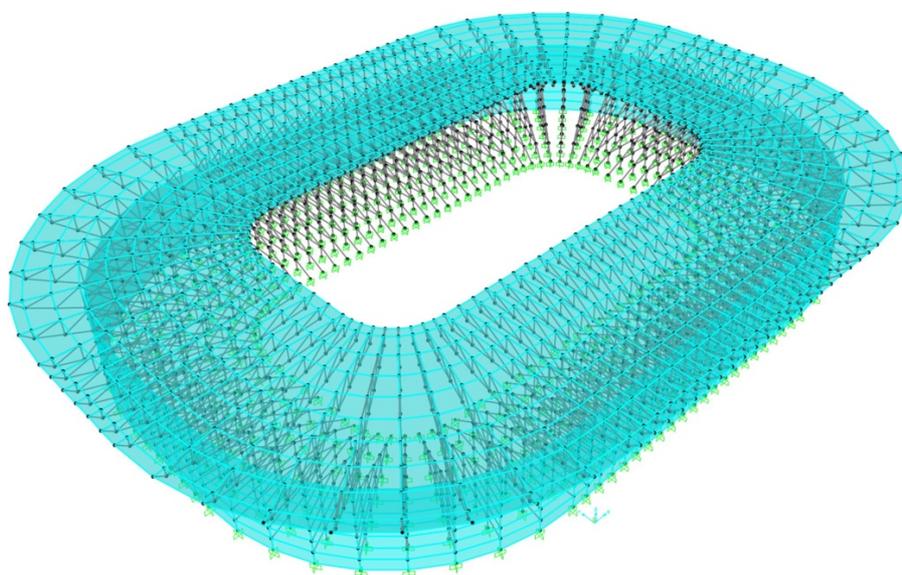
La distribución de pórticos se ha realizado de la siguiente manera:

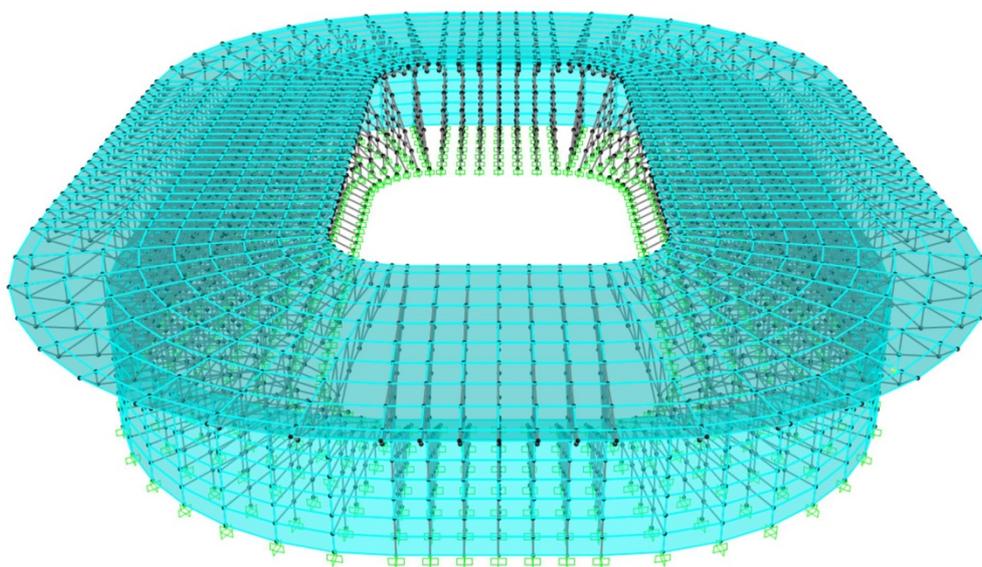
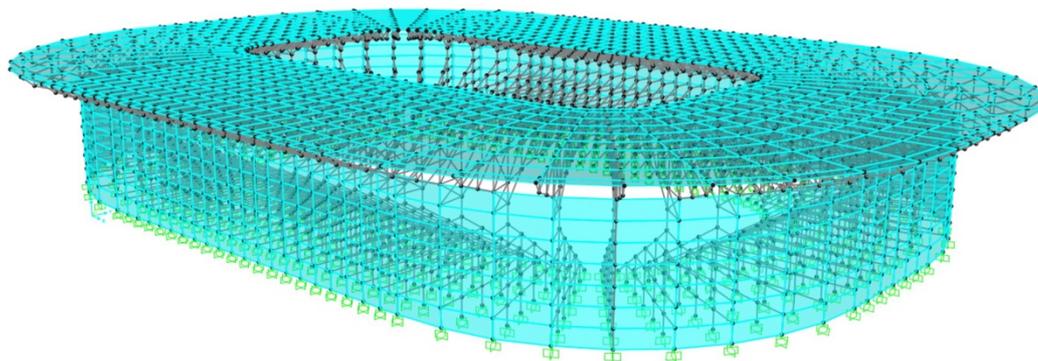




Para poner correctamente las cargas en la estructura del estadio completo se ha procedido a poner áreas sin peso por toda la construcción para, posteriormente, asignarles las cargas correspondientes (en  $\text{kN/m}^2$ ) a dichas áreas.

El modelo obtenido es el siguiente:





## 5. Comprobación

Tras la simulación de la estructura en el SAP 2000 y habiendo obtenido los esfuerzos más desfavorables, así como sus correspondientes deformaciones de los elementos constructivos de la misma, se procede a la comprobación final.

Las comprobaciones a realizar son:

- Comprobación ELU:
  - Comprobación a resistencia.
  - Comprobación por pandeo.
- Comprobación ELS

Se agrupará la estructura en los siguientes elementos:

- Pilares principales
- Pilares grada
- Vigas forjado
- Grada
- Cordones de la celosía
- Montantes y diagonales de la celosía
- Cruces de San Andrés

Se comprobará que los perfiles seleccionados en el predimensionado son correctos. En caso contrario, se obtendrá el perfil más adecuado. Para dicha comprobación se ha utilizado el programa Excel para automatizar el proceso.

Antes de enumerar y definir el proceso seguido, se han de dejar claro algunos términos utilizados:

- $f_y$  = límite elástico
- $f_{yd}$  = resistencia de cálculo del acero
- $\gamma_{Mo}$  = coeficiente parcial de seguridad del material

$$f_{yd} = \frac{f_y}{\gamma_{Mo}} = \frac{275}{1,05} = 261,905 \text{ Mpa}$$

El proceso seguido para la comprobación, así como las fórmulas y ecuaciones utilizadas, ha sido el siguiente:

## 5.1 PILARES

- Comprobación por RESISTENCIA:

$$W_{el,y} \geq \frac{M_{y,ed}}{f_{yd}}$$

Se obtiene un perfil  
y comienzan las  
comprobaciones

En primer lugar, se aplica Von Mises por condición de resistencia.

$$SVM = \sqrt{\sigma^2 + 3t_{xz}^2} \leq \frac{f_y}{\gamma}$$

Se realiza el cálculo de los términos de la expresión anterior.

Tensiones normales  $\longrightarrow \sigma = \frac{N_{ed}}{A} + \frac{M_{y,ed}}{W_{el,y}} + \frac{M_{z,ed}}{W_{el,z}}$

Tensiones tangenciales  $\longrightarrow V_{ed} \leq \frac{1}{2} * V_{PL,Rd}$

$$V_{PL,Rd} \leq \frac{1}{\sqrt{3}} * \frac{A_{vz} * f_y}{\gamma_{M0}} \quad (\text{Cortante en z})$$

$$t_{xz} = \frac{V_z}{A_{vz}}$$

Habiendo obtenido el valor de las tensiones normales y de las tensiones tangenciales se sustituye en la ecuación de Von Mises y se comprueba que la tensión resultante es menor que la resistencia de cálculo del acero S275, si es así, esa parte de la estructura cumplirá la condición de RESISTENCIA.

- Comprobación a PANDEO:

Para realizar la comprobación a pandeo, se ha de seguir el EAE 2011 (apartado 35.2.2.1).

$$\frac{N_{ed}}{\chi * f_{yd} * A} + \frac{1}{1 - \frac{\chi_{LT} * N_{ed}}{N_{cri,y}}} * \frac{C_{my} * M_{y,ed}}{W_{el,y} * f_{yd}} + \frac{1}{1 - \frac{N_{ed}}{N_{cri,z}}} * \frac{C_{mz} * M_{z,ed}}{W_{el,z} * f_{yd}} \leq 1$$

Siendo:

- $\chi$  : Coeficiente de reducción por pandeo
- $\chi_{LT}$  : Coeficiente de reducción por pandeo lateral

Si da menor que 1, la parte de la estructura en cuestión sí cumpliría a PANDEO.

Carga crítica:

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

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

Esbeltez reducida:

$$\lambda_y = \sqrt{\frac{A * f_y}{N_{cri,y}}} \leq 2$$

$$\lambda_z = \sqrt{\frac{A * f_y}{N_{cri,z}}} \leq 2$$

Factor por reducción por pandeo:

$$\Phi = 0,5 * [1 + \alpha * (\lambda - 0,2) + \lambda^2]$$

Siendo:

- $\Phi$  : Factor de reducción por pandeo
- $\alpha$  : Coeficiente de imperfección

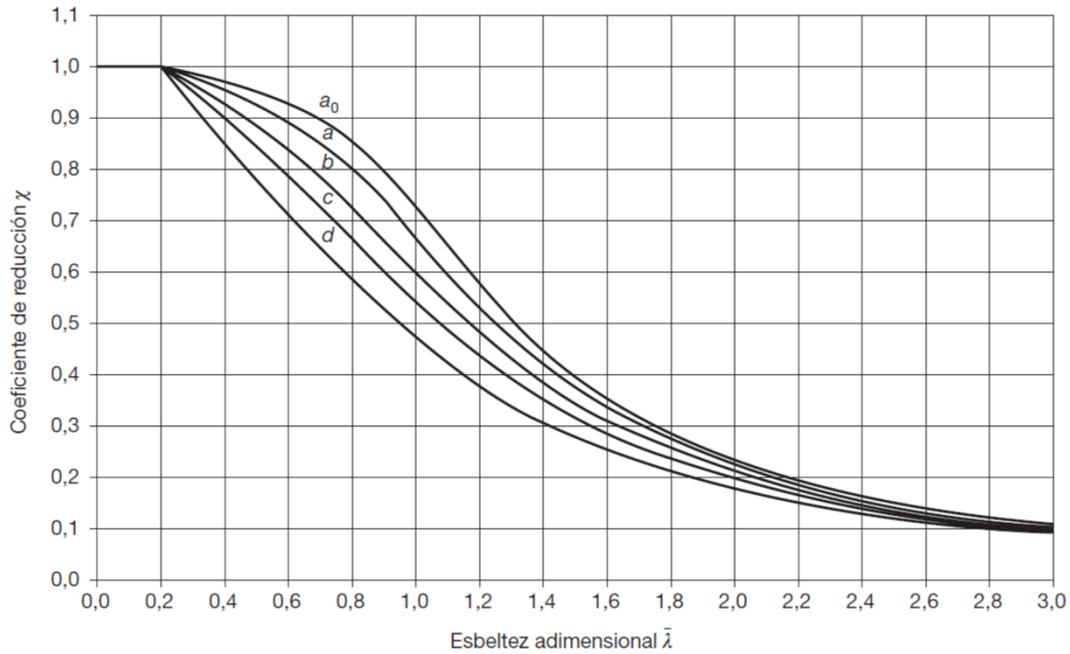
El coeficiente de imperfección y la elección de la curva de pandeo para cada sección se obtienen de las siguientes tablas, pertenecientes a la EAE 2011. (Tabla 35.1.2.a).

Sección transversal		Límites	Pandeo alrededor del eje	Curva de pandeo	
				S 235 S 275 S 355 S 420	S 460
Secciones de perfiles huecos		Acabados en caliente	Cualquiera	a	a <sub>0</sub>
		Conformados en frío	Cualquiera	c	c

Curva de pandeo	a <sub>0</sub>	a	b	c	d
Coeficiente de imperfección $\alpha$	0,13	0,21	0,34	0,49	0,76

La curva de pandeo utilizada es la “c” →  $\alpha = 0,49$

A partir de la siguiente gráfica se obtiene el coeficiente de reducción teniendo previamente la esbeltez y la curva a utilizar.



También se podría obtener el coeficiente de pandeo utilizando la siguiente tabla y conociendo la curva de pandeo y el coeficiente de imperfección.

Tabla 6.3 Valores del coeficiente de pandeo ( $\chi$ )

Esbeltez reducida Coeficiente ( $\alpha$ ) de imperfección	Curva de pandeo				
	$a_0$	$a$	$b$	$c$	$d$
$\leq 0,20$	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
0,30	0,99	0,98	0,96	0,95	0,92
0,40	0,97	0,95	0,93	0,90	0,85
0,50	0,95	0,92	0,88	0,84	0,78
0,60	0,93	0,89	0,84	0,79	0,71
0,70	0,90	0,85	0,78	0,72	0,64
0,80	0,85	0,80	0,72	0,66	0,58
0,90	0,80	0,73	0,66	0,60	0,52
1,00	0,73	0,67	0,60	0,54	0,47
1,10	0,65	0,60	0,54	0,48	0,42
1,20	0,57	0,53	0,48	0,43	0,38
1,30	0,51	0,47	0,43	0,39	0,34
1,40	0,45	0,42	0,38	0,35	0,31
1,50	0,40	0,37	0,34	0,31	0,28
1,60	0,35	0,32	0,31	0,28	0,25
1,80	0,28	0,27	0,25	0,23	0,21
2,00 <sup>(1)</sup>	0,23	0,22	0,21	0,20	0,18
2,20 <sup>(1)</sup>	0,19	0,19	0,18	0,17	0,15
2,40 <sup>(1)</sup>	0,16	0,16	0,15	0,14	0,13
2,70 <sup>(2)</sup>	0,13	0,13	0,12	0,12	0,11
3,00 <sup>(2)</sup>	0,11	0,10	0,10	0,10	0,09

<sup>(1)</sup> esbeltez intolerable en los elementos principales

<sup>(2)</sup> esbeltez intolerable incluso en elementos de arriostramiento

- Comprobación de los ELS:

El desplome del pilar ha de cumplir con la condición de ELS de deformación. Para que cumpla, el desplome máximo del pilar ha de ser menor o igual a  $L/250$ .

$$\text{Desplome máximo} \leq \frac{L}{250}$$

## 5.2 VIGAS

- Comprobación por RESISTENCIA:

$$W_{el,y} \geq \frac{M_{y,ed}}{f_{yd}}$$

Se obtiene un perfil y comienzan las comprobaciones

En primer lugar, se aplica Von Mises por condición de resistencia.

$$SVM = \sqrt{\sigma^2 + 3t_{xz}^2} \leq \frac{f_y}{\gamma}$$

Se realiza el cálculo de los términos de la expresión anterior.

Tensiones normales  $\longrightarrow \sigma = \frac{N_{ed}}{A} + \frac{M_{y,ed}}{W_{el,y}} + \frac{M_{z,ed}}{W_{el,z}}$

Tensiones tangenciales  $\longrightarrow V_{ed} \leq \frac{1}{2} * V_{PL,Rd}$

$$V_{PL,Rd} \leq \frac{1}{\sqrt{3}} * \frac{A_{vz} * f_y}{\gamma_{M0}} \quad (\text{Cortante en z})$$

$$t_{xz} = \frac{V_z}{A_{vz}}$$

Habiendo obtenido el valor de las tensiones normales y de las tensiones tangenciales se sustituye en la ecuación de Von Mises y se comprueba que la tensión resultante es menor que la resistencia de cálculo del acero S275, si es así, esa parte de la estructura cumplirá la condición de RESISTENCIA.

- Comprobación a PANDEO LATERAL:

Para realizar la comprobación a pandeo de la viga en cuestión, se ha de seguir el EAE 2011 (apartado 34.7.2).

Se debe cumplir la siguiente inecuación:

$$M_{y,ed} \leq M_{bd,Rb}$$

Siendo:

- $M_{y,ed}$  : valor de cálculo del momento flector
- $M_{bd,Rb}$  : valor de cálculo de la resistencia frente al pandeo lateral

El valor de cálculo de la resistencia frente al pandeo lateral se calcula como:

$$M_{bd,Rb} = \chi_{LT} * W_{el,y} * f_{yd}$$

Se procede a calcular los parámetros necesarios para sustituirlos en la ecuación anterior.

Esbeltez adimensional:

$$\lambda_{lt} = \sqrt{\frac{W_{el,y} * f_y}{M_{cri}}} \leq 2$$

Momento crítico con alabeo:

$$M_{cri} = C_1 * \frac{\pi}{L} * \sqrt{E * I_z * G * I_T} * \sqrt{\frac{\pi^2 * E * I_W}{L^2 * G * I_T} + 1}$$

Siendo:

- Módulo de elasticidad:  $E = 210\,000 \text{ N/mm}^2$
- Módulo de elasticidad transversal:  $G = 81\,000 \text{ N/mm}^2$
- Coeficiente de Poisson:  $\nu = 0,3$
- Coeficiente de dilatación lineal:  $\alpha = 12 * 10^{-6} / ^\circ\text{C}$
- Densidad:  $\rho = 7850 \text{ kg/m}^3$
- $C_1$ : Coeficiente de forma del momento

El coeficiente de forma del momento depende de cómo esté la viga apoyada. En la siguiente tabla se puede ver las distintas situaciones de apoyo y sus diferentes coeficientes para cada una de ellas.

Condiciones de carga y de apoyo	Diagrama de momentos flectores	Valor de k	Valores de coeficientes		
			C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>
		1,0 0,5	1,132 0,972	0,459 0,304	0,525 0,980
		1,0 0,5	1,285 0,712	1,562 0,652	0,753 1,070
		1,0 0,5	1,365 1,070	0,553 0,432	1,730 3,050
		1,0 0,5	1,565 0,938	1,257 0,715	2,540 4,800
		1,0 0,5	1,046 1,010	0,430 0,410	1,120 1,890

Factor por reducción por pandeo:

$$\Phi = 0,5 * [1 + \alpha * (\lambda - 0,2) + \lambda^2]$$

Siendo:

- $\Phi$  : Factor de reducción por pandeo
- $\alpha$  : Coeficiente de imperfección

El coeficiente de imperfección y la elección de la curva de pandeo para cada sección se obtienen de las siguientes tablas, pertenecientes a la EAE 2011. (Tabla 35.2.2).

Curva de pandeo	a	b	c	d
Coeficiente de imperfección $\alpha_{LT}$	0,21	0,34	0,49	0,76

Sección transversal	Límites	Curva de pandeo
Secciones de perfiles laminados en doble T	$h/b \leq 2$	b
	$h/b > 2$	c
Secciones soldadas en doble T	$h/b \leq 2$	c
	$h/b > 2$	d

Obteniendo el valor de cálculo de la resistencia frente al pandeo lateral, se comprueba definitivamente si la viga en cuestión cumple a PANDEO LATERAL.

De la tabla 20.3 de la EAE 2011 obtenemos la definición del coeficiente  $\varepsilon$ .

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{275}} = 0,924$$

- Comprobación de los ELS:

Se ha de comprobar que el desplome de la viga cumple con la condición de deformación. Dicha condición es que el desplome máximo del pilar no sea mayor a  $L/300$ .

$$\text{Desplome máximo} \leq \frac{L}{300}$$

Definido ya el proceso de comprobación seguido, se procede a la muestra de resultados.

## 6. RESULTADOS

### - PILARES PRINCIPALES

Los valores más desfavorables de las acciones que actúan sobre esta parte de la estructura son:

ESFUERZOS	AXIL	Cortante Vz	Cortante Vy
kN	-2063,508	96,631	0

ESFUERZOS	Torsión, Mx	Flector, Z	Flector, Y
kN·m	0	0	-248,142

La sección propuesta es:

SECCIÓN CUADRADA	
Base, b (mm)	500
Altura, h (mm)	500
Espesor base (mm)	12
Espesor altura (mm)	12

Las características de la sección elegida son:

PESO (Kg/m)	Área (mm <sup>2</sup> )	Inercia Y, Z	Mód. Resis. Y, Z	Radio giro Y, Z
183,88	23424,00	930276352	3721105	199,29

Las tensiones normales calculadas para la comprobación por resistencia son:

TENSIONES NORMALES			
Axil	Pandeo	Flector Y	Flector Z
-88,1	-98,4	-66,7	0,0

Las tensiones tangenciales calculadas para la comprobación por resistencia son:

TENSIONES TANGENCIALES	
Cortantes	Torsión
8,1	0,0

La longitud de pandeo mayor en esta parte de la estructura es:

Longitud pandeo, Y (m)	Longitud pandeo, Z (m)	Longitud pandeo flexión (m)
7	7	7

Teniendo en cuenta el pandeo, las tensiones normales y tangenciales totales son:

TENSIONES NORMALES TOTALES		TENSIONES TANGENCIALES TOTALES	
Sin Pandeo	Con Pandeo		
-154,8	-165,1		8,1

Aplicando Von Mises, se obtienen los siguientes resultados:

SVM, sin Pandeo	SVM, con Pandeo	SVM, Inestabilidad
155,4	165,7	165,7

$$165,7 \text{ Mpa} \leq 261,9 \text{ Mpa}$$

### CUMPLE POR RESISTENCIA

#### - PILARES GRADA

Los valores más desfavorables de las acciones que actúan sobre esta parte de la estructura son:

ESFUERZOS	AXIL	Cortante Vz	Cortante Vy
kN	-692,582	14,281	0

ESFUERZOS	Torsión, Mx	Flector, Z	Flector, Y
kN·m	0	0	-39,107

La sección propuesta es:

SECCIÓN CUADRADA	
Base, b (mm)	400
Altura, h (mm)	400
Espesor base (mm)	10
Espesor altura (mm)	10

Las características de la sección elegida son:

PESO (Kg/m)	Área (mm <sup>2</sup> )	Inercia Y, Z	Mód. Resis. Y, Z	Radio giro Y, Z
122,46	15600,00	395720000	1978600	159,27

Las tensiones normales calculadas para la comprobación por resistencia son:

TENSIONES NORMALES			
Axil	Pandeo	Flector Y	Flector Z
-44,4	-46,5	-19,8	0,0

Las tensiones tangenciales calculadas para la comprobación por resistencia son:

TENSIONES TANGENCIALES	
Cortantes	Torsión
1,8	0,0

La longitud de pandeo mayor en esta parte de la estructura es:

Longitud pandeo, Y (m)	Longitud pandeo, Z (m)	Longitud pandeo flexión (m)
4	4	4

Teniendo en cuenta el pandeo, las tensiones normales y tangenciales totales son:

TENSIONES NORMALES TOTALES		TENSIONES TANGENCIALES TOTALES	
Sin Pandeo	Con Pandeo		
-64,2	-66,3	1,8	

Aplicando Von Mises, se obtienen los siguientes resultados:

SVM, sin Pandeo	SVM, con Pandeo	SVM, Inestabilidad
64,2	66,3	66,3

$$66,3 \text{ Mpa} \leq 261,9 \text{ Mpa}$$

### CUMPLE POR RESISTENCIA

#### - VIGAS FORJADO

Los valores más desfavorables de las acciones que actúan sobre esta parte de la estructura son:

ESFUERZOS	AXIL	Cortante Vz	Cortante Vy
kN	-139,299	0	-38,814

ESFUERZOS	Torsión, Mx	Flector, Z	Flector, Y
kN·m	0	-121,302	0

La sección propuesta es:

<b>SECCIÓN CUADRADA</b>	
Base, b (mm)	400
Altura, h (mm)	400
Espesor base (mm)	10
Espesor altura (mm)	10

Las características de la sección elegida son:

PESO (Kg/m)	Área (mm <sup>2</sup> )	Inercia Y, Z	Mód. Resis. Y, Z	Radio giro Y, Z
122,46	15600,00	395720000	1978600	159,27

Las tensiones normales calculadas para la comprobación por resistencia son:

<b>TENSIONES NORMALES</b>			
Axil	Pandeo	Flector Y	Flector Z
-8,9	-10,6	0,0	-61,3

Las tensiones tangenciales calculadas para la comprobación por resistencia son:

<b>TENSIONES TANGENCIALES</b>	
Cortantes	Torsión
4,9	0,0

La longitud de pandeo mayor en esta parte de la estructura es:

Longitud pandeo, Y (m)	Longitud pandeo, Z (m)	Longitud pandeo flexión (m)
7	7	7

Teniendo en cuenta el pandeo, las tensiones normales y tangenciales totales son:

<b>TENSIONES NORMALES TOTALES</b>		<b>TENSIONES TANGENCIALES TOTALES</b>	
Sin Pandeo	Con Pandeo		
-70,2	-71,9	4,9	

Aplicando Von Mises, se obtienen los siguientes resultados:

SVM, sin Pandeo	SVM, con Pandeo	SVM, Inestabilidad
70,7	72,4	72,4

$$72,4 \text{ Mpa} \leq 261,9 \text{ Mpa}$$

### CUMPLE POR RESISTENCIA

#### - GRADA

Los valores más desfavorables de las acciones que actúan sobre esta parte de la estructura son:

ESFUERZOS	AXIL	Cortante Vz	Cortante Vy
kN	-367,577	0	253,442

ESFUERZOS	Torsión, Mx	Flector, Z	Flector, Y
kN·m	0	-352,324	0

La sección propuesta es:

SECCIÓN CUADRADA	
Base, b (mm)	400
Altura, h (mm)	400
Espesor base (mm)	10
Espesor altura (mm)	10

Las características de la sección elegida son:

PESO (Kg/m)	Área (mm <sup>2</sup> )	Inercia Y, Z	Mód. Resis. Y, Z	Radio giro Y, Z
122,46	15600,00	395720000	1978600	159,27

Las tensiones normales calculadas para la comprobación por resistencia son:

TENSIONES NORMALES			
Axil	Pandeo	Flector Y	Flector Z
-23,6	-29,5	0,0	-178,1

Las tensiones tangenciales calculadas para la comprobación por resistencia son:

TENSIONES TANGENCIALES	
Cortantes	Torsión
31,7	0,0

La longitud de pandeo mayor en esta parte de la estructura es:

Longitud pandeo, Y (m)	Longitud pandeo, Z (m)	Longitud pandeo flexión (m)
8	8	8

Teniendo en cuenta el pandeo, las tensiones normales y tangenciales totales son:

TENSIONES NORMALES TOTALES		TENSIONES TANGENCIALES TOTALES	
Sin Pandeo	Con Pandeo		
-201,6	-207,6	31,7	

Aplicando Von Mises, se obtienen los siguientes resultados:

SVM, sin Pandeo	SVM, con Pandeo	SVM, Inestabilidad
209,0	214,7	214,7

$$214,7 \text{ Mpa} \leq 261,9 \text{ Mpa}$$

### CUMPLE POR RESISTENCIA

- CORDONES DE LA CELOSÍA

Los valores más desfavorables de las acciones que actúan sobre esta parte de la estructura son:

ESFUERZOS	AXIL	Cortante Vz	Cortante Vy
kN	-1201,686	0	48,756

ESFUERZOS	Torsión, Mx	Flector, Z	Flector, Y
kN·m	0	-73,440	0

La sección propuesta es:

SECCIÓN CUADRADA	
Base, b (mm)	400
Altura, h (mm)	400
Espesor base (mm)	10
Espesor altura (mm)	10

Las características de la sección elegida son:

PESO (Kg/m)	Área (mm <sup>2</sup> )	Inercia Y, Z	Mód. Resis. Y, Z	Radio giro Y, Z
122,46	15600,00	395720000	1978600	159,27

Las tensiones normales calculadas para la comprobación por resistencia son:

TENSIONES NORMALES			
Axil	Pandeo	Flector Y	Flector Z
-77,0	-91,8	0,0	-37,1

Las tensiones tangenciales calculadas para la comprobación por resistencia son:

TENSIONES TANGENCIALES	
Cortantes	Torsión
6,1	0,0

La longitud de pandeo mayor en esta parte de la estructura es:

Longitud pandeo, Y (m)	Longitud pandeo, Z (m)	Longitud pandeo flexión (m)
7	7	7

Teniendo en cuenta el pandeo, las tensiones normales y tangenciales totales son:

TENSIONES NORMALES TOTALES		TENSIONES TANGENCIALES TOTALES	
Sin Pandeo	Con Pandeo		
-114,1	-128,9	6,1	

Aplicando Von Mises, se obtienen los siguientes resultados:

SVM, sin Pandeo	SVM, con Pandeo	SVM, Inestabilidad
114,6	129,3	129,3

$$129,3 \text{ Mpa} \leq 261,9 \text{ Mpa}$$

### CUMPLE POR RESISTENCIA

- MONTANTES Y DIAGONALES DE LA CELOSÍA

Los valores más desfavorables de las acciones que actúan sobre esta parte de la estructura son:

ESFUERZOS	AXIL	Cortante Vz	Cortante Vy
kN	479,777	0	-5,151

ESFUERZOS	Torsión, Mx	Flector, Z	Flector, Y
kN·m	0	-12,996	0

La sección propuesta es:

<b>SECCIÓN CUADRADA</b>	
Base, b (mm)	300
Altura, h (mm)	300
Espesor base (mm)	10
Espesor altura (mm)	10

Las características de la sección elegida son:

PESO (Kg/m)	Área (mm <sup>2</sup> )	Inercia Y, Z	Mód. Resis. Y, Z	Radio giro Y, Z
91,06	11600,00	162786667	1085244	118,46

Las tensiones normales calculadas para la comprobación por resistencia son:

<b>TENSIONES NORMALES</b>			
Axil	Pandeo	Flector Y	Flector Z
41,4	69,6	0,0	12,0

Las tensiones tangenciales calculadas para la comprobación por resistencia son:

<b>TENSIONES TANGENCIALES</b>	
Cortantes	Torsión
0,9	0,0

La longitud de pandeo mayor en esta parte de la estructura es:

Longitud pandeo, Y (m)	Longitud pandeo, Z (m)	Longitud pandeo flexión (m)
9,35	9,35	9,35

Teniendo en cuenta el pandeo, las tensiones normales y tangenciales totales son:

<b>TENSIONES NORMALES TOTALES</b>		<b>TENSIONES TANGENCIALES TOTALES</b>	
Sin Pandeo	Con Pandeo		
53,3	81,6	0,9	

Aplicando Von Mises, se obtienen los siguientes resultados:

SVM, sin Pandeo	SVM, con Pandeo	SVM, Inestabilidad
53,4	81,6	81,6

$$81,6 \text{ Mpa} \leq 261,9 \text{ Mpa}$$

### CUMPLE POR RESISTENCIA

#### - CRUCES DE SAN ANDRÉS

Los valores más desfavorables de las acciones que actúan sobre esta parte de la estructura son:

ESFUERZOS	AXIL	Cortante Vz	Cortante Vy
kN	-707,847	0	8,519

ESFUERZOS	Torsión, Mx	Flector, Z	Flector, Y
kN·m	0	-21,084	0

La sección propuesta es:

SECCIÓN CUADRADA	
Base, b (mm)	500
Altura, h (mm)	500
Espesor base (mm)	12
Espesor altura (mm)	12

Las características de la sección elegida son:

PESO (Kg/m)	Área (mm <sup>2</sup> )	Inercia Y, Z	Mód. Resis. Y, Z	Radio giro Y, Z
183,88	23424,00	930276352	3721105	199,29

Las tensiones normales calculadas para la comprobación por resistencia son:

TENSIONES NORMALES			
Axil	Pandeo	Flector Y	Flector Z
-30,2	-37,9	0,0	-5,7

Las tensiones tangenciales calculadas para la comprobación por resistencia son:

TENSIONES TANGENCIALES	
Cortantes	Torsión
0,7	0,0

La longitud de pandeo mayor en esta parte de la estructura es:

Longitud pandeo, Y (m)	Longitud pandeo, Z (m)	Longitud pandeo flexión (m)
10	10	10

Teniendo en cuenta el pandeo, las tensiones normales y tangenciales totales son:

TENSIONES NORMALES TOTALES		TENSIONES TANGENCIALES TOTALES	
Sin Pandeo	Con Pandeo		
-35,9	-43,5	0,7	

Aplicando Von Mises, se obtienen los siguientes resultados:

SVM, sin Pandeo	SVM, con Pandeo	SVM, Inestabilidad
35,9	43,5	43,5

$$43,5 \text{ Mpa} \leq 261,9 \text{ Mpa}$$

**CUMPLE POR RESISTENCIA**

## 7. Cálculo de las placas de anclaje y cimentación

Para el cálculo de las placas de anclaje primero se van a realizar unos cálculos y un primer predimensionado y posteriormente se comprobará completamente utilizando el programa ROBOT STRUCTURAL.

### PILAR DE 500x500x12

Acciones que actúan sobre la cimentación:

$$N_x = -2023,135 \text{ kN}$$

$$M_y = 37,625 \text{ kN}$$

Posibles dimensiones:

$$a = 500 + 200 + 200 = 900 \text{ mm}$$

$$b = 500 + 200 + 200 = 900 \text{ mm}$$

$$t = 30 \text{ mm}$$

$$c = t * \sqrt{\frac{f_y}{3 * f_{cd} * \gamma_{M01}}} = 30 * \sqrt{\frac{275}{3 * 16,6 * 1,05}} = 68,88 \text{ mm} \approx 69 \text{ mm}$$

$$A_1 = 2 * (500 + 2 * 69) * (2 * 69 + 12) = 191.400 \text{ mm}^2$$

$$A_2 = 2 * (500 - 2 * 12 - 2 * 69) * (12 + 2 * 69) = 101.400 \text{ mm}^2$$

$$A_{\text{portante total}} = 191.400 + 101.400 = 292.800 \text{ mm}^2$$

Al ser el momento muy pequeño con respecto al axil podemos hacer la siguiente aproximación:

$$\sigma_h = \frac{N}{A_{\text{portante total}}}$$

$$\sigma_h = \frac{2023,135 * 10^3}{292800} = 6,91 \text{ MPa} < \frac{25}{1,5} = 16,67 \text{ MPa} \rightarrow \text{CUMPLE}$$

**La placa de anclaje para los pilares de 500x500x12 mm será de 900x900x30 mm.**

Procedemos al cálculo de los pernos:

$$A_{\text{pernos}} = \frac{N}{f_{yd}} = \frac{2023,135 * 10^3}{\frac{500}{1,15}} = 4653,21 \text{ mm}^2$$

La cuantía mínima es mucho menor, luego el área necesaria a cubrir con los pernos es de 4653,21 mm<sup>2</sup>.

Pondremos 16 pernos de Ø20 de acero B-500S, longitud de 60 cm.

$$A = 16 * \pi * 10^2 = 5026,548 \text{ mm}^2 > 4653,21 \rightarrow \text{CUMPLE}$$

**Se dispondrán 16 pernos de acero B-500S de Ø20 con una longitud de 60 cm.**

Las cartelas que se colocarán serán triangulares de 150 mm en sus dos catetos. Se colocarán 4 cartelas y tendrán 15 mm de espesor.

Teniendo ya la placa de anclaje, se procede a calcular las dimensiones de la cimentación.

La excentricidad es:

$$e = \frac{M}{N} = \frac{37,625}{2023,135} = 0,0186 \text{ mm} = 1,86 \text{ cm}$$

Proponemos unas posibles medidas para la zapata:

$$a = 3,5 \text{ m}$$

$$b = 3 \text{ m}$$

$$h = 1 \text{ m}$$

Comprobamos si la excentricidad es menor que  $a/6$ :

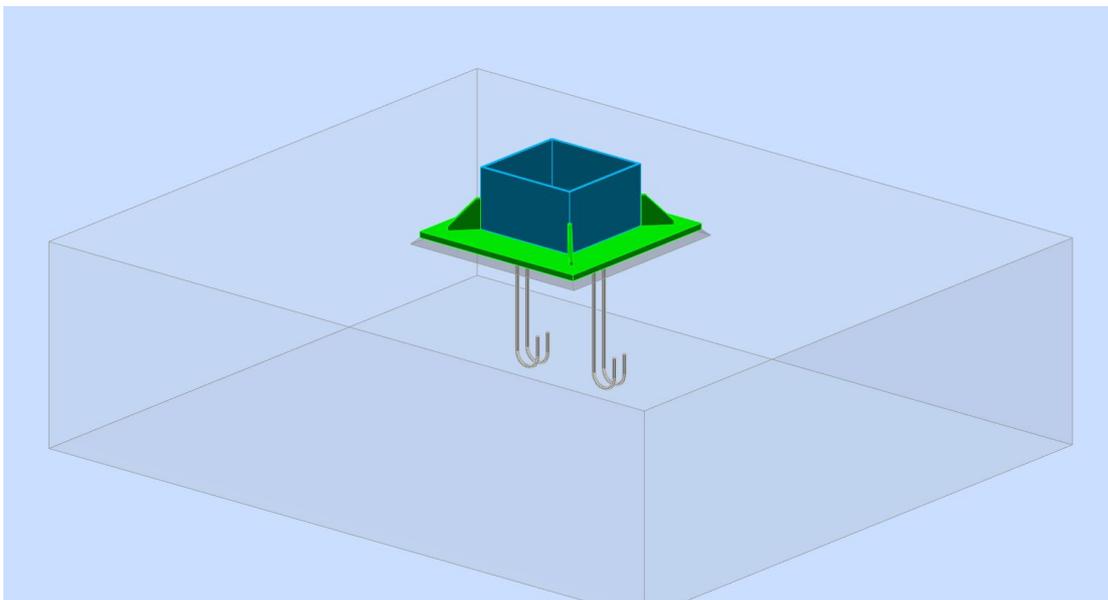
$$\frac{a}{6} = \frac{3,5}{6} = 0,583$$

$$\sigma_{adm} = 0,2 \text{ MPa}$$

$$e < 0,583 \rightarrow \sigma = \frac{N}{a * b} + \frac{6M}{a^2 * b} \leq 1,25 * 0,2$$

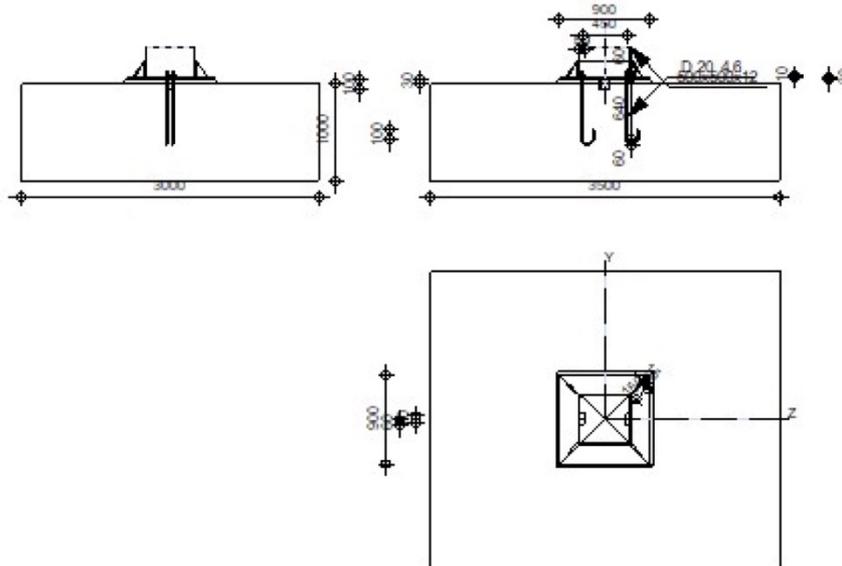
$$\sigma = \frac{2023,135 * 10^3}{3500 * 3000} + \frac{6 * 37,625 * 10^6}{3500^2 * 3000} = 0,1988 < 0,25 \rightarrow \text{CUMPLE}$$

**Las dimensiones de la zapata serán de 3,5 m de largo, 3 m de ancho y 1 m de alto.**



Utilizando el programa informático ROBOT STRUCTURAL se ha comprobado con mucha más precisión la cimentación y, se ha visto que tanto la zapata como la placa de anclaje cumplen con la norma. Además, la unión soldada también cumplirá con la norma.

	Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2019	
	<b>Cálculo de la base de columna empotrada</b> Eurocode 3: EN 1993-1-8:2005/AC:2009 + CEB Design Guide: Design of fastenings in concrete	



## Resultados

### Zona comprimida

#### COMPRESIÓN DE HORMIGÓN

$f_{cd} = 16,7$ [MPa]	Resistencia de cálculo a la compresión	EN 1992-1:[3.1.6.(1)]
$f_j = 23,5$ [MPa]	Resistencia de cálculo al apoyo debajo de la pletina de base	[6.2.5.(7)]
$c = t_p \sqrt{(f_{yp}/(3*f_j*\gamma_{Mo}))}$		
$c = 59$ [mm]	Anchura adicional de la zona de apoyo	[6.2.5.(4)]
$b_{eff} = 131$ [mm]	Anchura eficaz de la zona de apoyo debajo de la tabla	[6.2.5.(3)]
$l_{eff} = 619$ [mm]	Longitud eficaz de la zona de apoyo debajo del ala	[6.2.5.(3)]
$A_{c0} = 80796,93$ [mm <sup>2</sup> ]	Superficie de contacto entre la pletina de base y la cimentación	EN 1992-1:[6.7.(3)]
$A_{c1} = 634221,9$ [mm <sup>2</sup> ]	Área de cálculo máxima de la distribución de la carga	EN 1992-1:[6.7.(3)]
$F_{rd,u} = A_{c0}*f_{cd}*\sqrt{(A_{c1}/A_{c0})} \leq 3*A_{c0}*f_{cd}$		
$F_{rd,u} = 3772,8$ [kN]	Resistencia del hormigón al apoyo	EN 1992-1:[6.7.(3)]
$\beta_j = 0,67$	Coefficiente de reducción para la compresión	[6.2.5.(7)]
$f_{jd} = \beta_j * F_{rd,u} / (b_{eff} * l_{eff})$		
$f_{jd} = 31,1$ [MPa]	Resistencia de cálculo al apoyo	[6.2.5.(7)]
$A_{c,n} = 337287,83$ [mm <sup>2</sup> ]	Área de apoyo en compresión	[6.2.8.2.(1)]
$A_{c,y} = 168643,92$ [mm <sup>2</sup> ]	Área de apoyo en flexión My	[6.2.8.3.(1)]
$F_{c,Rd,i} = A_{c,i} * f_{jd}$		
$F_{c,Rd,n} = 10499,8$ [kN]	Resistencia del hormigón al apoyo en compresión	[6.2.8.2.(1)]
$F_{c,Rd,y} = 5249,9$ [kN]	Resistencia del hormigón al apoyo en flexión My	[6.2.8.3.(1)]

**ALA Y ALMA DEL PILAR EN COMPRESIÓN**

CL =	3,00	Clase de sección	EN 1993-1-1:[5.5.2]
W <sub>el,y</sub> =	5265096,69	[mm <sup>3</sup> ] Módulo de sección elástico	EN1993-1-1:[6.2.5.(2)]
M <sub>c,Rd,y</sub> =	1447,9	[kN*m] Resistencia de cálculo de la sección en flexión	EN1993-1-1:[6.2.5]
h <sub>f,y</sub> =	512	[mm] Distancia entre los centros de gravedad de las alas	[6.2.6.7.(1)]
F <sub>c,fc,Rd,y</sub> =	M <sub>c,Rd,y</sub> / h <sub>f,y</sub>		
F <sub>c,fc,Rd,y</sub> =	2827,9	[kN] Resistencia del ala comprimida y del alma	[6.2.6.7.(1)]

**RESISTENCIA DEL PIÉ DEL PILAR EN LA ZONA COMPRIMIDA**

N <sub>j,Rd</sub> =	F <sub>c,Rd,n</sub>		
N <sub>j,Rd</sub> =	10499,8	[kN] Resistencia del pié del pilar a la compresión axial	[6.2.8.2.(1)]
F <sub>C,Rd,y</sub> =	min(F <sub>c,Rd,y</sub> , F <sub>c,fc,Rd,y</sub> )		
F <sub>C,Rd,y</sub> =	2827,9	[kN] Resistencia del pié del pilar en la zona comprimida	[6.2.8.3]

Control de la resistencia de la unión

N <sub>j,Ed</sub> / N <sub>j,Rd</sub> ≤ 1,0 (6.24)	0,19 < 1,00	verificado	(0,19)
e <sub>y</sub> =	14	[mm] Ecentricidad de la fuerza axial	[6.2.8.3]
z <sub>c,y</sub> =	228	[mm] Brazo de la fuerza F <sub>C,Rd,y</sub>	[6.2.8.1.(2)]
z <sub>t,y</sub> =	225	[mm] Brazo de la fuerza F <sub>T,Rd,y</sub>	[6.2.8.1.(3)]
M <sub>j,Rd,y</sub> =	76,3	[kN*m] Resistencia de la unión a la flexión	[6.2.8.3]
M <sub>j,Ed,y</sub> / M <sub>j,Rd,y</sub> ≤ 1,0 (6.23)	0,38 < 1,00	verificado	(0,38)

**Control de rigidizadores**

**Pletina trapezoidal paralela al alma del pilar**

M <sub>1</sub> =	18,7	[kN*m] Momento flector del rigidizador	
Q <sub>1</sub> =	178,3	[kN] Esfuerzo cortante en el rigidizador	
z <sub>s</sub> =	22	[mm] Posición del eje neutro (respecto la base de la pletina)	
I <sub>s</sub> =	23115739,88	[mm <sup>4</sup> ] Momento de inercia del rigidizador	
σ <sub>d</sub> =	6,6	[MPa] Tensión normal en el punto de contacto del rigidizador y de la pletina	EN 1993-1-1:[6.2.1.(5)]
σ <sub>g</sub> =	127,7	[MPa] Tensión normal en las fibras superiores	EN 1993-1-1:[6.2.1.(5)]
τ =	79,2	[MPa] Tensión tangente en el rigidizador	EN 1993-1-1:[6.2.1.(5)]
σ <sub>z</sub> =	137,4	[MPa] Tensión equivalente en el punto de contacto del rigidizador y de la pletina	EN 1993-1-1:[6.2.1.(5)]
max (σ <sub>g</sub> , τ / (0.58), σ <sub>z</sub> ) / (f <sub>yp</sub> /γ <sub>M0</sub> ) ≤ 1.0 (6.1)	0,50 < 1,00	verificado	(0,50)

Soldaduras entre el pilar y la pletina de base

σ <sub>⊥</sub> =	34,5	[MPa] Tensión normal en la soldadura	[4.5.3.(7)]
τ <sub>⊥</sub> =	34,5	[MPa] Tensión tangente perpendicular	[4.5.3.(7)]
τ <sub>∥II</sub> =	0,0	[MPa] Tensión tangente paralela a V <sub>j,Ed,y</sub>	[4.5.3.(7)]
τ <sub>∥I</sub> =	0,0	[MPa] Tensión tangente paralela a V <sub>j,Ed,z</sub>	[4.5.3.(7)]
β <sub>w</sub> =	0,85	Coficiente dependiente de la resistencia	[4.5.3.(7)]
σ <sub>⊥</sub> / (0.9*f <sub>u</sub> /γ <sub>M2</sub> ) ≤ 1.0 (4.1)	0,12 < 1,00	verificado	(0,12)
√(σ <sub>⊥</sub> <sup>2</sup> + 3.0 (τ <sub>∥II</sub> <sup>2</sup> + τ <sub>⊥</sub> <sup>2</sup> )) / (f <sub>u</sub> /(β <sub>w</sub> *γ <sub>M2</sub> )) ≤ 1.0 (4.1)	0,18 < 1,00	verificado	(0,18)
√(σ <sub>⊥</sub> <sup>2</sup> + 3.0 (τ <sub>∥I</sub> <sup>2</sup> + τ <sub>⊥</sub> <sup>2</sup> )) / (f <sub>u</sub> /(β <sub>w</sub> *γ <sub>M2</sub> )) ≤ 1.0 (4.1)	0,18 < 1,00	verificado	(0,18)

**Soldaduras verticales de los rigidizadores**

**Pletina trapezoidal paralela al alma del pilar**

σ <sub>⊥</sub> =	175,9	[MPa] Tensión normal en la soldadura	[4.5.3.(7)]
τ <sub>⊥</sub> =	175,9	[MPa] Tensión tangente perpendicular	[4.5.3.(7)]
τ <sub>∥</sub> =	59,4	[MPa] Tensión tangente paralela	[4.5.3.(7)]
σ <sub>z</sub> =	366,6	[MPa] Tensión equivalente total	[4.5.3.(7)]
β <sub>w</sub> =	0,85	Coficiente dependiente de la resistencia	[4.5.3.(7)]

$\sigma_{\perp} =$	175,9 [MPa]	Tensión normal en la soldadura	[4.5.3.(7)]
$\max(\sigma_{\perp}, \tau_{II} * \sqrt{3}, \sigma_z) / (f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})) \leq 1.0$	(4.1) 0,95 < 1,00	verificado	(0,95)

### Soldaduras horizontales de los rigidizadores

#### Pletina trapezoidal paralela al alma del pilar

$\sigma_{\perp} =$	23,0 [MPa]	Tensión normal en la soldadura	[4.5.3.(7)]
$\tau_{\perp} =$	23,0 [MPa]	Tensión tangente perpendicular	[4.5.3.(7)]
$\tau_{II} =$	72,2 [MPa]	Tensión tangente paralela	[4.5.3.(7)]
$\sigma_z =$	133,2 [MPa]	Tensión equivalente total	[4.5.3.(7)]
$\beta_w =$	0,85	Coefficiente dependiente de la resistencia	[4.5.3.(7)]
$\max(\sigma_{\perp}, \tau_{II} * \sqrt{3}, \sigma_z) / (f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})) \leq 1.0$	(4.1) 0,35 < 1,00	verificado	(0,35)

### Rigidez de la unión

#### Flexión debida al momento $M_{j,Ed,y}$

$b_{eff} =$	131 [mm]	Anchura eficaz de la zona de apoyo debajo de la tabla	[6.2.5.(3)]
$l_{eff} =$	619 [mm]	Longitud eficaz de la zona de apoyo debajo del ala	[6.2.5.(3)]
$k_{13,y} = E_c * \sqrt{(b_{eff} * l_{eff})} / (1.275 * E)$			
$k_{13,y} =$	32 [mm]	Coef. de rigidez del hormigón comprimido	[Tabla 6.11]
$l_{eff} =$	810 [mm]	Longitud eficaz para un tornillo para el modo 2	[6.2.6.5]
$m =$	192 [mm]	Distancia entre el tornillo y el borde rigidizado	[6.2.6.5]
$k_{15,y} = 0.850 * l_{eff} * t_p^3 / (m^3)$			
$k_{15,y} =$	3 [mm]	Coef. de rigidez de la pletina de base en tracción	[Tabla 6.11]
$L_b =$	240 [mm]	Longitud eficaz del tornillo de anclaje	[Tabla 6.11]
$k_{16,y} = 1.6 * A_b / L_b$			
$k_{16,y} =$	2 [mm]	Coef. de rigidez del anclaje en tracción	[Tabla 6.11]
$\lambda_{0,y} =$	0,28	Esbeltez del pilar	[5.2.2.5.(2)]
$S_{j,ini,y} =$	693665,2 [kN*m]	Rigidez inicial en rotación	[Tabla 6.12]
$S_{j,rig,y} =$	1306085,8 [kN*m]	Rigidez de la unión rígida	[5.2.2.5]
$S_{j,ini,y} < S_{j,rig,y}$		SEMI-RÍGIDA	[5.2.2.5.(2)]

**Unión conforme con la Norma** Relación 0,95

Demostrado que la cimentación y su unión cumple con la norma, se procede a calcular la placa de anclaje para los pilares de perfil cuadrado de 400x400x10 mm.

La zapata utilizada será la misma que para el perfil de 500x500x12 mm., es decir, de 3,5 m de largo, 3 m de ancho y 1 m de alto.

**PILAR DE 400x400x10**

Acciones que actúan sobre la cimentación:

$$N_x = -445,9 \text{ kN}$$

$$M_y = 12,158 \text{ kN}$$

Posibles dimensiones:

$$a = 500 + 200 + 200 = 900 \text{ mm}$$

$$b = 500 + 200 + 200 = 900 \text{ mm}$$

$$t = 30 \text{ mm}$$

$$c = t * \sqrt{\frac{f_y}{3 * f_{cd} * \gamma_{M01}}} = 30 * \sqrt{\frac{275}{3 * 16,6 * 1,05}} = 68,88 \text{ mm} \approx 69 \text{ mm}$$

$$A_1 = 2 * (400 + 2 * 69) * (2 * 69 + 10) = 159.248 \text{ mm}^2$$

$$A_2 = 2 * (400 - 2 * 12 - 2 * 69) * (10 + 2 * 69) = 70.448 \text{ mm}^2$$

$$A_{Portante \text{ total}} = 191.400 + 101.400 = 229696 \text{ mm}^2$$

Al ser el momento muy pequeño con respecto al axil podemos hacer la siguiente aproximación:

$$\sigma_h = \frac{N}{A_{Portante \text{ total}}}$$

$$\sigma_h = \frac{445,9 * 10^3}{229696} = 1,95 \text{ MPa} < \frac{25}{1,5} = 16,67 \text{ MPa} \rightarrow \text{CUMPLE}$$

**La placa de anclaje para los pilares de 400x400x10 mm será de 900x900x30 mm.**

Procedemos al cálculo de los pernos:

$$A_{pernos} = \frac{N}{f_{yd}} = \frac{445,9 * 10^3}{\frac{500}{1,15}} = 1025,57 \text{ mm}^2$$

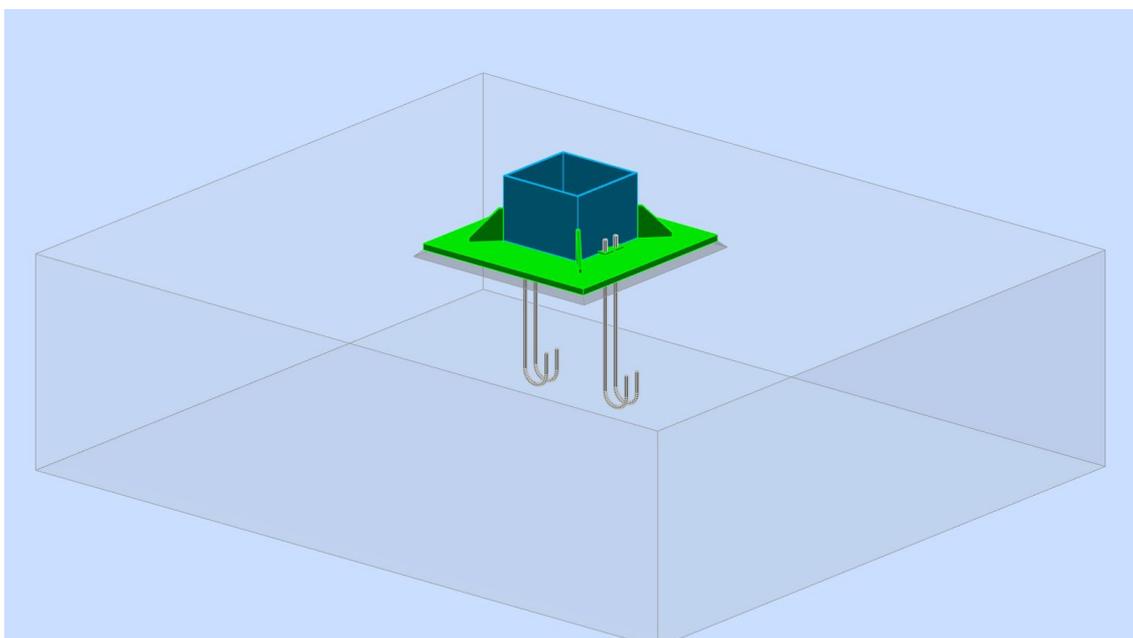
La cuantía mínima es mucho menor, luego el área necesaria a cubrir con los pernos es de 1025,57 mm<sup>2</sup>.

Pondremos 4 pernos de Ø20 de acero B-500S, longitud de 60 cm.

$$A = 4 * \pi * 10^2 = 1256,637 \text{ mm}^2 > 1025,57 \rightarrow \text{CUMPLE}$$

**Se dispondrán 4 pernos de acero B-500S de Ø20 con una longitud de 60 cm.**

Las cartelas que se colocarán serán triangulares de 150 mm en sus dos catetos. Se colocarán 4 cartelas y tendrán 15 mm de espesor.



Utilizando el programa informático ROBOT STRUCTURAL se ha comprobado con mucha más precisión la cimentación y, se ha visto que tanto la zapata como la placa de anclaje cumplen con la norma. Además, la unión soldada también cumplirá con la norma.



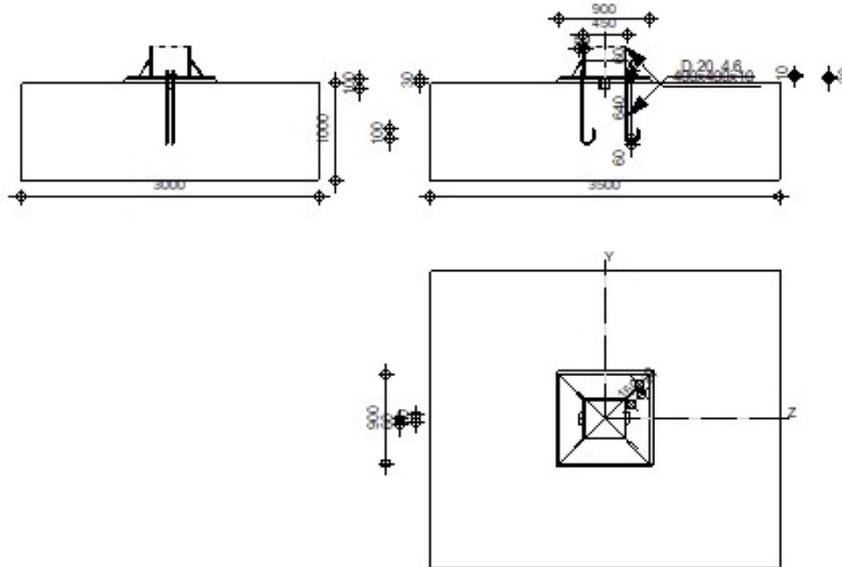
Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2019

## Cálculo de la base de columna empotrada

Eurocode 3: EN 1993-1-8:2005/AC:2009 + CEB Design Guide:  
Design of fastenings in concrete



Relación  
0,27



## Resultados

### Zona comprimida

#### COMPRESIÓN DE HORMIGÓN

$f_{cd} = 16,7$ [MPa]	Resistencia de cálculo a la compresión	EN 1992-1:[3.1.6.(1)]
$f_j = 23,5$ [MPa]	Resistencia de cálculo al apoyo debajo de la pletina de base	[6.2.5.(7)]
$c = t_p \sqrt{(f_{yp}/(3*f_j*\gamma_{Mo}))}$		
$c = 59$ [mm]	Anchura adicional de la zona de apoyo	[6.2.5.(4)]
$b_{eff} = 129$ [mm]	Anchura eficaz de la zona de apoyo debajo de la tabla	[6.2.5.(3)]
$l_{eff} = 519$ [mm]	Longitud eficaz de la zona de apoyo debajo del ala	[6.2.5.(3)]
$A_{c0} = 66698,67$ [mm <sup>2</sup> ]	Superficie de contacto entre la pletina de base y la cimentación	EN 1992-1:[6.7.(3)]
$A_{c1} = 585927,1$ [mm <sup>2</sup> ]	Área de cálculo máxima de la distribución de la carga	EN 1992-1:[6.7.(3)]
$F_{rd,u} = A_{c0}*f_{cd}*\sqrt{(A_{c1}/A_{c0})} \leq 3*A_{c0}*f_{cd}$		
$F_{rd,u} = 3294,8$ [kN]	Resistencia del hormigón al apoyo	EN 1992-1:[6.7.(3)]
$\beta_j = 0,67$	Coefficiente de reducción para la compresión	[6.2.5.(7)]
$f_{jd} = \beta_j * F_{rd,u} / (b_{eff} * l_{eff})$		
$f_{jd} = 32,9$ [MPa]	Resistencia de cálculo al apoyo	[6.2.5.(7)]
$A_{c,n} = 281880,36$ [mm <sup>2</sup> ]	Área de apoyo en compresión	[6.2.8.2.(1)]
$A_{c,y} = 140940,18$ [mm <sup>2</sup> ]	Área de apoyo en flexión My	[6.2.8.3.(1)]
$F_{c,Rd,i} = A_{c,i} * f_{jd}$		
$F_{c,Rd,n} = 9282,9$ [kN]	Resistencia del hormigón al apoyo en compresión	[6.2.8.2.(1)]
$F_{c,Rd,y} = 4641,5$ [kN]	Resistencia del hormigón al apoyo en flexión My	[6.2.8.3.(1)]

#### ALA Y ALMA DEL PILAR EN COMPRESIÓN

CL = 3,00	Clase de sección	EN 1993-1-1:[5.5.2]
$W_{el,y} = 3378509,74$ [mm <sup>3</sup> ]	Módulo de sección elástico	EN1993-1-1:[6.2.5.(2)]

**ALA Y ALMA DEL PILAR EN COMPRESIÓN**

CL =	3,00	Clase de sección	EN 1993-1-1:[5.5.2]
M <sub>c,Rd,y</sub> =	929,1	[kN*m] Resistencia de cálculo de la sección en flexión	EN1993-1-1:[6.2.5]
h <sub>f,y</sub> =	410	[mm] Distancia entre los centros de gravedad de las alas	[6.2.6.7.(1)]
F <sub>c,fc,Rd,y</sub> =	M <sub>c,Rd,y</sub> / h <sub>f,y</sub>		
F <sub>c,fc,Rd,y</sub> =	2266,1	[kN] Resistencia del ala comprimida y del alma	[6.2.6.7.(1)]

**RESISTENCIA DEL PIÉ DEL PILAR EN LA ZONA COMPRIMIDA**

N <sub>j,Rd</sub> =	F <sub>c,Rd,n</sub>		
N <sub>j,Rd</sub> =	9282,9	[kN] Resistencia del pié del pilar a la compresión axial	[6.2.8.2.(1)]
F <sub>c,Rd,y</sub> =	min(F <sub>c,Rd,y</sub> , F <sub>c,fc,Rd,y</sub> )		
F <sub>c,Rd,y</sub> =	2266,1	[kN] Resistencia del pié del pilar en la zona comprimida	[6.2.8.3]

Control de la resistencia de la unión

N <sub>j,Ed</sub> / N <sub>j,Rd</sub> ≤ 1,0 (6.24)	0,05 < 1,00	verificado	(0,05)
e <sub>y</sub> =	27	[mm] Ecentricidad de la fuerza axial	[6.2.8.3]
z <sub>c,y</sub> =	193	[mm] Brazo de la fuerza F <sub>C,Rd,y</sub>	[6.2.8.1.(2)]
z <sub>t,y</sub> =	225	[mm] Brazo de la fuerza F <sub>T,Rd,y</sub>	[6.2.8.1.(3)]
M <sub>j,Rd,y</sub> =	106,3	[kN*m] Resistencia de la unión a la flexión	[6.2.8.3]
M <sub>i,Ed,y</sub> / M <sub>i,Rd,y</sub> ≤ 1,0 (6.23)	0,11 < 1,00	verificado	(0,11)

**Control de rigidizadores**

**Pletina trapezoidal paralela al alma del pilar**

M <sub>1</sub> =	5,3	[kN*m] Momento flector del rigidizador	
Q <sub>1</sub> =	50,3	[kN] Esfuerzo cortante en el rigidizador	
z <sub>s</sub> =	21	[mm] Posición del eje neutro (respecto la base de la pletina)	
I <sub>s</sub> =	23657472,71	[mm <sup>4</sup> ] Momento de inercia del rigidizador	
σ <sub>d</sub> =	2,0	[MPa] Tensión normal en el punto de contacto del rigidizador y de la pletina	EN 1993-1-1:[6.2.1.(5)]
σ <sub>g</sub> =	35,4	[MPa] Tensión normal en las fibras superiores	EN 1993-1-1:[6.2.1.(5)]
τ =	22,4	[MPa] Tensión tangente en el rigidizador	EN 1993-1-1:[6.2.1.(5)]
σ <sub>z</sub> =	38,8	[MPa] Tensión equivalente en el punto de contacto del rigidizador y de la pletina	EN 1993-1-1:[6.2.1.(5)]
max (σ <sub>g</sub> , τ / (0.58), σ <sub>z</sub> ) / (f <sub>yp</sub> /γ <sub>M0</sub> ) ≤ 1.0 (6.1)	0,14 < 1,00	verificado	(0,14)

Soldaduras entre el pilar y la pletina de base

σ <sub>⊥</sub> =	10,8	[MPa] Tensión normal en la soldadura	[4.5.3.(7)]
τ <sub>⊥</sub> =	10,8	[MPa] Tensión tangente perpendicular	[4.5.3.(7)]
τ <sub>∥I</sub> =	0,0	[MPa] Tensión tangente paralela a V <sub>j,Ed,y</sub>	[4.5.3.(7)]
τ <sub>∥II</sub> =	0,0	[MPa] Tensión tangente paralela a V <sub>j,Ed,z</sub>	[4.5.3.(7)]
β <sub>W</sub> =	0,85	Coficiente dependiente de la resistencia	[4.5.3.(7)]
σ <sub>⊥</sub> / (0.9*f <sub>u</sub> /γ <sub>M2</sub> ) ≤ 1.0 (4.1)	0,04 < 1,00	verificado	(0,04)
√(σ <sub>⊥</sub> <sup>2</sup> + 3.0 (τ <sub>∥I</sub> <sup>2</sup> + τ <sub>⊥</sub> <sup>2</sup> )) / (f <sub>u</sub> /(β <sub>W</sub> *γ <sub>M2</sub> )) ≤ 1.0 (4.1)	0,06 < 1,00	verificado	(0,06)
√(σ <sub>⊥</sub> <sup>2</sup> + 3.0 (τ <sub>∥II</sub> <sup>2</sup> + τ <sub>⊥</sub> <sup>2</sup> )) / (f <sub>u</sub> /(β <sub>W</sub> *γ <sub>M2</sub> )) ≤ 1.0 (4.1)	0,05 < 1,00	verificado	(0,05)

**Soldaduras verticales de los rigidizadores**

**Pletina trapezoidal paralela al alma del pilar**

σ <sub>⊥</sub> =	49,7	[MPa] Tensión normal en la soldadura	[4.5.3.(7)]
τ <sub>⊥</sub> =	49,7	[MPa] Tensión tangente perpendicular	[4.5.3.(7)]
τ <sub>∥</sub> =	16,8	[MPa] Tensión tangente paralela	[4.5.3.(7)]

$\sigma_{\perp} =$	49,7	[MPa]	Tensión normal en la soldadura	[4.5.3.(7)]
$\sigma_z =$	103,5	[MPa]	Tensión equivalente total	[4.5.3.(7)]
$\beta_w =$	0,85		Coficiente dependiente de la resistencia	[4.5.3.(7)]
$\max(\sigma_{\perp}, \tau_{II} * \sqrt{3}, \sigma_z) / (f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})) \leq 1.0$ (4.1)				$0,27 < 1,00$ <b>verificado</b> (0,27)

### Soldaduras horizontales de los rigidizadores

#### Pletina trapezoidal paralela al alma del pilar

$\sigma_{\perp} =$	5,1	[MPa]	Tensión normal en la soldadura	[4.5.3.(7)]
$\tau_{\perp} =$	5,1	[MPa]	Tensión tangente perpendicular	[4.5.3.(7)]
$\tau_{II} =$	20,1	[MPa]	Tensión tangente paralela	[4.5.3.(7)]
$\sigma_z =$	36,4	[MPa]	Tensión equivalente total	[4.5.3.(7)]
$\beta_w =$	0,85		Coficiente dependiente de la resistencia	[4.5.3.(7)]
$\max(\sigma_{\perp}, \tau_{II} * \sqrt{3}, \sigma_z) / (f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})) \leq 1.0$ (4.1)				$0,09 < 1,00$ <b>verificado</b> (0,09)

### Rigidez de la unión

#### Flexión debida al momento $M_{j,Ed,y}$

$b_{eff} =$	129	[mm]	Anchura eficaz de la zona de apoyo debajo de la tabla	[6.2.5.(3)]
$l_{eff} =$	519	[mm]	Longitud eficaz de la zona de apoyo debajo del ala	[6.2.5.(3)]
$k_{13,y} = E_c * \sqrt{(b_{eff} * l_{eff})} / (1.275 * E)$				[Tabla 6.11]
$k_{13,y} =$	29	[mm]	Coef. de rigidez del hormigón comprimido	[6.2.6.5]
$l_{eff} =$	721	[mm]	Longitud eficaz para un tornillo para el modo 2	[6.2.6.5]
$m =$	169	[mm]	Distancia entre el tornillo y el borde rigidizado	[6.2.6.5]
$k_{15,y} = 0.850 * l_{eff} * t_p^3 / (m^3)$				[Tabla 6.11]
$k_{15,y} =$	3	[mm]	Coef. de rigidez de la pletina de base en tracción	[Tabla 6.11]
$L_b =$	240	[mm]	Longitud eficaz del tornillo de anclaje	[Tabla 6.11]
$k_{16,y} = 1.6 * A_b / L_b$				[Tabla 6.11]
$k_{16,y} =$	2	[mm]	Coef. de rigidez del anclaje en tracción	[Tabla 6.11]
$\lambda_{0,y} =$	0,35		Esbeltez del pilar	[5.2.2.5.(2)]
$S_{j,ini,y} =$	454127,7	[kN*m]	Rigidez inicial en rotación	[Tabla 6.12]
$S_{j,rig,y} =$	558096,0	[kN*m]	Rigidez de la unión rígida	[5.2.2.5]
$S_{j,ini,y} < S_{j,rig,y}$			SEMI-RÍGIDA	[5.2.2.5.(2)]

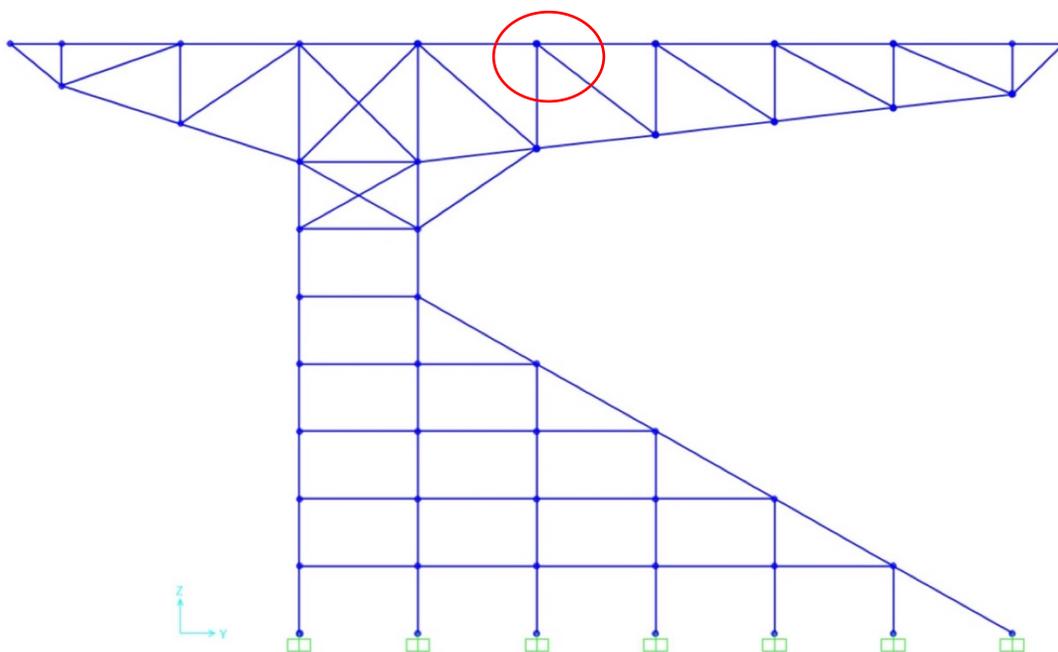
**Unión conforme con la Norma** Relación 0,27

Queda demostrado que la cimentación y su unión cumple con la norma.

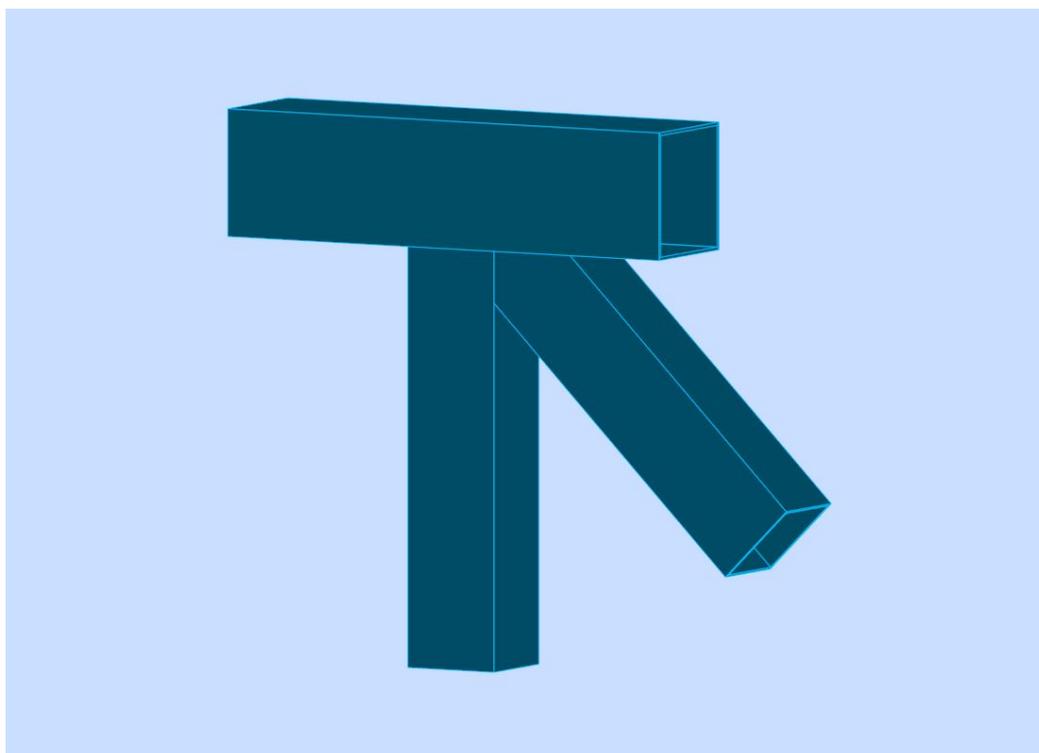
## 8. Cálculo de las uniones

Se ha utilizado el programa ROBOT STRUCTURAL para el cálculo de varias uniones y comprobar si están de acuerdo con la norma.

### UNIÓN A

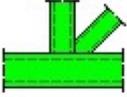


La unión es la siguiente:



Todas las uniones de la celosía (montantes, diagonales y cordones) están unidas mediante soldadura.

Comprobación:



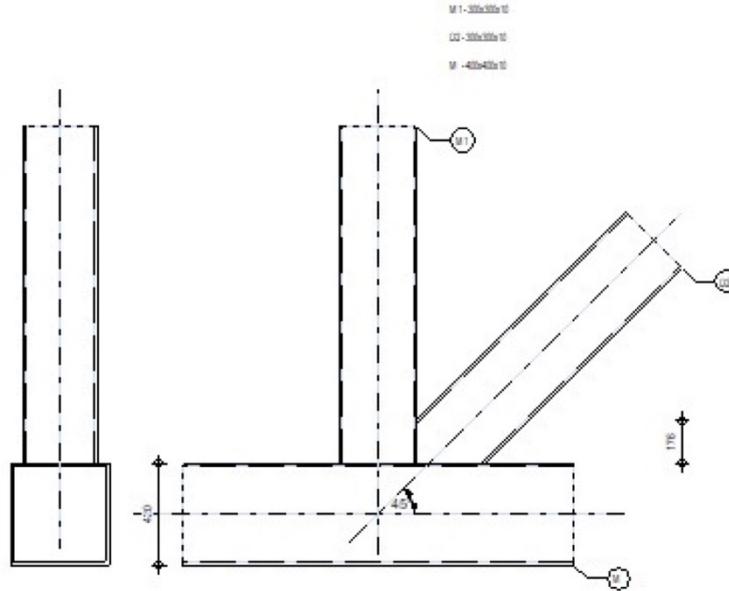
Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2019

### Cálculo de la unión en el nudo de la celosía

EN 1993-1-8:2005/AC:2009



Relación  
**0,45**



**General**

Unión N.º: 1  
 Nombre de la unión: Nudo de celosía de tubos

**Geometría**

Barras

		Cordón	Diagonal 1	Diagonal 2	Poste	
<b>Perfil:</b>		400x400x10		300x300x10	300x300x10	
	h	420		320	320	mm
	b <sub>f</sub>	400		300	300	mm
	t <sub>w</sub>	10		10	10	mm
	t <sub>f</sub>	10		10	10	mm
	r	0		0	0	mm
<b>Material:</b>		S 275		S 275	S 275	
	f <sub>y</sub>	275,0		275,0	275,0	MPa
	f <sub>u</sub>	410,0		410,0	410,0	MPa
<b>Angulo</b>	θ	0,0		45,0	90,0	Deg
<b>Longitud</b>	l	7000		5000	5000	mm

Excentricidad  
 e<sub>0</sub> = 0 [mm] Excentricidad

Separaciones  
 $g_2 = -176$  [mm] Separación de la diagonal 2  
 Soldaduras  
 $a_d = 5$  [mm] Espesor de la soldadura de las diagonales

### Cargas

Caso: Cálculos manuales.

### Cordón

$N_{01,Ed} = 1192,7$  [kN] Esfuerzo axial  
 $M_{01,Ed} = 75,9$  [kN\*m] Momento flector  
 $N_{02,Ed} = 815,0$  [kN] Esfuerzo axial  
 $M_{02,Ed} = -59,4$  [kN\*m] Momento flector

#### Diagonal 2

$N_2 = 478,3$  [kN] Esfuerzo axial  
 $M_2 = 6,1$  [kN\*m] Momento flector

#### Poste

$N_3 = 390,2$  [kN] Esfuerzo axial  
 $M_3 = 0,0$  [kN\*m] Momento flector

## Resultados

### PARÁMETROS GEOMÉTRICOS

$\beta = 0,78$  Coeficiente dependiente de la geometría de las barras de la unión  $\beta = (b_2 + h_2 + b_3 + h_3) / (4 * b_0)$  [1.5 (6)]  
 $\gamma = 20,00$  Coeficiente dependiente de la geometría del cordón  $\gamma = b_0 / (2 * t_0)$  [1.5 (6)]  
 Ruina de la cara del cordón

### DIAGONAL 2

$M_{2,Rd} = 73,9$  [kN\*m] Resistencia a la flexión  $M_{2,Rd} = k_n * f_{y0} * t_0^2 * h_2 * [1 / (2 * \eta) + 2 / \sqrt{1 - \beta} + \eta / (1 - \beta)] / \gamma_{M5}$   
 $|M_2| \leq M_{2,Rd}$   $|6,1| < 73,9$  **verificado** (0,08)

### POSTE

$M_{3,Rd} = 73,9$  [kN\*m] Resistencia a la flexión  $M_{3,Rd} = k_n * f_{y0} * t_0^2 * h_3 * [1 / (2 * \eta) + 2 / \sqrt{1 - \beta} + \eta / (1 - \beta)] / \gamma_{M5}$   
 $|M_3| \leq M_{3,Rd}$   $|0,0| < 73,9$  **verificado** (0,00)

### DIAGONAL 2

$\lambda_{ov} = 38,95$  [%] Valor de la superposición de las barras  
 $b_{e,ov} = 100$  [mm] Anchura eficaz para la diagonal superpuesta  $b_{e,ov} = [10 / (b_3 / t_3)] * [f_{y3} * t_3 / (f_{y2} * t_2)] * b_2$   
 $b_{eff} = 75$  [mm] Anchura eficaz en la unión diagonal-cordón  $b_{eff} = [10 / (b_0 / t_0)] * [f_{y0} * t_0 / (f_{y2} * t_2)] * b_2$   
 $N_{2,Rd} = 1742,3$  [kN] Resistencia a la tracción  $N_{2,Rd} = f_{y2} * t_2 * [b_{eff} + b_{e,ov} + 2 * h_2 * (\lambda_{ov} / 50) - 4 * t_2] / \gamma_{M5}$   
 $|N_2| \leq N_{2,Rd}$   $|478,3| < 1742,3$  **verificado** (0,27)

### POSTE

$\lambda_{ov} = 38,95$  [%] Valor de la superposición de las barras  
 $b_{e,ov} = 100$  [mm] Anchura eficaz para la diagonal superpuesta  $b_{e,ov} = [10 / (b_3 / t_3)] * [f_{y3} * t_3 / (f_{y2} * t_2)] * b_2$   
 $b_{eff} = 75$  [mm] Anchura eficaz en la unión poste-cordón  $b_{eff} = [10 / (b_0 / t_0)] * [f_{y0} * t_0 / (f_{y2} * t_2)] * b_2$   
 $N_{3,Rd} = 1742,3$  [kN] Resistencia a la tracción  $N_{3,Rd} = f_{y2} * t_2 * [b_{eff} + b_{e,ov} + 2 * h_2 * (\lambda_{ov} / 50) - 4 * t_2] / \gamma_{M5}$   
 $|N_3| \leq N_{3,Rd}$   $|390,2| < 1742,3$  **verificado** (0,22)

## Verificación de las soldaduras

### DIAGONAL 2

$\beta_w =$	0,84	Coeficiente de correlación	[Tabla 4.1]
$\gamma_{M2} =$	1,25	Coeficiente de seguridad parcial	[Tabla 2.1]

#### Soldadura longitudinal

$\sigma_{\perp} =$	31,8 [MPa]	Tensión normal en la soldadura	
$\tau_{\perp} =$	31,8 [MPa]	Tensión tangente perpendicular	
$\tau_{\parallel} =$	44,9 [MPa]	Tensión tangente	
$ \sigma_{\perp}  \leq 0.9 \cdot f_u / \gamma_{M2}$	31,8  < 295,2	verificado	(0,11)
$\sqrt{[\sigma_{\perp}^2 + 3 \cdot (\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)]} \leq f_u / (\beta_w \cdot \gamma_{M2})$	100,5 < 392,5	verificado	(0,26)

#### Soldadura transversal interior

$\sigma_{\perp} =$	36,7 [MPa]	Tensión normal en la soldadura	
$\tau_{\perp} =$	5,5 [MPa]	Tensión tangente perpendicular	
$\tau_{\parallel} =$	0,0 [MPa]	Tensión tangente	
$ \sigma_{\perp}  \leq 0.9 \cdot f_u / \gamma_{M2}$	36,7  < 295,2	verificado	(0,12)
$\sqrt{[\sigma_{\perp}^2 + 3 \cdot (\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)]} \leq f_u / (\beta_w \cdot \gamma_{M2})$	37,9 < 392,5	verificado	(0,10)

#### Soldadura transversal exterior

$\sigma_{\perp} =$	-5,5 [MPa]	Tensión normal en la soldadura	
$\tau_{\perp} =$	32,1 [MPa]	Tensión tangente perpendicular	
$\tau_{\parallel} =$	0,0 [MPa]	Tensión tangente	
$ \sigma_{\perp}  \leq 0.9 \cdot f_u / \gamma_{M2}$	-5,5  < 295,2	verificado	(0,02)
$\sqrt{[\sigma_{\perp}^2 + 3 \cdot (\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)]} \leq f_u / (\beta_w \cdot \gamma_{M2})$	55,9 < 392,5	verificado	(0,14)

### POSTE

$\beta_w =$	0,84	Coeficiente de correlación	[Tabla 4.1]
$\gamma_{M2} =$	1,25	Coeficiente de seguridad parcial	[Tabla 2.1]

#### Soldadura longitudinal

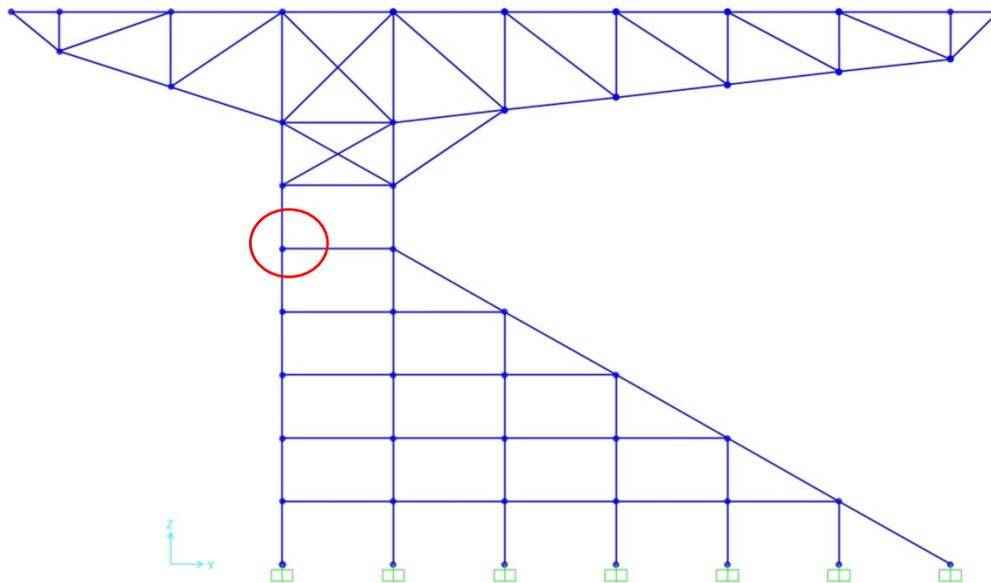
$\sigma_{\perp} =$	58,7 [MPa]	Tensión normal en la soldadura	
$\tau_{\perp} =$	58,7 [MPa]	Tensión tangente perpendicular	
$\tau_{\parallel} =$	0,0 [MPa]	Tensión tangente	
$ \sigma_{\perp}  \leq 0.9 \cdot f_u / \gamma_{M2}$	58,7  < 295,2	verificado	(0,20)
$\sqrt{[\sigma_{\perp}^2 + 3 \cdot (\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)]} \leq f_u / (\beta_w \cdot \gamma_{M2})$	117,4 < 392,5	verificado	(0,30)

#### Soldadura transversal exterior

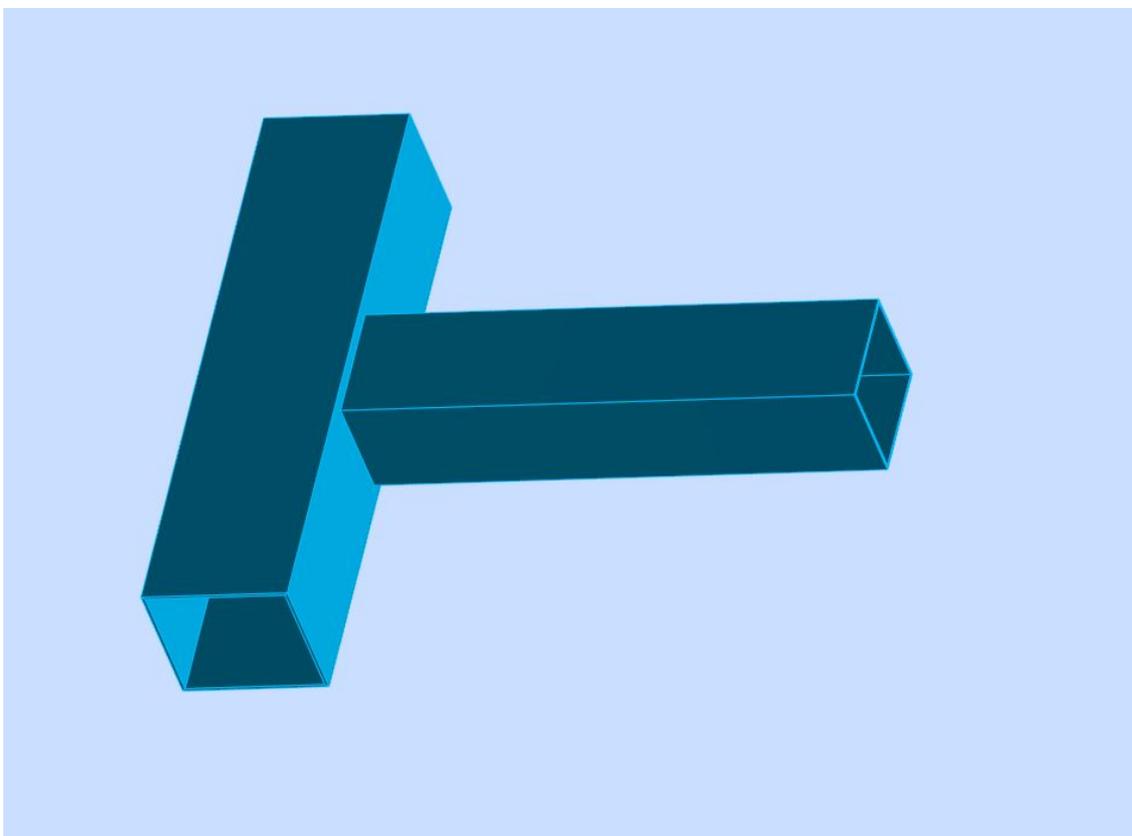
$\sigma_{\perp} =$	87,9 [MPa]	Tensión normal en la soldadura	
$\tau_{\perp} =$	87,9 [MPa]	Tensión tangente perpendicular	
$\tau_{\parallel} =$	0,0 [MPa]	Tensión tangente	
$ \sigma_{\perp}  \leq 0.9 \cdot f_u / \gamma_{M2}$	87,9  < 295,2	verificado	(0,30)
$\sqrt{[\sigma_{\perp}^2 + 3 \cdot (\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)]} \leq f_u / (\beta_w \cdot \gamma_{M2})$	175,7 < 392,5	verificado	(0,45)

**Unión conforme con la Norma** Relación 0,45

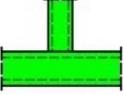
## UNIÓN B



La unión es la siguiente:



La unión entre los dos perfiles (cordón y poste) se realizará mediante soldadura.



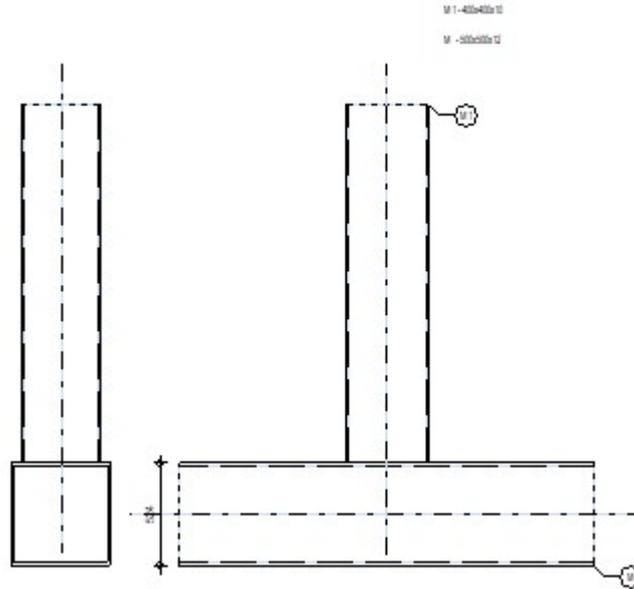
Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2019

### Cálculo de la unión en el nudo de la celosía

EN 1993-1-8:2005/AC:2009



Relación  
**0,98**



### General

Unión N.º: 3  
 Nombre de la unión: Nudo de celosía de tubos

### Geometría

Barras

		Cordón	Diagonal 1	Diagonal 2	Poste	
<b>Perfil:</b>		500x500x12			400x400x10	
	h	524			420	mm
	b <sub>f</sub>	500			400	mm
	t <sub>w</sub>	12			10	mm
	t <sub>f</sub>	12			10	mm
	r	0			0	mm
<b>Material:</b>		S 275			S 275	
	f <sub>y</sub>	275,0			275,0	MPa
	f <sub>u</sub>	410,0			410,0	MPa
<b>Angulo</b>	θ	0,0			90,0	Deg
<b>Longitud</b>	l	7000			7000	mm

### Soldaduras

a<sub>d</sub> = 5 [mm] Espesor de la soldadura de las diagonales

### Cargas

Caso: Cálculos manuales.

### Cordón

N<sub>01,Ed</sub> = 914,6 [kN] Esfuerzo axial  
 M<sub>01,Ed</sub> = 133,2 [kN\*m] Momento flector  
 N<sub>02,Ed</sub> = 882,3 [kN] Esfuerzo axial  
 M<sub>02,Ed</sub> = 218,0 [kN\*m] Momento flector

**Poste**

$N_3 = 139,3$  [kN] Esfuerzo axial  
 $M_3 = 70,5$  [kN\*m] Momento flector

**Resultados**

**PARÁMETROS GEOMÉTRICOS**

$\beta = 0,80$  Coeficiente dependiente de la geometría de las barras de la unión  $\beta = b_3/b_0$  [1.5 (6)]  
 $\gamma = 20,83$  Coeficiente dependiente de la geometría del cordón  $\gamma = b_0/(2*t_0)$  [1.5 (6)]  
 $k_n = 1,00$  Coeficiente dependiente de las tensiones en el cordón  $k_n = 1.0$   
 Ruina de la cara del cordón

**POSTE**

$\eta = 0,84$  Coeficiente dependiente de la geometría de las barras de la unión  $\eta = h_3/b_0$   
 $N_{3,Rd} = 686,8$  [kN] Resistencia a la tracción  $N_{3,Rd} = [(k_n*f_{y0}*t_0^2)/(1-\beta)*\sin(\theta_3)]*[2*\eta/\sin(\theta_3) + 4*\sqrt{(1-\beta)}] / \gamma_{M5}$   
 $|N_3| \leq N_{3,Rd}$  |139,3| < 686,8 **verificado** (0,20)  
 $M_{3,Rd} = 154,1$  [kN\*m] Resistencia a la flexión  $M_{3,Rd} = k_n*f_{y0}*t_0^2*h_3*[1/(2*\eta) + 2/\sqrt{(1-\beta)} + \eta/(1-\beta)] / \gamma_{M5}$   
 $|M_3| \leq M_{3,Rd}$  |70,5| < 154,1 **verificado** (0,46)  
 $N_3/N_{3,Rd} + M_3/M_{3,Rd} \leq 1$  0,66 < 1,00 **verificado** (0,66)  
 Cizallamiento del cordón

**POSTE**

$A_v = 12576,00$  [mm<sup>2</sup>] Área del cizallamiento del cordón  $A_v = 2*h_0*t_0$   
 $N_{3,Rd} = 1996,7$  [kN] Resistencia a la tracción  $N_{3,Rd} = f_{y0}*A_v/[\sqrt{3}*\sin(\theta_3)] / \gamma_{M5}$   
 $|N_3| \leq N_{3,Rd}$  |139,3| < 1996,7 **verificado** (0,07)

**RESISTENCIA DEL CORDÓN**

$N_{0,Rd} = 6600,0$  [kN] Resistencia a la tracción  $N_{0,Rd} = (A_0*f_{y0})/\gamma_{M5}$   
 $|N_{01}| \leq N_{0,Rd}$  |914,6| < 6600,0 **verificado** (0,14)  
 Verificación de las soldaduras

**POSTE**

$\beta_w = 0,84$  Coeficiente de correlación [Tabla 4.1]  
 $\gamma_{M2} = 1,25$  Coeficiente de seguridad parcial [Tabla 2.1]  
 Soldadura longitudinal  
 $\sigma_{\perp} = 193,0$  [MPa] Tensión normal en la soldadura  
 $\tau_{\perp} = 193,0$  [MPa] Tensión tangente perpendicular  
 $\tau_{\parallel} = 0,0$  [MPa] Tensión tangente  
 $|\sigma_{\perp}| \leq 0.9*f_u/\gamma_{M2}$  |193,0| < 295,2 **verificado** (0,65)  
 $\sqrt{(\sigma_{\perp}^2 + 3*(\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2))} \leq f_u/(\beta_w*\gamma_{M2})$  386,0 < 392,5 **verificado** (0,98)

**Notas**

La relación de la altura con el grosor de la pared para el poste es demasiado grande. 42,00 > 35,00  
 La relación del ancho con el grosor de la pared para el poste es demasiado grande. 40,00 > 35,00

**Unión conforme con la Norma** Relación 0,98



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



  
Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

Parte I.IV

# **ANEXO II: ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD**

Autor: Rodrigo Giménez Azorín

Tutor: Pedro Efrén Martín Concepción

Junio 2019

**INDICE ANEXO II: ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD**

1. INTRODUCCIÓN.....	3
2. OBJETO.....	3
3. DATOS DE LA OBRA.....	3
4. MEMORIA CONSTRUCTIVA	
4.1 PREVIOS.....	5
4.2 INSTALACIONES PROVISIONALES.....	6
4.3 IDENTIFICACIÓN DE LOS RIESGOS.....	8
4.4 MAQUINARIA PARA MOVIMIENTO DE TIERRAS.....	9
5. EJECUCIÓN DE LA ESTRUCTURA Y CIMENTACIÓN.....	16
6. MONTAJE DE LA ESTRUCTURA.....	17
7. EJECUCIÓN DE LA CUBIERTA.....	18
8. EJECUCIÓN DE CERRAMIENTOS Y ALBAÑILERÍA.....	19
9. NORMATIVA APLICABLE.....	21
10. OBLIGACIONES DEL PROMOTOR.....	23
11. COORDINADOR DE SEGURIDAD Y SALUD.....	24
12. ELEBORACIÓN DEL PLAN DE SEGURIDAD EN EL TRABAJO.....	24
13. OBLIGACIONES DE CONTRATISTAS Y SUBCONTRATISTAS.....	25
14. OBLIGACIONES DE LOS TRABAJADORES AUTÓNOMOS.....	26
15. LIBRO DE INCIDENCIAS.....	27
16. PARALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS.....	27
17. DERECHOS DE LOS TRABAJADORES.....	27
18. DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD QUE DEBEN APLICARSE A LA OBRA.....	28

## **1. INTRODUCCIÓN**

Se elabora el presente ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD, dado que, en el proyecto de obras redactado, no se dan ninguno de los supuestos previstos en el apartado 1 del artículo 4 del Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, del Ministerio de Presidencia, es decir, no se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.

## **2. OBJETO**

El presente documento debe contemplar:

- La identificación de los riesgos laborales que puedan ser evitados, indicando las medidas técnicas necesarias.
- Relación de los riesgos laborales que no pueden eliminarse conforme a lo señalado anteriormente, especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir riesgos valorando su eficacia, en especial cuando se propongan medidas alternativas (en su caso, se tendrá en cuenta cualquier otro tipo de actividad que se lleve a cabo en la misma, y contendrá medidas específicas relativas a los trabajos incluidos en uno o varios de los apartados del Anexo II del Real Decreto).
- Previsiones e informaciones útiles para efectuar en su día, en las debidas condiciones de seguridad y salud, los previsibles trabajos posteriores.

## **3. DATOS DE LA OBRA**

Tipo de obra: Estadio deportivo

Emplazamiento: Valencia, Comunidad Valenciana, España

Superficie construida: 265x196 m

Técnico del Estudio Básico de Seguridad y Salud: Promotor

Descripción del emplazamiento: Conjunto de solares con pequeñas construcciones

Características del terreno: Suelo de arena y rocas de tamaño medio

#### **4. MEMORIA CONSTRUCTIVA**

Cumplimiento del R.D. 1626/97 del 24 de octubre sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.

Este Estudio Básico de Seguridad y Salud establece, durante la ejecución de esta obra, las previsiones respecto a la prevención de riesgos y accidentes y enfermedades profesionales, así como la información útil para efectuar en su día, en las debidas condiciones de seguridad y salud, y los previsibles trabajos posteriores de mantenimiento.

Servirá para dar unas directrices básicas a la empresa constructora para llevar a término sus obligaciones en el terreno de la prevención de riesgos profesionales, facilitando su desarrollo, de acuerdo con el R.D. 1627/1997 del 24 de octubre por el cual se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.

Según el artículo 7o de dicho Real Decreto, y por aplicación del Estudio Básico de Seguridad y Salud del que forma parte este documento, el contratista, antes del inicio de la obra, elaborará un Plan de Seguridad y Salud en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en este estudio Básico y en función de su propio sistema de ejecución de Obra.

En dicho Plan se incluirán, en su caso, las propuestas de medidas alternativas de prevención que el contratista proponga con la correspondiente justificación técnica, y que no podrán implicar disminución de los niveles de protección previstos en este Estudio Básico de Seguridad y Salud.

El Plan de Seguridad y Salud deberá ser aprobado, antes del inicio de la obra, por el Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra. Este podrá ser modificado por el contratista en función del proceso de ejecución de esta, de la evolución de los trabajos y de las posibles incidencias o modificaciones que puedan surgir a lo largo de la obra, pero que siempre con la aprobación expresa del Coordinador. Cuando no fuera necesaria la designación del Coordinador, las funciones que se le atribuyen serán asumidas por la Dirección Facultativa.

### 4.1 Previos

Previamente al inicio de la construcción, se protegerán y se acondicionarán los accesos, señalizándolos convenientemente y protegiendo todas las actuaciones con señalizaciones. Dichas señalizaciones son:

- Señales de obligación:

Señal (Pictograma)	Significado	Señal (Pictograma)	Significado
	Protección cabeza (en toda la obra)		Protección pies (en toda la obra)
	Uso de Chaleco* (en toda la obra)		Protección manos (zona trabajo)
	Protección del oído (Zona trabajo)		Protección vista (zona trabajo)

(\*) No es una señal admitida en el R.D. 485/1997

- Señales de advertencia:

Señal (Pictograma)	Significado	Señal (Pictograma)	Significado
	Carga Suspendida		Vehículo de Manutención
	Riesgo de tropezar		Caída a Distinto nivel

- Señales de prohibido:

Señal (Pictograma)	Significado	Señal (Pictograma)	Significado
	Entrada prohibida a persona no autorizada		Prohibido pasar a los peatones

### Identificación de los riesgos

Se va a proceder a enumerar todos los riesgos particulares de cada trabajo de obra, considerando que algunos de estos puedan tener lugar durante el proceso de ejecución del proceso de construcción.

Se deberán tener en cuenta sobre todo los riesgos más usuales en las obras tales como: caídas, golpes y cortes, adoptando en todo momento la postura más correcta para el trabajo que se realice. Además, se ha de tener en cuenta las posibles repercusiones en las estructuras de edificios colindantes y se deberá prestar atención en minimizar los riesgos de incendio.

## **4.2 Instalaciones provisionales**

### Instalación eléctrica provisional

Debido a que la parcela donde se va a construir el estadio no dispone de electricidad se tendrá la necesidad de implantar una instalación eléctrica provisional. La instalación cumplirá con el Reglamento Electrotécnico para baja tensión.

### Riesgos más frecuentes

- Heridas punzantes en manos.
- Caída de personas en altura o al mismo nivel.
- Descarga eléctrica de origen directo o indirecto.
- Trabajos con tensión.
- Intentar bajar sin tensión, pero sin cerciorarse de que está interrumpida.
- Mal funcionamiento de los mecanismos y sistemas de protección.
- Usar equipos inadecuados o deteriorados.

### Protecciones colectivas

Será obligatorio el uso de casco homologado de seguridad dieléctrica, guantes aislantes, comprobador de tensión, herramientas manuales con aislamiento, botas aislantes, chaqueta ignífuga en maniobra eléctrica, taimas, alfombrillas y pértigas aislantes.

### Normas de actuación durante los trabajos

- Cualquier parte de la instalación se considera bajo tensión, mientras no se compruebe lo contrario con aparatos destinados a tal efecto.
- Los tramos aéreos serán tensados con piezas especiales entre apoyos. Si los conductores no pueden soportar la tensión mecánica prevista, se emplearán cables fiadores con una resistencia de rotura de 800 Kg. Fijando a estos el conductor con abrazaderas.
- Los conductores si van por el suelo, no se pisarán ni se colocarán materiales sobre ellos, protegiéndose adecuadamente al atravesar zona de paso.
- En la instalación de alumbrado estarán separados los circuitos de zonas de trabajo, almacenes, etc.
- Los aparatos portátiles estarán convenientemente aislados y serán estancos al agua.
- Las derivaciones de conexión a máquinas se realizarán con terminales a presión, disponiendo las mismas de mando de marcha y parada. No estarán sometidas a tracción mecánica que origine su rotura.
- Las lámparas de alumbrado estarán a una altura mínima de 2,50 metros del suelo, estando protegidas con cubierta resistente las que se puedan alcanzar con facilidad.
- Las mangueras deterioradas se sustituirán de inmediato.
- Se señalarán los lugares donde estén instalados los equipos eléctricos.
- Se darán instrucciones sobre medidas a tomar en caso de incendio o accidente eléctrico.
- Existirá señalización clara y sencilla, prohibiendo el acceso de personas a los lugares donde estén instalados los equipos eléctricos, así como el manejo de aparatos eléctricos a personas no designadas para ello.

### Instalación contra incendios

#### Normas de actuación durante los trabajos

- Prohibición de fumar en las proximidades de líquidos inflamables y materiales combustibles. No acopiar grandes cantidades de material combustible.
- No colocar fuentes de ignición próximas al acopio de material.
- Revisión y comprobación periódica de la instalación eléctrica provisional.
- Retirar el material combustible de las zonas próximas a los trabajos de soldadura.

### Instalación de bienestar e higiene

#### Abastecimiento de agua

Puesto que el solar en el que se procede a construir el estadio no posee suministro de agua, será necesario un abastecimiento de agua potable durante la ejecución de la obra.

### **4.3 Identificación de los riesgos según las fases de obra y medidas de protección y prevención**

#### Protecciones individuales:

Todas las prendas de protección personal deberán estar homologadas por los organismos correspondientes:

- Casco de polietileno
- Botas impermeables o no de seguridad
- Mascarillas anti polvo con filtro mecánico intercambiable
- Guantes
- Cinturón anti-vibratorio
- Ropa de trabajo adecuada

#### Movimiento de tierras

Los riesgos más frecuentes del movimiento de tierras se muestran a continuación:

- Caídas de operarios al mismo nivel
- Caídas de objetos sobre operarios
- Caídas de materiales transportados
- Choques o golpes contra objetos
- Atrapamientos y aplastamientos por partes móviles de maquinaria
- Lesiones y/o cortes en manos y pies
- Sobreesfuerzos
- Ruido, contaminación acústica
- Vibraciones
- Cuerpos extraños en los ojos
- Contactos eléctricos directos e indirecto
- Inhalación de sustancias tóxicas
- Ruinas, hundimientos, desplomes en edificios colindantes.
- Condiciones meteorológicas adversas
- Trabajos en zonas húmedas o mojadas
- Problemas de circulación interna de vehículos y maquinaria.
- Desplomes, desprendimientos, hundimientos del terreno.
- Contagios por lugares insalubres
- Explosiones e incendios
- Derivados acceso al lugar de trabajo

#### Normas y medidas preventivas:

- Todo el personal que maneje vehículos será especialista en el manejo de este, estando acreditado documentalmente.
- Los vehículos serán revisados periódicamente, al menos una vez por semana, en especial los mecanismos de accionamiento mecánico.
- Está terminantemente prohibido sobrecargar los vehículos y la disposición de la carga no ofrecerá riesgo alguno para el propio vehículo ni para las personas que circulen en las inmediaciones.

- Los vehículos tendrán claramente la tara y carga máxima.
- Se prohíbe el transporte de personas fuera de la cabina de conducción y en número superior al de asientos.
- Los equipos de carga para rellenos serán dirigidos por un jefe coordinador que puede ser el vigilante de seguridad.
- Se señalizarán los accesos, recorridos y direcciones para evitar interferencias entre los vehículos durante su circulación.
- Se instalarán topes delimitación de recorrido en los bordes de los terraplenes de vertido.
- Las maniobras de vertido en retroceso serán dirigidas por personas especialmente destinadas a esta función.
- Se prohíbe la permanencia de personas en un radio inferior a 5 m. En torno a las palas, retroexcavadoras, compactadoras y apisonadoras en movimiento.
- Todos los vehículos empleados en excavaciones y compactaciones estarán dotados de bocina automática de aviso de marcha atrás.
- Se señalizarán los accesos a la vida pública mediante señales normalizadas de manera visible con “peligro indefinido”, “peligro salida de camiones” y STOP.
- Los vehículos de compactación y apisonado irán provistos de cabina de seguridad antivuelco.

**TODOS LOS VEHÍCULOS ESTARÁN DOTADOS CON PÓLIZA DE SEGURO CON RESPONSABILIDAD CIVIL ILIMITADA**

#### **4.4 Maquinaria para el movimiento de tierras**

##### Riesgos comunes en todas las máquinas:

- Los derivados de su circulación. Vuelos, atropellos, atrapamientos, proyecciones vibraciones y ruidos formación de polvo.
- Los provocados por su uso específico características de cada tipo de máquina y su trabajo realizado y los particulares de mantenimiento de sus mecanismos.

##### Normativas preventivas generales:

- Las máquinas estarán dotadas de faros de marcha adelante y retroceso servofreno, freno de mano, bocina automática de retroceso, retrovisores a ambos lados del pórtico de seguridad antivuelco, cabinas anti-impactos y extintores.
- Las máquinas serán revisadas diariamente comprobando su buen estado.
- Periódicamente (determinar plazos) se redactará un parte de revisión que será controlado por el Vigilante de Seguridad y estará a disposición de la Dirección Facultativa.
- Se prohíbe permanecer, transitar o trabajar dentro del radio de acción de las máquinas en movimiento.

- Durante el periodo de paralización se señalizará su entorno con indicaciones de peligros prohibiendo expresamente la permanencia del personal en sus proximidades o bajo ellas.
- La maquinaria no entrará en funcionamiento en tanto no se haya señalado convenientemente la existencia de líneas eléctricas en Servicio.
- De producirse un contacto de una máquina con una línea eléctrica teniendo la máquina rodadura de neumáticos el conductor permanecerá inmóvil en su asiento y solicitará auxilio por medio de la bocina. Acto seguido se inspeccionará el posible puenteo eléctrico con el terreno y de ser posible el salto, sin riesgo de contacto eléctrico, el maquinista **SALTARÁ FUERA DEL VEHÍCULO, SIN TOCAR AL MISMO TIEMPO LA MÁQUINA Y EL TERRENO.**
- Antes del abandono de la máquina el conductor dejará en reposos, en contacto con el suelo el órgano móvil de la máquina y accionando el freno de mano y parado el motor.
- Las pasarelas o peldaños de acceso a las máquinas permanecerán siempre limpios de barros gravas o aceites en evitación de lesiones.
- Se prohíbe en estas máquinas el transporte de personas.
- Se instalarán de manera adecuada donde sea necesario topes de recorrido y señalización de tráfico y circulación.

Se procede a exponer la normativa concreta de las principales máquinas a utilizar:

### ***Bulldozer***

#### Riesgos más comunes:

- Atropellos del personal de otros trabajos.
- Deslizamientos y derrapes por embarramiento del suelo.
- Abandono de la máquina sin apagar el contacto.
- Vuelcos y caídas por terraplenes.
- Colisiones con otros vehículos.
- Contactos con conducciones aéreas o enterradas.
- Desplomes de taludes o terraplenes.
- Quemaduras y lesiones. (durante el mantenimiento)
- Proyección de materiales durante el trabajo.
- Caídas desde el vehículo.
- Producción de ruidos y vibraciones y polvo etc.

#### Normas de prevención:

- Para subir y bajar de la máquina utilizar los peldaños de acceso
- No abandonar el vehículo saltando del mismo si no hay peligro.
- No efectúe trabajos de mantenimiento con la máquina en movimiento o con el motor en marcha.
- No permitir acceder a la máquina a personal no autorizado.
- Adopte las precauciones normales cuando mantenga la máquina y use las prendas de protección personal recomendadas.

- Comprobar antes de dar servicio al área central de la máquina que está instalado el eslabón de traba.
- Para manipular repostar etc. desconectar el motor.
- No liberar los frenos de la máquina en posición de parada sin instalar los tacos de inmovilización.
- Durante las operaciones de repostado y mantenimiento adopte las medidas de precaución recomendadas en la Norma.
- Todas las palas dispondrán de protección en cabina antivuelco pórtico de seguridad.
- Se prohíbe abandonar la máquina con el motor en marcha o con la pala, levantada.
- Los ascensos o descensos de la cuchara se efectuarán siempre utilizando marchas cortas estando esta en carga.
- Se prohíbe usar la cuchara para cualquier cosa que no sea su función específica, como transportar personas, izarlas, utilizar la cuchara como grúa etc.
- Las palas estarán equipadas con un extintor timbrado y revisado.
- La conducción de la pala se hará equipado con ropa adecuada.
- Para abandonar la máquina además de depositar en el suelo la pala, se procederá de forma con el escarificador.
- Como norma general la distancia de seguridad de aproximación a los bordes de los taludes para los *bulldozers*, será de 3 metros.
- En las proximidades de los *bulldozers* en funcionamiento se prohibirá la realización de otros trabajos.
- Antes de iniciar vaciados a media ladera con vertido hacia la pendiente, se inspeccionará la zona en prevención de desprendimientos.
- Como norma general se evitará en lo posible superar la velocidad de 3 Km/h. en el movimiento de tierras.
- Se prohíbe la utilización de estas máquinas en las zonas de los trabajos cuba pendiente sea en torno al 50 por ciento.
- Antes del inicio de los trabajos se inspeccionará al pié de los taludes aquellos materiales que pudieran desprenderse con facilidad accidentalmente sobre el tajo.

#### Protecciones individuales:

Casco de polietileno, gafas anti-proyecciones, ropa adecuada, guantes de cuero 1 goma o PVC para labores de mantenimiento, cinturón elástico anti-vibratorio, calzado antideslizante y mascarillas antipolvo. (serán las mismas para todas las máquinas mencionadas a continuación)

#### **Pala cargadora sobre neumáticos**

#### Riesgos más comunes:

- Los enumerados para los *bulldozers*.

Normas de prevención:

- Las enumeradas para los *bulldozers*.

**Retroexcavadora sobre neumáticos**

Riesgos más comunes:

- Los enumerados para los *bulldozers*.
- Los derivados de situaciones singulares por trabajo empleando bivalva.

Normas de prevención:

- Entregar a los maquinistas la hoja de recomendaciones e instrucciones enumerada anteriormente para palas cargadoras.
- En los trabajos con bivalva, extremar las precauciones en el manejo del brazo y controlar cuidadosamente las oscilaciones de la bivalva.
- Acotar la zona de seguridad igual a la longitud de alcance máximo del brazo de la "retro".
- Serán de aplicación las normas generales de protección en cabina (aros antivuelco) y los escapes de gases del motor sobre su incidencia en el área del conductor.
- Los conductores no abandonarán la máquina sin antes haber parado el motor y depositado la cuchara en el suelo. Si la cuchara es bivalva estará cerrada.
- Los desplazamientos se efectuarán con la cuchara apoyada en la máquina evitando balanceos.
- Se prohíben específicamente los siguientes puntos:
  - El transporte de personas.
  - Efectuar con la cuchara o brazo trabajos puntuales distintos de los propios de la máquina.
  - Acceder a la máquina para su manejo con equipo inadecuado.
  - Realizar trabajos sin usar los apoyos de inmovilización.
  - Utilizar la "retro" como una grúa. Estacionar la máquina a menos de 3 m. del borde de tajos inseguros.
  - Realizar trabajos dentro de un tajo por otros equipos estando la "retro" en funcionamiento.
  - Verter los productos de la excavación a menos de 2 m. del borde de esta. (como norma general). Esta distancia de seguridad para las zanjas estará en función del tipo de terreno y de la profundidad de la zanja.

## **Camiones de transportes en general**

### Riesgos más comunes:

- Atropellos y/o choques con otros vehículos
- Vuelcos por accidentes del terreno
- Vuelcos por desplazamientos de cargas
- Caídas y atrapamientos del personal operario de las obras

### Normas de prevención:

- Respetar las normas de circulación interna de la obra.
- Efectuar cargas y descargas en los lugares designados al efecto.
- Buen estado de los vehículos.
- Uso de calzos en las ruedas además del freno de mano.
- Acceso y abandono de las cajas de transporte de mercancías mediante el uso de escalerillas de mano.
- Dirigir las maniobras de carga y descarga por una persona adecuada.
- El colmo máximo permitido para materiales sueltos debe ser menos del 5 por ciento en su pendiente.
- Instalación de las cargas en las cajas de manera uniforme.
- En caso de disponer de grúa auxiliar el camión, el gancho de ésta, estará provisto de pestillo de seguridad.
- Los operarios encargados de las operaciones de carga y descarga de materiales estarán provistos del siguiente equipo:
  - Guantes o manoplas de cuero adecuadas al trabajo.
  - Botas de seguridad.
- Se les instruirá para la adopción de las siguientes medidas:
  - No trepar ni saltar de las cajas de los camiones.
  - Para guiar cargas en suspensión usar los cabos guías.
  - No permanecer debajo de las cargas.

### Protecciones individuales:

Casco, cinturón, botas de seguridad, ropa de trabajo adecuada, manoplas o guantes de cuero y salva hombros y cara.

## **Grúas autopropulsadas**

### Riesgos más comunes:

- Vuelco.
- Atropellos, atrapamientos y caídas.
- Golpes de la carga suspendida.
- Desprendimientos de las cargas manipuladas.
- Contactos con conducciones eléctricas.
- Caídas al acceder o abandonar la cabina.

### Normas de prevención:

- Controlar el libro de mantenimiento de la grúa y revisiones.
- El gancho o doble gancho estará dotado de pestillo de seguridad.
- Comprobar el perfecto apoyo de los gatos.
- Controlar las maniobras de la grúa por un especialista.
- Comprobar el no sobrepasar la carga máxima admitida en función de la longitud y pendiente o inclinación del brazo de la grúa.
- Mantener siempre a la vista la carga. De no ser posible efectuar las maniobras con un señalista experto.
- Se prohíbe expresamente arrastrar las cargas con estas máquinas.
- Se respetará la distancia de seguridad de 5 metros.
- Hacer cumplir al maquinista las normas de seguridad y mantenimiento de la máquina que enumeramos a continuación:
  - Mantener la grúa alejada de los terrenos inseguros.
  - No pasar el brazo de la grúa por encima del personal.
  - No dar marcha atrás sin el auxilio de un ayudante.
  - No realizar trabajos sin una buena visibilidad.
  - No realizar arrastres de cargas o esfuerzos sesgados.
  - Izar una sola carga cada vez.
  - Asegurar la estabilidad de la máquina antes de trabajar.
  - No abandonar la grúa con una carga suspendida.
  - Respetar las cargas e inclinaciones de pluma máximas.
  - Asegure los aparatos de izado y ganchos con pestillos.
  - Atender fielmente las medidas de seguridad de la obra.
  - Usar las prendas de seguridad y protección personal adecuadas.

### Protecciones individuales:

- Casco de polietileno.
- Guantes adecuados de conducción, impermeables, para manipular, etc.
- Calzado adecuado de seguridad, aislante etc.

A continuación, se procede a mostrar las normas a hacer saber a los maquinistas que vayan a conducir las máquinas para movimiento de tierras.

### **Normas de seguridad generales para entregar a los maquinistas que hayan de conducir las máquinas para movimientos de tierras**

- Para subir y bajar de la máquina utilice los peldaños y asideros de que dispone los vehículos se evitan lesiones por caídas.
- No acceder a la máquina encaramándose a través de la llanta al ordenar las cubiertas.
- Suba y baje del vehículo frontalmente por el acceso a la cabina agarrándose con ambas manos de forma segura.
- No abandone el vehículo saltando desde el mismo si no existe situación de peligro.

- No realizar "ajustes" con la máquina en movimiento o con el motor en marcha. Pare y efectúe las operaciones necesarias.
- No permita el acceso a la máquina a ninguna persona no autorizada.
- No trabaje en situación de semi-avería. Corrija las deficiencias y continúe su trabajo.
- En las operaciones de mantenimiento apoye los órganos móviles del vehículo en el suelo, pare el motor, accione el freno de mano y bloquee la máquina. Realice a continuación lo necesario.
- No guardar trapos sucios o grasientos ni combustible en el vehículo, producen incendios.
- No levante en caliente la tapa del radiador.
- Protéjase con guantes para manejar líquidos. Use las gafas de protección y mascarillas anti polvo cuando sea necesario.
- Para cambiar aceites del motor o de los sistemas hidráulico el hágalo en frío.
- Los líquidos de las baterías son inflamables, recuérdelo.
- Para manipular el sistema eléctrico, parar siempre el motor y quite la llave de contacto.
- No libere los frenos en posición de parada sin antes haber colocado los calzos de las ruedas.
- Si ha de arrancar el motor usando baterías de otro vehículo, evite saltos de corriente. Los electrolitos producen gases inflamables.
- Vigile la presión de los neumáticos.
- Para llenar los neumáticos sitúese tras la banda de rodadura y previniendo una rotura de la manguera.
- Compruebe el buen funcionamiento de la máquina antes de empezar el trabajo después de cada parada.
- Ajuste bien el asiento para alcanzar los controles con facilidad.
- Si contacta con cables eléctricos proceda como sigue:
  - Separe la máquina del lugar del contacto.
  - Toque la bocina indicando situación peligrosa.
  - Pare el motor y ponga el freno de mano.
  - Salte del vehículo EVITANDO ESTAR EN CONTACTO AL MISMO TIEMPO CON LA MÁQUINA Y EL SUELO.
- No abandone el vehículo con el motor en marcha.
- No abandone el vehículo sin haber dejado los órganos móviles apoyados en el suelo.
- No transporte personas en la máquina ni en el interior de la cabina de conducción.
- Compruebe el buen estado del arco de protección antivuelco de su vehículo.
- Cumpla por su seguridad las instrucciones sobre el manejo de las máquinas durante la realización de los trabajos y adopte las medidas preventivas del PLAN DE SEGURIDAD.

## 5. Ejecución de la estructura y cimentación

### Ejecución de la cimentación

#### Riesgos más comunes:

Los riesgos más comunes del vertido del hormigón se detallan a continuación:

- Caídas de personas u objetos al mismo nivel
- Caídas de personas u objetos a distinto nivel
- Contactos con el hormigón, dermatitis del cemento
- Fallos en entibaciones
- Corrimientos de tierras
- Vibraciones por manejos de aparatos vibradores del hormigón
- Ruido ambiental
- Electrocutación por contactos eléctricos

#### Normas y medidas preventivas:

La canaleta será el medio utilizado para el vertido del hormigón. Teniendo eso en cuenta, las normas y medidas preventivas serán:

- Se instalarán topes al final del recorrido de los camiones hormigonera evitando vuelcos o caídas.
- No acercar las ruedas de los camiones hormigoneras a menos de 2 m. del borde de la excavación.
- No situar operarios tras los camiones hormigoneras durante el retroceso en las maniobras de acercamiento.
- Se instalarán barandillas sólidas en el borde de la excavación.
- La maniobra de vertido será dirigida por el capataz o encargado.
- Antes del inicio del Hormigonado se revisará el buen estado de las entibaciones.
- Se instalar pasarelas de circulación de personas sobre las zanjas a hormigonar, formadas por al menos tres tablonos tablados. (60 cm).
- Iguales pasarelas se instalarán para facilitar el paso y movimientos de las personas que hormigona.
- Se respetará la distancia de seguridad (2 m) con fuertes topes de final de recorrido, para los vehículos que deban aproximarse a las zanjas para verter el hormigón.
- Siempre que sea posible el vibrado se efectuara desde el exterior de la zanja utilizando el cinturón de seguridad.

### Protecciones individuales:

Todas las prendas de protección personal deberán estar homologadas por los organismos correspondientes:

- Casco de polietileno con barbuquejo.
- Guantes de cuero, goma o PVC.
- Botas de cuero, goma o lona de seguridad.
- Ropa de trabajo adecuada.
- Cinturones de seguridad A, B o C.
- Gafas de seguridad anti-proyecciones.

## **6. Montaje de la estructura**

### Proceso

La estructura del estadio está compuesta principalmente con piezas prefabricadas de acero. El proceso del montaje tendrá las siguientes fases:

1. Llegada del camión con las piezas, descarga y acopio.
2. Fijación de la pieza con los elementos necesarios a la grúa especial para este uso.
3. Elevación de la pieza, acercamiento, presentación y acoplamiento.
4. Fijación o anclaje de la pieza una vez acoplada.

### Riesgos más frecuentes:

- Caídas de operarios al mismo nivel
- Caídas de operarios a distinto nivel
- Caída de operarios al vacío
- Caída de objetos sobre operarios
- Caídas de materiales transportados
- Choques o golpes contra objetos
- Atrapamientos y aplastamientos
- Atropellos, colisiones, alcances y vuelcos de camiones
- Lesiones y/o cortes en manos y pies
- Sobreesfuerzos
- Ruidos, contaminación acústica
- Vibraciones
- Ambiente pulverulento
- Cuerpos extraños en los ojos
- Caída de piezas una vez en su sitio por deficiencia o mal anclaje
- Golpes a las personas durante las maniobras de transporte, acercamiento y acoplamiento de las piezas con la grúa
- Dermatitis por contacto de hormigón
- Contactos eléctricos directos e indirectos
- Inhalación de vapores
- Rotura, hundimiento, caídas de encofrados y de entibaciones
- Condiciones meteorológicas adversas
- Trabajos en zonas húmedas o mojadas
- Desplomes, desprendimientos, hundimientos del terreno.
- Contagios por lugares insalubres

- Explosiones e incendios
- Derivados de medios auxiliares usados
- Radiaciones y derivados de la soldadura
- Quemaduras en soldadura oxicorte
- Derivados acceso al lugar de trabajo

#### Normas y medidas preventivas:

- Estos trabajos serán realizados, como mínimo, por un montador y su ayudante, el que lleva la grúa y dos personas que acercan la pieza a su acoplamiento.
- La zona por donde circula en vuelo la pieza se señalizará y ninguna persona estará debajo de ella.
- Ninguna pieza, una vez acoplada, se dejará suelta sin fijación.

#### Protecciones personales y colectivas:

- Uso del casco.
- Uso del cinturón de seguridad.
- Uso de calzado especial para golpes.
- Guantes de cuero.

## **7. Ejecución de la cubierta**

#### Proceso:

- Transporte de los paneles sándwich a la cubierta.
- Colocación de los paneles.
- Fijación de los paneles a las correas.

#### Riesgos más frecuentes:

- Caídas de operarios al mismo nivel
- Caídas de operarios a distinto nivel
- Caída de operarios al vacío
- Caída de objetos sobre operarios
- Caídas de materiales transportados
- Choques o golpes contra objetos
- Atrapamientos y aplastamientos
- Lesiones y/o cortes en manos y pies
- Sobreesfuerzos
- Ruidos, contaminación acústica
- Vibraciones
- Ambiente pulvígeno
- Cuerpos extraños en los ojos
- Dermatitis por contacto de cemento y cal
- Condiciones meteorológicas adversas
- Trabajos en zonas húmedas o mojadas
- Derivados de medios auxiliares usados
- Quemaduras en impermeabilizaciones

- Derivados del acceso al lugar de trabajo

#### Normas y medidas preventivas:

- Cuando se trabaje en la cubierta se prohibirá el paso por debajo de la zona de trabajo.
- Se trabajará sobre plataformas autoportantes o grúa con cesto para poner el panel nervado.
- Para transitar sobre la cubierta se emplearán tablonos que se apoyarán sobre las correas.
- Uso obligatorio del casco dentro de la planta baja.

#### Protecciones personales y colectivas:

- Este trabajo será realizado, como mínimo, por un oficial y su ayudante.
- Uso del cinturón de seguridad.
- Guantes de cuero contra cortes.
- Las herramientas se llevarán sujetas en un mosquetón para evitar la caída.

## **8. Ejecución de cerramientos y albañilería**

#### Riesgos más frecuentes

- Caídas de operarios al mismo nivel
- Caídas de operarios a distinto nivel
- Caída de operarios al vacío
- Caída de objetos sobre operarios
- Caídas de materiales transportados
- Choques o golpes contra objetos
- Atrapamientos, aplastamientos en medios de elevación y transporte
- Lesiones y/o cortes en manos
- Lesiones y/o cortes en pies
- Cuerpos extraños en los ojos
- Dermatitis por contacto de cemento y cal
- Contactos eléctricos directos
- Contactos eléctricos indirectos
- Derivados medios auxiliares usados
- Derivados del acceso al lugar de trabajo

#### Protecciones colectivas

En todo momento se mantendrán las zonas de trabajo limpias y ordenadas. Por encima de los 2 m, todo andamio debe estar provisto de barandilla de 0,90m de altura y rodapié de 0,20m.

El acceso a los andamios de más de 1,50 metros de altura se hará por medio de escaleras de mano provistas de apoyos antideslizantes en el suelo y su longitud deberá sobrepasar por lo menos 0,70 metros de nivel del andamio. Siempre que sea indispensable montar el andamio inmediato a un hueco de fachada o forjado, será obligatorio para los operarios utilizar el cinturón de seguridad, o alternativamente dotar el andamio de sólidas barandillas.

Mientras los elementos de madera o metálicos no están debidamente recibidos en su emplazamiento definitivo, se asegurará su estabilidad mediante cuerdas, cables, puntales o dispositivos equivalentes. A nivel del suelo, se acotarán las áreas de trabajo y se colocará la señal "Riesgo de caída de objetos", y en su caso "Peligro, cargas suspendidas".

### Protecciones personales

Será obligatorio el uso del casco, guantes y botas con puntera reforzada. En todos los trabajos de altura en que no se disponga de protección de barandillas o dispositivos equivalentes, se usará cinturón de seguridad para el que obligatoriamente se habrán previsto puntos fijos de enganche. Siempre que las condiciones de trabajo exijan otros elementos de protección, se dotará a los trabajadores de estos.

### Andamios

Debe disponerse de los andamios necesarios para que el operario nunca trabaje por encima de la altura de los hombros. Hasta 3 metros de altura podrán utilizarse andamios de borriquetas fijas sin arriostramientos. Por encima de 3 metros y hasta 6 metros máxima altura permitida para este tipo de andamios, se emplearán borriquetas armadas de bastidores móviles arriostrados. Todos los tablonces que forman la andamiada deberán estar sujetos a las borriquetas por lías, y no deben volar más de 0,20 metros. La anchura mínima de la plataforma de trabajo será de 0,60 metros. Se prohibirá apoyar las andamiadas en tabiques o pilastras recién hechas, ni en cualquier otro medio de apoyo fortuito, que no sea la borriqueta o caballete sólidamente construido.

### Andamios sobre ruedas

Su altura no podrá ser superior a 4 veces su lado menor. Para alturas superiores a 2 metros se dotará al andamio de barandillas de 0,90 metros y rodapié de 0,20 metros. El acceso a la plataforma de trabajo se hará por escaleras de 0,50 metros de ancho mínimo, fijas a un lateral de andamio, para alturas superiores a los 5 metros, la escalera estará dotada de jaulas de protección. Las ruedas estarán previstas de dispositivos de bloqueo. En caso contrario se acuñarán por ambos lados. Se cuidará apoyen en superficies resistentes, recurriendo si fuera necesario a la utilización de tablonces u otro dispositivo de reparto del peso. Antes de su utilización se comprobará su verticalidad. Antes de su desplazamiento desembarcará el personal de la plataforma de trabajo y no volverá a subir al mismo hasta que el andamio esté situado en su nuevo emplazamiento.

## Revisiones

Diariamente, antes de iniciar el trabajo en los andamios se revisará su estabilidad, la sujeción de los tabloneros de andamiada y escaleras de acceso, así como los cinturones de seguridad y sus puntos de enganche.

## PRIMEROS AUXILIOS

En el centro de trabajo se dispondrá de un botiquín con los medios necesarios para efectuar las curas de urgencia en caso de accidente según la normativa vigente y estará a cargo de él una persona capacitada designada por la empresa constructora.

Al principio de la obra, se indicarán la situación de los centros médicos a los cuales se habrá de trasladar a los accidentados. Se dispondrá en la obra en sitio visible, de una lista de teléfonos y direcciones de los centros asignados para urgencias.

## 9. NORMATIVA APLICABLE

- ◆ Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación (CTE), que constituye el marco normativo de las exigencias de calidad que deben cumplir los nuevos edificios.
- ◆ Real Decreto 1247/2008, de 18 de Julio, por el que se aprueba la instrucción de hormigón estructural (EHE-08).
- ◆ Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.

Modificado por:

- Real Decreto 2177/2004, de 12 de noviembre, por el que se modifica el Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en materia de trabajos temporales en altura. [BOE nº 274, de 13 de noviembre]
- Real Decreto 604/2006, de 19 de mayo, por el que se modifican el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción. [BOE nº 127, de 29 de mayo]
- Real Decreto 1109/2007, de 24 de agosto, por el que se desarrolla la Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el Sector de la Construcción. [BOE nº 204, de 25 de agosto]

- Real Decreto 337/2010, de 19 de marzo, por el que se modifican el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención; el Real Decreto 1109/2007, de 24 de agosto, por el que se desarrolla la Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el Sector de la Construcción, y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en obras de construcción. [BOE nº 71, de 23 de marzo]
  
- ◆ Ley 31/1.995, de 8 de noviembre [BOE 10/11/95], de Prevención de Riesgos Laborales.
- ◆ Real decreto 171/2004, por el que se desarrolla el artículo 24 de la ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de riesgos laborales, en materia de coordinación de actividades empresariales.
- ◆ Real Decreto Legislativo 5/2.000, de 4 de agosto, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley sobre Infracción y Sanciones de Orden Social.
- ◆ Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.
- ◆ Directiva 92/57/CEE de 24 de junio [DO: 26/08/92]
- ◆ Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- ◆ Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad en los lugares de trabajo.
- ◆ Real Decreto 487/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores.
- ◆ Real Decreto 488/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas al trabajo con equipos que incluyen pantallas de visualización.
- ◆ Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual. Real Decreto 34/2008, de 18 de enero, por el que se regulan los certificados de profesionalidad.
- ◆ Real Decreto 1407/1992, de 20 de noviembre, por el que se regulan las condiciones para la comercialización y libre circulación intercomunitaria de los equipos de protección individual (modificación Real Decreto 159/1995 de 3 de febrero).
- ◆ Real Decreto 1495/1.986 de 26 de mayo, sobre Reglamento de Seguridad en las Máquinas, derogado por el Real Decreto 1849/2000, de 10 de noviembre, por el que se derogan diferentes disposiciones en materia de normalización y homologación de productos industriales.
- ◆ Real Decreto Legislativo 2/2015, de 23 de octubre, por el que se aprueba el texto refundido del Estatuto de los Trabajadores.
- ◆ Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, Reglamento de los Servicios de Prevención.
- ◆ Real Decreto 664/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo.

- ◆ Real Decreto 665/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo.
- ◆ Real Decreto 1215/1997, de 18 de Julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- ◆ Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- ◆ Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.
- ◆ 93/44/CEE del Consejo, de 14 de junio, por la que se modifica la Directiva 89/392/CEE relativa a la aproximación de las legislaciones de los estados miembros sobre máquinas.
  - Legislación nacional:
    - Real Decreto 56/1995, de 20 de enero, por el que se modifica el Real Decreto 1435/1992, de 27 de noviembre, relativo a las disposiciones de aplicación de la Directiva del Consejo 89/392/CEE, sobre máquinas [BOE 08.02.95]
    - Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de equipos de trabajo [BOE 07/08/97]
    - Real Decreto 2177/2004, de 12 de noviembre, por el que se modifica el Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en materia de trabajos temporales en altura. [BOE 13/11/04]
- ◆ CONVENIO COLECTIVO DEL GRUPO DE CONSTRUCCIÓN Y OBRAS PÚBLICAS DE VALENCIA.
- ◆ PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS DE LA DIRECCIÓN GENERAL DE ARQUITECTURA.

## 10. OBLIGACIONES DEL PROMOTOR

Antes del inicio de los trabajos, el promotor designará un Coordinador en materia de Seguridad y Salud, cuando en la ejecución de las obras intervengan más de una empresa, o una empresa y trabajadores autónomos o diversos trabajadores autónomos.

*(En la introducción del Real Decreto 1627/1.997 y en el apartado 2 del Artículo 2 se establece que el contratista y el subcontratista tendrán la consideración de empresario a los efectos previstos en la normativa sobre prevención de riesgos laborales.*

*Como en las obras de edificación es habitual la existencia de numerosos subcontratistas, será previsible la existencia del Coordinador en /a fase de ejecución.*

*Así como también queda reflejado en el Real decreto 171/2004, por el que se desarrolla el artículo 24 de la ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de riesgos laborales, en materia de coordinación de actividades empresariales.)*

El promotor deberá efectuar un aviso a la autoridad laboral competente antes del comienzo de las obras, que se redactará con arreglo a lo dispuesto en el Anexo III del Real Decreto 1627/1.997 debiendo exponerse en la obra de forma visible y actualizándose si fuera necesario.

## **11. COORDINADOR DE SEGURIDAD Y SALUD**

El Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, deberá desarrollar las siguientes funciones:

- Coordinar la aplicación de los principios generales de prevención y seguridad.
- Coordinar las actividades de la obra para garantizar que las empresas y personal actuante apliquen de manera coherente y responsable los principios de acción preventiva que se recogen en el Artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales durante la ejecución de la obra, y en particular, en las actividades a que se refiere el Artículo 10 del Real Decreto 1627/1997.
- Aprobar el Plan de Seguridad y Salud elaborado por el contratista y, en su caso, las modificaciones introducidas en el mismo.
- Organizar la coordinación de actividades empresariales previstas en el Artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- Coordinar las acciones y funciones de control de la aplicación correcta de los métodos de trabajo.
- Adoptar las medidas necesarias para que solo las personas autorizadas puedan acceder a la obra.

La Dirección Facultativa asumirá estas funciones cuando no fuera necesaria la designación del Coordinador.

## **12. ELABORACIÓN DEL PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO**

En aplicación del Estudio Básico de Seguridad y Salud, el contratista, antes del inicio de la obra, elaborará un Plan de Seguridad y Salud en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en este Estudio Básico y en función de su propio sistema de ejecución de obra. En dicho plan se incluirán, en su caso, las propuestas de medidas alternativas de prevención que el contratista proponga con la correspondiente justificación técnica, y que no podrán implicar disminución de los niveles de protección previstos en este Estudio Básico.

El Plan de Seguridad y Salud deberá ser aprobado, antes del inicio de la obra, por el Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra. Este podrá ser modificado por el contratista en función del proceso de ejecución de esta, de la evolución de los trabajos y de las posibles incidencias o

modificaciones que puedan surgir a lo largo de la obra, pero que siempre con la aprobación expresa del Coordinador. Cuando no fuera necesaria la designación del Coordinador, las funciones que se le atribuyen serán asumidas por la Dirección Facultativa.

Quienes intervengan en la ejecución de la obra, así como las personas u órganos con responsabilidades en materia de prevención en las empresas intervinientes en la misma y los representantes de los trabajadores, podrán presentar por escrito y de manera razonada, las sugerencias y alternativas que estimen oportunas. El Plan estará en la obra a disposición de la Dirección Facultativa.

### **13. OBLIGACIONES DE CONTRATISTAS Y SUBCONTRATISTAS**

El contratista y subcontratistas estarán obligados a:

1. Aplicar los principios de acción preventiva que se recogen en el Artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos laborales y en particular:

- El mantenimiento de la obra en buen estado de limpieza.
- La elección del emplazamiento de los puestos y áreas de trabajo, teniendo en cuenta sus condiciones de acceso y la determinación de las vías o zonas de desplazamiento o circulación.
- La manipulación de distintos materiales y la utilización de medios auxiliares.
- El mantenimiento, el control previo a la puesta en servicio y control periódico de las instalaciones y dispositivos necesarios para la ejecución de las obras, con objeto de corregir los defectos que pudieran afectar a la seguridad y salud de los trabajadores.
- La delimitación y acondicionamiento de las zonas de almacenamiento y depósito de materiales, en particular si se trata de materias peligrosas.
- El almacenamiento y evacuación de residuos y escombros.
- La recogida de materiales peligrosos utilizados.
- La adaptación del período de tiempo efectivo que habrá de dedicarse a los distintos trabajos o fases de trabajo.
- La cooperación entre todos los intervinientes en la obra.
- Las interacciones o incompatibilidades con cualquier otro trabajo o actividad.

2. Cumplir y hacer cumplir a su personal lo establecido en el Plan de Seguridad y Salud.

3. Cumplir la normativa en materia de prevención de riesgos laborales, teniendo en cuenta las obligaciones sobre coordinación de las actividades empresariales previstas en el Artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, así como cumplir las disposiciones mínimas establecidas en el Anexo IV del Real Decreto 1627/1.997.

4. Informar y proporcionar las instrucciones adecuadas a los trabajadores autónomos sobre todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiera a seguridad y salud.

5. Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra.

Serán responsables de la ejecución correcta de las medidas preventivas fijadas en el Plan y en lo relativo a las obligaciones que le correspondan directamente o, en su caso, a los trabajos autónomos por ellos contratados. Además, responderán solidariamente de las consecuencias que se deriven del incumplimiento de las medidas previstas en el plan.

Las responsabilidades del Coordinador, Dirección Facultativa y el Promotor no eximirán de sus responsabilidades a los contratistas y a los subcontratistas.

#### **14. OBLIGACIONES DE LOS TRABAJADORES AUTÓNOMOS**

Los trabajadores autónomos están obligados a:

1. Aplicar los principios de la acción preventiva que se recoge en el Artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, y en particular:

- El mantenimiento de la obra en buen estado de orden y limpieza.
- El almacenamiento y evacuación de residuos y escombros.
- La recogida de materiales peligrosos utilizados.
- La adaptación del período de tiempo efectivo que habrá de dedicarse a los distintos trabajos o fases de trabajo.
- La cooperación entre todos los intervinientes en la obra.
- Las interacciones o incompatibilidades con cualquier otro trabajo o actividad.

2. Cumplir las disposiciones mínimas establecidas en el Anexo IV del Real Decreto 1627/1.997.

3. Ajustar su actuación conforme a los deberes sobre coordinación de las actividades empresariales previstas en el Artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, participando en particular en cualquier medida de su actuación coordinada que se hubiera establecido.

4. Cumplir con las obligaciones establecidas para los trabajadores en el Artículo 29, apartados 1 y 2 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

5. Utilizar equipos de trabajo que se ajusten a lo dispuesto en el Real Decreto 2177/2004.

6. Elegir y utilizar equipos de protección individual en los términos previstos en el Real Decreto 773/1.997.

7. Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del Coordinador en materia de seguridad y salud.

## **15. LIBRO DE INCIDENCIAS**

En el centro de trabajo existirá, con fines de control y seguimiento del Plan de Seguridad y Salud, un Libro de Incidencias que constará de hojas por duplicado y que será facilitado por el Colegio profesional al que pertenezca el técnico que haya aprobado el Plan de Seguridad y Salud.

Deberá mantenerse siempre en obra y en poder del Coordinador. Tendrán acceso al Libro, la Dirección Facultativa, los contratistas y subcontratistas, los trabajadores autónomos, las personas con responsabilidades en materia de prevención de las empresas intervinientes, los representantes de los trabajadores, y los técnicos especializados de las Administraciones públicas competentes en esta materia, quienes podrán hacer anotaciones en el mismo. (Sólo se podrán hacer anotaciones en el Libro de Incidencias relacionadas con el cumplimiento del Plan).

Efectuada una anotación en el Libro de Incidencias, el Coordinador estará obligado a remitir en el plazo de veinticuatro horas una copia a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la provincia en que se realiza la obra. Igualmente, notificará dichas anotaciones al contratista y a los representantes de los trabajadores.

## **16. PARALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS**

Cuando el Coordinador y durante la ejecución de las obras, observase incumplimiento de las medidas de seguridad y salud, advertirá al contratista y dejará constancia de tal incumplimiento en el Libro de Incidencia quedando facultado para en circunstancias de riesgo grave e inminente para la seguridad y salud de los trabajadores, disponer la paralización de los trabajos y en su caso de la obra.

Dará cuenta de este hecho a los efectos oportunos, a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la provincia de Valencia. Igualmente, notificará al contratista, y en su caso a los subcontratistas y/o autónomos afectados de la paralización y a los representantes de los trabajadores.

## **17. DERECHOS DE LOS TRABAJADORES**

Los contratistas y subcontratistas deberán garantizar que los trabajadores reciban una información adecuada y comprensible de todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiere a su seguridad y salud en la obra.

Una copia del Plan de Seguridad y Salud y de sus posibles modificaciones, a los efectos de su conocimiento y seguimiento, será facilitada por el contratista a los representantes de los trabajadores en el centro de trabajo.

## **18. DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD QUE DEBEN APLICARSE EN LA OBRA**

Las obligaciones previstas en las tres partes del Anexo IV del Real Decreto 1627/1997, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, se aplicarán siempre que lo exijan las características de la obra o de la actividad, las circunstancias o cualquier riesgo.

En el Presupuesto de Ejecución Material, (PEM) del proyecto, se ha reservado un capítulo con una partida alzada para Seguridad y Salud.

Por lo firma abajo expresa, el Promotor afirma conocer y estar de acuerdo con todos los documentos que componen este Estudio Básico de Seguridad y Salud.

*NOTA: "AL FINAL DE ESTE DOCUMENTO SE DEBE DE INCLUIR LA FIRMA DEL INGENIERO QUE REALIZA EL ESTUDIO DE SEGURIDAD INDICANDO LA FECHA DE ESTA". (AL SER UN TRABAJO FINAL DE GRADO NO ES NECESARIA)*



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

Parte I.V

# ANEXO III: GESTIÓN DE RESIDUOS

Autor: Rodrigo Giménez Azorín

Tutor: Pedro Efrén Martín Concepción

Junio 2019

## **INDICE ANEXO III: GESTIÓN DE RESIDUOS**

1. CONTENIDO DEL DOCUMENTO.....	3
2. AGENTES INTERVINIENTES .....	3
2.1 OBLIGACIONES .....	4
3. NORMATIVA Y LEGISLACIÓN APLICABLE.....	7
3.1 REQUISITOS	
- NORMATIVA UE .....	8
- ESTATAL .....	8
- AUTONÓMICA .....	9
4. IDENTIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS GENERADOS EN LA OBRA.....	10

## 1. CONTENIDO DEL DOCUMENTO

En cumplimiento del Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición (RCD), este proyecto establece los siguientes puntos:

- Estimación de la cantidad generada en volumen y peso
- Medidas para la prevención de residuos en la obra objeto del proyecto
- Operaciones de reutilización, valorización o eliminación a que se determinarán los residuos que se generarán en la obra
- Medidas para la separación de los residuos en obra, en particular, para el cumplimiento por parte del poseedor de los residuos, de la obligación establecida en el apartado 5 del artículo 5.
- Planos de las instalaciones previstas para el almacenamiento, manejo, separación y, en su caso, otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra.
- Las prescripciones del pliego de prescripciones técnicas particulares del proyecto, en relación con el almacenamiento, manejo, separación y, en su caso, otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra.
- Una valoración del coste previsto de la gestión de los residuos de construcción y demolición que formarán parte del presupuesto del proyecto en capítulo independiente.
- Agentes intervinientes en la Gestión de RCD
- Identificación de los residuos de construcción y demolición generados en la obra

## 2. AGENTES INTERVINIENTES

Los principales agentes que intervienen en la ejecución de la obra son:

Promotor	El propietario de la empresa
Proyectista	Rodrigo Giménez Azorín
Director de Obra	A designar por el promotor
Director de Ejecución	A designar por el promotor

### Productor de residuos (Promotor)

Se identifica con el titular del bien inmueble en quien reside la decisión última de construir o demoler. Según el artículo 2, apartado E del Real Decreto 105/2008, se pueden presentar tres casos:

1. La persona física o jurídica titular de la licencia urbanística en una obra de construcción o demolición; en aquellas obras que no precisen de licencia urbanística, tendrá la consideración de productor del residuo la persona física o jurídica titular del bien inmueble objeto de una obra de construcción o demolición.

2. La persona física o jurídica que efectúe operaciones de tratamiento, de mezcla o de otro tipo, que ocasionen un cambio de naturaleza o de composición de los residuos.
3. El importador o adquirente en cualquier Estado miembro de la Unión Europea de residuos de construcción y demolición.

### **Poseedor de residuos (Constructor)**

En la presente fase del proyecto no se ha determinado el agente que actuará como Poseedor de los Residuos, siendo responsabilidad del Productor de los residuos (Promotor) su designación antes del comienzo de las obras.

### **Gestor de residuos**

Es la persona física o jurídica, o entidad pública o privada, que realice cualquiera de las operaciones que componen la recogida, el almacenamiento, el transporte, la valorización y la eliminación de los residuos, incluida la vigilancia de estas operaciones y la de los vertederos, así como su restauración o gestión ambiental de los residuos, con independencia de ostentar la condición de productor de estos. Éste será designado por el Productor de los residuos (Promotor) con anterioridad al comienzo de las obras.

## **2.1 OBLIGACIONES**

En cumplimiento del Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición (RCD), conforme a lo dispuesto en el Artículo 4 "Obligaciones del productor de residuos de construcción y demolición" y el Artículo 5 "Obligaciones del poseedor de residuos de construcción y demolición", es desarrollado en los siguientes puntos:

### **Promotor de residuos (Promotor)**

Debe incluir en el proyecto de ejecución de la obra un estudio de gestión de residuos de construcción y demolición, que contendrá como mínimo:

1. Una estimación de la cantidad, expresada en toneladas y en metros cúbicos, de los residuos de construcción y demolición que se generarán en la obra, codificados con arreglo a la lista europea de residuos publicada por Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos, o norma que la sustituya.
2. Las medidas para la prevención de residuos en la obra objeto del proyecto.
3. Las operaciones de reutilización, valorización o eliminación a que se destinarán los residuos que se generarán en la obra.
4. Las medidas para la separación de los residuos en obra, en particular, para el cumplimiento por parte del poseedor de los residuos, de la obligación establecida en el apartado 5 del artículo 5.
5. Los planos de las instalaciones previstas para el almacenamiento, manejo, separación y, en su caso, otras operaciones de gestión de los

residuos de construcción y demolición dentro de la obra. Posteriormente, dichos planos podrán ser objeto de adaptación a las características particulares de la obra y sus sistemas de ejecución, previo acuerdo de la dirección facultativa de la obra.

6. Las prescripciones del pliego de prescripciones técnicas particulares del proyecto, en relación con el almacenamiento, manejo, separación y, en su caso, otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra.
7. Una valoración del coste previsto de la gestión de los residuos de construcción y demolición, que formará parte del presupuesto del proyecto en capítulo independiente.

### **Poseedor de residuos (Constructor)**

- La persona física o jurídica que ejecute la obra (el constructor), además de las prescripciones previstas en la normativa aplicable, está obligado a presentar a la propiedad de esta, un plan que refleje cómo llevará a cabo las obligaciones que le incumban en relación a los residuos de construcción y demolición que se vayan a producir en la obra, en particular las recogidas en los artículos 4.1 y 5 del Real Decreto 105/2008 y las contenidas en el presente estudio.

El plan presentado y aceptado por la propiedad, una vez aprobado por la dirección facultativa, pasará a formar parte de los documentos contractuales de la obra.

- El poseedor de residuos de construcción y demolición, cuando no proceda a gestionarlos por sí mismo, y sin perjuicio de los requerimientos del proyecto aprobado, estará obligado a entregarlos a un gestor de residuos o a participar en un acuerdo voluntario o convenio de colaboración para su gestión. Los residuos de construcción y demolición se destinarán preferentemente, y por este orden, a operaciones de reutilización, reciclado o a otras formas de valorización.
- La entrega de los residuos de construcción y demolición a un gestor por parte del poseedor habrá de constar en documento fehaciente, en el que figure, al menos, la identificación del poseedor y del productor, la obra de procedencia y, en su caso, el número de licencia de la obra, la cantidad expresada en toneladas o en metros cúbicos, o en ambas unidades cuando sea posible, el tipo de residuos entregados, codificados con arreglo a la lista europea de residuos publicada por Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, o norma que la sustituya, y la identificación del gestor de las operaciones de destino.

Cuando el gestor al que el poseedor entregue los residuos de construcción y demolición efectúe únicamente operaciones de recogida, almacenamiento, transferencia o transporte, en el documento de entrega deberá figurar también el gestor de valorización o de eliminación ulterior al que se destinarán los residuos.

En todo caso, la responsabilidad administrativa en relación con la cesión de los residuos de construcción y demolición por parte de los poseedores a los gestores se regirá por lo establecido en el artículo 33 de la Ley 10/1998, de 21 de abril.

- Mientras se encuentren en su poder, el poseedor de los residuos estará obligado a mantenerlos en condiciones adecuadas de higiene y seguridad, así como a evitar la mezcla de fracciones ya seleccionadas que impida o dificulte su posterior valorización o eliminación.

La separación en fracciones se llevará a cabo preferentemente por el poseedor de los residuos dentro de la obra en que se produzcan.

- Cuando por falta de espacio físico en la obra no resulte técnicamente viable efectuar dicha separación en origen, el poseedor podrá encomendar la separación de fracciones a un gestor de residuos en una instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición externa a la obra. En este último caso, el poseedor deberá obtener del gestor de la instalación documentación acreditativa de que éste ha cumplido, en su nombre, la obligación recogida en el presente apartado.
- El órgano competente en materia medioambiental de la comunidad autónoma donde se ubique la obra, de forma excepcional, y siempre que la separación de los residuos no haya sido especificada y presupuestada en el proyecto de obra, podrá eximir al poseedor de los residuos de construcción y demolición de la obligación de separación de alguna o de todas las anteriores fracciones.
- El poseedor de los residuos de construcción y demolición estará obligado a sufragar los correspondientes costes de gestión y a entregar al productor los certificados y la documentación acreditativa de la gestión de los residuos, así como a mantener la documentación correspondiente a cada año natural durante los cinco años siguientes.

### **Gestor de residuos**

El gestor de residuos de construcción y demolición cumplirá con las siguientes obligaciones:

1. En el supuesto de actividades de gestión sometidas a autorización por la legislación de residuos, llevar un registro en el que, como mínimo, figure la cantidad de residuos gestionados, expresada en toneladas y en metros cúbicos, el tipo de residuos, codificados con arreglo a la lista europea de residuos publicada por Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, o norma que la sustituya, la identificación del productor, del poseedor y de la obra de donde proceden, o del gestor, cuando procedan de otra operación anterior de gestión, el método de gestión aplicado, así como las cantidades, en toneladas y en metros cúbicos, y destinos de los productos y residuos resultantes de la actividad.
2. Poner a disposición de las administraciones públicas competentes, a petición de estas, la información contenida en el registro mencionado en

- el punto anterior. La información referida a cada año natural deberá mantenerse durante los cinco años siguientes.
3. Extender al poseedor o al gestor que le entregue residuos de construcción y demolición, en los términos recogidos en este real decreto, los certificados acreditativos de la gestión de los residuos recibidos, especificando el productor y, en su caso, el número de licencia de la obra de procedencia. Cuando se trate de un gestor que lleve a cabo una operación exclusivamente de recogida, almacenamiento, transferencia o transporte, deberá además transmitir al poseedor o al gestor que le entregó los residuos, los certificados de la operación de valorización o de eliminación subsiguiente a que fueron destinados los residuos.
  4. En el supuesto de que carezca de autorización para gestionar residuos peligrosos, deberá disponer de un procedimiento de admisión de residuos en la instalación que asegure que, previamente al proceso de tratamiento, se detectarán y se separarán, almacenarán adecuadamente y derivarán a gestores autorizados de residuos peligrosos aquellos que tengan este carácter y puedan llegar a la instalación mezclados con residuos no peligrosos de construcción y demolición. Esta obligación se entenderá sin perjuicio de las responsabilidades en que pueda incurrir el productor, el poseedor o, en su caso, el gestor precedente que haya enviado dichos residuos a la instalación.

### **3. NORMATIVA Y LEGISLACIÓN APLICABLE**

Este proyecto cumplirá el artículo 4.1 del Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, sobre "Obligaciones del productor de residuos de construcción y demolición".

En el artículo 3 de este Real Decreto, se define a residuo de construcción y demolición como:

*"cualquier sustancia u objeto que, cumpliendo la definición de Residuo incluida en el artículo 3. de la Ley 10/1998, de 21 de abril, se genere en una obra de construcción o demolición" o bien, "aquel residuo no peligroso que no experimenta transformaciones físicas, químicas o biológicas significativas, no es soluble ni combustible, ni reacciona física ni químicamente ni de ninguna otra manera, no es biodegradable, no afecta negativamente a otras materias con las cuales entra en contacto de forma que pueda dar lugar a contaminación del medio ambiente o perjudicar a la salud humana. La lixiviabilidad total, el contenido de contaminantes del residuo y la ecotoxicidad del lixiviado deberán ser insignificantes, y en particular no deberán suponer un riesgo para la calidad de las aguas superficiales o subterráneas".*

Aquellos residuos que se generen en la presente obra y estén regulados por legislación específica sobre residuos, cuando estén mezclados con otros residuos de construcción y demolición, les será de aplicación el Real Decreto 105/2008 en los aspectos no contemplados en la legislación específica.

### 3.1 REQUISITOS LEGALES PARA LA GESTIÓN DE RESIDUOS

#### Unión Europea

- **Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, sobre los residuos y por la que se derogan determinadas Directivas.**
- **Decisión de la Comisión 2000/532/CE, que establece una lista de residuos de conformidad con la Directiva 75/442/CEE.**
- **Decisión 738/2000 “Aplicación de la Directiva 1999/31”.**
- **Directiva 1999/31 “Vertido de Residuos”.**
- **Directiva 2008/1, de 15 de enero, de prevención y control integrado de la contaminación (DOUE 29 enero 2008).**
- **Decisión de la Comisión, de 22 de enero de 2001, que modifica la Decisión 2000/532/CE de 3 de mayo de 2000.**

#### Estatal

- **Ley de envases y residuos de envases.**  
Ley 11/1997, de 24 de abril, de la Jefatura del Estado. B.O.E.: 25 de abril de 1997.
- **Ley de residuos y suelos contaminados.**  
Ley 22/2011, de 28 de julio, de la Jefatura del Estado. B.O.E.: 29 de julio de 2011.
- **Real Decreto por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero.**  
Real Decreto 1481/2001, de 27 de diciembre, del Ministerio de Medio Ambiente. B.O.E.: 29 de enero de 2002.
- **Ley de calidad del aire y protección de la atmósfera.**  
Ley 34/2007, de 15 de noviembre, de la Jefatura del Estado. B.O.E.: 16 de noviembre de 2007.
- **Modificación de diversas leyes para su adaptación a la Ley sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio.**  
Ley 25/2009, de 22 de diciembre, de la Jefatura del Estado. B.O.E.: 23 de diciembre de 2009.
- **Plan Nacional Integrado de Residuos (PNIR) para el período 2008-2015.**  
Resolución de 20 de enero de 2009, de la Secretaría de Estado de Cambio Climático. B.O.E.: 26 de febrero de 2009

- **Regulación de la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.**

Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, del Ministerio de la Presidencia. B.O.E.: 13 de febrero de 2008

- **Operaciones de valorización y eliminación de residuos y Lista europea de residuos.**

Orden MAM 304/2002, de 8 de febrero, del Ministerio de Medio Ambiente.

B.O.E.: 19 de febrero de 2002.

Corrección de errores de la Orden MAM 304/2002, de 8 de febrero, B.O.E.: 12 de marzo de 2002.

- **Real Decreto por el que establece la relación de actividades potencialmente contaminantes.**

RD 9/2005, de 14 de enero, por el que se establece la relación de actividades potencialmente contaminantes del suelo y los criterios y estándares para la declaración de suelos contaminados. B.O.E.: 18 de enero de 2005.

### **Autonómica**

- **Plan de Inspección en materia de Calidad Ambiental en la Comunitat Valenciana**

RESOLUCIÓN de 21 de octubre de 2013, de la Consellería de Infraestructuras, Territorio y Medio Ambiente por la que se aprueba el Plan de Inspección en materia de Calidad Ambiental en la Comunitat Valenciana (2013-2015). D.O.C.V.: 4 de noviembre de 2013.

- **Decreto por el que se regula la utilización de residuos inertes adecuados en obras de restauración, acondicionamiento y relleno, o con fines de construcción.**

Decreto 200/2004, de 1 de octubre, del Consell de la Generalitat. D.O.G.V.: 11 de octubre de 2004.

- **Plan Integral de Residuos de la Comunidad Valenciana (PIRCV).**

(Decreto 317/1997, de 24 de diciembre, del Gobierno Valenciano (DOGV. 3160, de 13/01/98), modificado por el Decreto 32/1999, de 2 de marzo, del Gobierno Valenciano (DOGV no 3449, de 08.03.99).

- **Decreto por el cual de aprueba definitivamente el PIRCV**

Decreto 81/2013, de 21 de junio del Consell, de aprobación definitiva del Plan Integral de Residuos de la Comunitat Valenciana (PIRCV)

- **Orden por la que se publica la relación de Residuos Susceptibles de Valorización**

Orden 3/2013, de 25 de febrero, de la Conselleria de Infraestructuras, Territorio y Medio Ambiente, por la que se publica la relación de residuos susceptibles de valorización a los efectos del impuesto sobre eliminación de residuos en vertederos.

- **Ley de Prevención, Calidad y Control Ambiental de Actividades**

Ley 6/2014, de 25 de julio, de la Generalitat, de Prevención, Calidad y Control Ambiental de Actividades en la Comunitat Valenciana.

- **Decreto por el que se establece las funciones de las entidades colaboradoras**

Decreto 229/2004, de 15 de octubre, del Consell de la Generalitat, por el que se establecen las funciones de las entidades colaboradoras en materia de calidad ambiental (ECMCA) y se crea y regula su Registro.

- **Decreto por el que se regula la utilización de residuos inertes**

Decreto 200/2004, de 1 de octubre, del Consell de la Generalitat por el que se regula la utilización de residuos Inertes Adecuados en obras de restauración, acondicionamiento y relleno, o con fines de construcción.

- **Ley de Residuos de la Comunidad Valenciana**

Ley 10/2000, de 12 de diciembre, de residuos de la Comunidad Valenciana. (Parcialmente derogada por la ley 6/2014)

#### **4. IDENTIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN GENERADOS EN LA OBRA**

Todos los residuos de construcción y demolición generados en la obra se han codificado atendiendo a la Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos, según la Lista Europea de Residuos (LER) aprobada por la Directiva 2006/21/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 5 de abril de 2006 y la Directiva 2008/98/CE, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 19 de noviembre de 2008, sobre los residuos y por la que se derogan determinadas Directivas, dando lugar a los siguientes grupos:

Según su categoría:

- **RCD de Nivel I:** Residuos generados por el desarrollo de las obras de infraestructura de ámbito local o supramunicipal contenidas en los diferentes planes de actuación urbanística o planes de desarrollo de carácter regional, siendo resultado de los excedentes de excavación de los movimientos de tierra generados en el transcurso de dichas obras. Se trata, por tanto, de las tierras y materiales pétreos, no contaminados, procedentes de obras de excavación.
- **RCD de Nivel II:** Residuos generados principalmente en las actividades propias del sector de la construcción, de la demolición, de la reparación domiciliar y de la implantación de servicios. Son residuos no peligrosos que no experimentan transformaciones físicas, químicas o biológicas significativas.

Según su origen:

- **RCD domiciliarios:** que proceden de obras menores de construcción y reparación domiciliaria y tienen la consideración de residuos urbanos, según la definición del artículo 4, apartado E de la Ley 10/2000, de 12 de diciembre, de Residuos de la Comunidad Valenciana.
- **RCD industriales:** que proceden de obras de Construcción y Demolición.

Clasificación de los residuos:

Los RCD's de Nivel I que encontramos en el terreno son "Tierras y piedras distintas de las especificadas en el código 17 05 03"

Los RCD's de Nivel II son:

- Naturaleza pétreo:
  - Residuos de grava y rocas trituradas
  - Residuos de arena y arcilla
  - Hormigón
  - Ladrillos
- Naturaleza no pétreo:
  - Asfalto
  - Madera
  - Metales (Cobre, Aluminio, Metales mezclados...)
  - Papel
  - Plástico
  - Vidrio
  - Yeso
- Potencialmente peligrosos y otros:
  - Residuos biodegradables
  - Mezcla de residuos municipales

#### Estimación de la cantidad de Residuos de Construcción y Demolición que se generarán en la Obra

Se ha realizado una estimación de la cantidad de residuos generados en la obra a partir de la superficie de la parcela, del peso de los diferentes materiales y del embalaje de estos.

Las fracciones correspondientes a cada residuo se recogen en el siguiente cuadro:

Fracción RCD	Peso (%)	Densidad (Tn/m <sup>3</sup> )
Escombros	85	1,5
Otros residuos valorizables	7,5	1
Voluminosos de obra	7,5	0,4

#### Valoración del coste previsto de la gestión de los Residuos de Construcción y Demolición

El coste previsto se ha determinado a partir de la tabla anterior aplicando los precios correspondientes para cada fracción RCD.

Se puede ver detallado en el Capítulo "Presupuesto".



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

Parte I.VI

# ANEXO IV: GRADAS

Autor: Rodrigo Giménez Azorín

Tutor: Pedro Efrén Martín Concepción

Junio 2019

## INDICE ANEXO IV: GRADAS

1. CONDICIONES GENERALES.....	3
2. LOCALIDADES	
2.1 LOCALIDADES DE PIE.....	4
2.2 LOCALIDADES SENTADAS.....	4
2.3 LOCALIDADES PARA SILLA DE RUEDAS.....	5
3. LÍNEA DE VISIÓN.....	5

## GRADAS

### 1. CONDICIONES GENERALES (R.D. 2816/82 - UNE 41910)

- Los valores dados como "valor mínimo" sólo son admisibles en instalaciones existentes. Todas las instalaciones de nueva construcción o remodelación deberán usar como valores mínimos los recomendados.
- El área de visión del espectador es el área desde el cual los espectadores ven el evento. Comprende localidades de pie, localidades para sentarse, incluyendo espacios para silla de ruedas, y los pasillos para circular dentro y fuera del área de visión.
- Se puede conseguir la subdivisión apropiada del área de visión usando elementos de separación. Cada subdivisión de un área se debe denominar sector. Cada sector debe tener sus propias entradas y salidas. Debe haber un mínimo de dos salidas por sector.
- Al menos debe existir una zona en cada instalación destinada a espectadores usuarios de silla de ruedas. Estas zonas deben ser accesibles a los usuarios de silla de ruedas mediante un acceso continuo que conste de una sección plana, rampas y en caso necesario, ascensores y/o cualquier otro medio de elevación.
- El número mínimo de localidades para sillas de ruedas se recomienda que sea de una localidad por cada 200 espectadores, con un mínimo de dos localidades por instalación. Se deberá tener en cuenta la ubicación del acompañante del usuario de silla de ruedas.
- Las graderías, escaleras y toda clase de dependencias y lugares destinados al público deberán resistir en condiciones normales, además de su propio peso, una sobrecarga de 400 kilos por metro cuadrado horizontal. La autoridad dispondrá, en su caso, que se realicen las pruebas de resistencia que juzgue pertinentes para determinar las condiciones de resistencia y seguridad.
- La estructura de todas las construcciones será de materiales resistentes al fuego de acuerdo con las normas vigentes. Únicamente se podrán tolerar los entramados de madera en los campos cuyo aforo sea inferior a 5.000 espectadores, pero con la condición de que estén impregnados y protegidos con sustancias ignífugas, declaradas como tales por el Ministerio de Industria y Energía y aplicadas por empresas o laboratorios debidamente autorizados.
- Las instalaciones de carácter eventual, portátiles o desmontables deberán reunir las condiciones de seguridad, higiene y comodidad necesarias para espectadores o usuarios.

- Estas instalaciones se adaptarán a las normas particulares que en su caso contengan los reglamentos especiales; se aplicarán en ellos por analogía las establecidas en el presente manual y se cumplirán, además, los requisitos y condiciones que determinen las autoridades competentes, teniendo en cuenta los dictámenes de los facultativos que designen para inspeccionar su montaje y comprobar su funcionamiento.

## **2. LOCALIDADES**

### **2.1 LOCALIDADES DE PIE (R.D. 2816/82 – Cap. II, Sección 1a, art 29)**

- Se prohíben los planos inclinados para los espectadores que han de permanecer de pie. A estos se destinarán graderías de peldaños horizontales que, aun en el caso que fueran de tierra, tendrán, cuando menos, un borde construido con algún material fijo y suficientemente sólido. Estos peldaños serán de 60 cm. de altura y a cada espectador se destinará un ancho de 50 cm.
- En la primera fila y cada seis se dispondrán fuertes barandillas para contención del público. También se dispondrán en lo alto de las graderías y en los pasos de éstas, cuando ofrezcan peligro.
- Cada 14 metros de gradería habrá un paso de un metro que no podrá ocuparse durante el espectáculo. Las localidades deberán estar separadas de la cancha-terreno de juego, con una barandilla o cerramiento, debiendo estar dicha separación a una distancia mínima de 2,50 metros.

### **2.2 LOCALIDADES SENTADAS**

- Al aire libre (R.D. 2816/82- Cap. II, Sección 1a, art. 27,28)
  - Las filas serán de 0,85 metros de fondo, de los cuales se destinarán 0,40 metros al asiento y los 0,45 metros restantes al paso, con un ancho de 0,50 metros cada asiento, como mínimo. Los pasos centrales o intermedios serán cuando menos de 1,20 metros de ancho.
  - Las galerías o corredores de circulación serán de 1,80 metros por cada 300 espectadores, con un aumento de 0,60 metros por cada 250 más o fracción. Entre dos pasos, el número de asientos de cada fila no podrá ser mayor de 18 y por cada 12 filas deberá existir un paso.
- A cubierto (UNE 41910)
  - Asientos consistentes en escalones. El fondo del escalón debe ser de 0,70 metros mínimo, 0,80 metros recomendable y la diferencia de nivel entre el asiento y la plataforma de apoyo para los pies debe ser un máximo de 45 cm., 42 cm. recomendado.

- Resto de asientos: El fondo del escalón debe ser 0,80 metros de fondo, de los cuales se destinarán 0,40 metros al asiento y los 0,40 metros restantes al paso, con un ancho de 0,50 metros cada asiento, como mínimo.

### **2.3 LOCALIDADES PARA SILLAS DE RUEDAS**

El número mínimo de localidades para sillas de ruedas se recomienda que sea de una localidad por cada 200 espectadores, con un mínimo de dos localidades por instalación. Se destinará una superficie de 1 m. x 1,25 m. por cada localidad.

### **3. LÍNEA DE VISIÓN**

Se dispondrán las localidades con la pendiente y requisitos necesarios de modo que desde cualquiera de ellas, cuando el lleno sea completo, pueda verse la cancha, el terreno de juego o el circuito de carrera en toda su extensión.



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

Parte II

# PLIEGO DE CONDICIONES

Autor: Rodrigo Giménez Azorín

Tutor: Pedro Efrén Martín Concepción

Junio 2019

**INDICE PLIEGO DE CONDICIONES**

1. DISPOSICIONES GENERALES Y DESCRIPCIÓN DE LA OBRA	
1.1 OBJETO.....	3
2. RÉGIMEN Y ORGANIZACIÓN DE LA OBRA	
2.1 DOCUMENTOS DE LA CONTRATA.....	3
2.2 ENTREGA DE DOCUMENTOS.....	3
2.3 ORDEN DE PRELACIÓN DE DOCUMENTOS.....	3
2.4 FIRMA DE DOCUMENTOS.....	3
2.5 PRINCIPIO DE LOS TRABAJOS.....	4
2.6 DIRECCIÓN.....	4
2.7 MEDIDAS DE SEGURIDAD.....	4
2.8 ORDEN Y RITMO DE LOS TRABAJOS.....	4
2.9 VICIOS OCULTOS.....	4
2.10 PARALIZACIÓN DE LA OBRA.....	4
2.11 SUPLEMENTOS.....	5
2.12 ENSAYOS Y ANÁLISIS DE LOS MATERIALES.....	5
3. RÉGIMEN ECONÓMICO	
3.1 CONCEPTOS INCLUIDOS EN ESTA OFERTA.....	5
3.2 COMPROBACIÓN DE RELACIONES VALORADAS.....	5
3.3 VALORACIÓN DE LOS TRABAJOS.....	6
3.4 REVISIÓN DE PRECIOS.....	6
3.5 PRECIOS CONTRADICTORIOS.....	6
3.6 PAGOS.....	6
3.7 CARÁCTER DE LOS PAGOS.....	6
3.8 DEMORA DE LOS PAGOS.....	6
3.9 LIQUIDACIÓN TOTAL DE OBRA.....	7
3.10 RECEPCIÓN DEFINITIVA.....	7
4. CONDICIONES TÉCNICAS QUE HAN DE CUMPLIR LOS MATERIALES	
4.1 AGUAS.....	7
4.2 ARENAS.....	8
4.3 GRAVA PARA HORMIGONES.....	8
4.4 CAL GRASA.....	8
4.5 CEMENTOS Y YESOS.....	8
4.6 MORTERO DE CEMENTO PORTLAND.....	8
4.7 HORMIGONES.....	9
4.8 ACEROS PARA ARMAR.....	9
4.9 ACEROS LAMINADOS.....	9
4.10 LADRILLOS.....	9
4.11 PINTURAS Y BARNICES.....	9
POSCE.....	9

## **1. DISPOSICIONES GENERALES Y DESCRIPCIÓN DE LA OBRA**

### **1.1 OBJETO**

El objeto de este Pliego de Condiciones es definir las obras necesarias para la construcción de un estadio deportivo en Valencia, reseñadas en la Memoria y Planos que se adjuntan, comprendiendo todos los trabajos, suministros y servicios indicados en los diferentes Documentos del Proyecto.

## **2. RÉGIMEN Y ORGANIZACIÓN DE LA OBRA**

### **2.1 DOCUMENTOS DE LA CONTRATA**

Son los correspondientes al Proyecto ya citado:

1. MEMORIA
2. ANEXOS A LA MEMORIA
3. PLIEGOS DE CONDICIONES
4. PRESUPUESTO
5. PLANOS

### **2.2. ENTREGA DE DOCUMENTOS**

Un solo ejemplar el Proyecto se entrega libre de gastos al Contratista. Todo ejemplar suplementario total o parcial que el contratista juzgara útil poseer, le será facilitado al precio de la reproducción.

### **2.3. ORDEN DE PRELACIÓN DE DOCUMENTOS**

En caso de que existiesen discrepancias entre los distintos documentos que componen el presente proyecto, se establece el siguiente orden de prelación:

1. PLANOS
2. PRESUPUESTO
3. MEMORIA

### **2.4. FIRMA DE DOCUMENTOS**

El Contratista firmará los Planos y documentos de la construcción a los tres días siguientes a la aprobación de la oferta. Si no lo hace se considerará como si hubiese firmado.

## **2.5. PRINCIPIO DE LOS TRABAJOS**

El Contratista comenzará los trabajos dentro de los ocho días naturales siguientes a la orden dada por la Dirección Facultativa. Dicha orden le será dada por carta certificada por la citada Dirección.

## **2.6. DIRECCIÓN**

La interpretación técnica del Proyecto corresponde a la Dirección Facultativa a la que el contratista deberá obedecer en todo momento.

Toda obra ejecutada que a juicio de ésta sea defectuosa o no esté de acuerdo con las condiciones de este Pliego, será demolida y reconstruida por el Contratista, sin que pueda servirle de excusa el que la Dirección Facultativa haya examinado importe en liquidaciones de obras parciales.

## **2.7. MEDIDAS DE SEGURIDAD**

El Contratista se atenderá al vigente Reglamento de Seguridad e Higiene en el Trabajo para la Construcción.

De los accidentes y perjuicios de todo género que por no cumplir el Contratista lo legislado sobre la materia, pudieran sobrevenir, será éste el único responsable y sus representantes en la obra.

## **2.8. ORDEN Y RITMO DE LOS TRABAJOS**

El orden y ritmo de los trabajos serán el que figura en el Plan de Obra de la oferta del licitador-adjudicatario. La Dirección Facultativa puede variarlos si considera necesario hacerlo para la buena marcha de la construcción, sin que por ello el licitador-adjudicatario pueda introducir variaciones en el resto de los documentos de su oferta.

## **2.9. VICIOS OCULTOS**

Si la Dirección Facultativa tuviese razones para creer en la existencia de vicios ocultos en la construcción, ordenará efectuar en cualquier momento y antes de la recepción definitiva de la obra, las demoliciones que crea convenientes para descubrir los trabajos y subsanar lo que crea defectuoso.

## **2.10. PARALIZACIÓN DE LA OBRA**

Las obras pueden ser suspendidas o modificadas parcialmente, previa notificación de la Dirección Facultativa al Contratista con quince días de anticipación.

## **2.11. SUPLEMENTOS**

El Contratista no puede hacer ningún trabajo que ocasione un suplemento de gastos sin autorización escrita de la Dirección Facultativa.

## **2.12. ENSAYOS Y ANÁLISIS DE LOS MATERIALES Y UNIDADES DE OBRA**

Sin perjuicio de los ensayos y análisis previstos en el Plan de Control que forma parte del presente proyecto, el director de la obra puede ordenar que se realicen los ensayos y análisis de materiales y unidades de obra y que se recaben los informes específicos que en cada caso resulten pertinentes, siendo de cuenta del contratista (según determina en el pliego de cláusulas administrativas particulares al amparo del artículo 145 del Reglamento general de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas (Real Decreto 1098/2001, de 12 de octubre), los gastos que se originen.

## **3. RÉGIMEN ECONÓMICO**

### **3.1. CONCEPTOS INCLUIDOS EN ESTA OFERTA**

La oferta con la que el Contratista se presenta a licitación y que será objeto de adjudicación, y por tanto sometida al presente Régimen económico comprende todos los gastos directos e indirectos que serán necesarios para la ejecución de las partidas contenidas en la documentación del Proyecto.

Así mismo serán por cuenta del contratista todos los gastos derivados de la Seguridad Social y medidas para garantizar la Seguridad e Higiene en el trabajo.

Serán también por cuenta del Contratista los gastos ocasionados por la Legalización y Tramitación de los proyectos de Instalaciones necesarios para la obtención de las correspondientes autorizaciones de la Delegación de Industria así como de los Boletines de Enganche.

### **3.2. COMPROBACIÓN DE RELACIONES VALORADAS**

La valoración redactada por el Contratista será comprobada en obra por la Dirección Facultativa o persona en quien delegue. Esta comprobación comprenderá entre otros los:

- a) Mediciones para determinar las cantidades realmente ejecutadas.
- b) Comprobación de que la obra se ha realizado de acuerdo con el Proyecto en su totalidad.

### **3.3. VALORACIÓN DE LOS TRABAJOS HECHOS POR ADMINISTRACIÓN**

Para el control y valoración de los trabajos cuya ejecución por administración haya sido autorizada, el Contratista remitirá semanalmente a la Dirección Facultativa un parte detallado por triplicado, numerado, especificando las obras ejecutadas en el curso de la semana precedente, así como su costo, incluyendo en este jornales y suministros. La Dirección Facultativa lo comprobará y con su conformidad o reparos hará mensualmente una liquidación de estos trabajos, que junto con los comprobantes enviará a la Propiedad.

### **3.4. REVISIÓN DE PRECIOS**

La obra considerada en este Pliego de Condiciones Económicas no estará sujeta a revisión de precios, ni por materiales, mano de obra, seguridad social, etc.

### **3.5. PRECIOS CONTRADICTORIOS**

Los precios de las unidades de obra que no figuren entre los contratados, se fijarán contradictoriamente por la Dirección Facultativa y el Contratista, que los presentará descompuestos.

### **3.6. PAGOS**

Los pagos se efectuarán por el propietario en los plazos previstos y establecidos y su importe corresponderá precisamente al de las certificaciones de obra, expedidas por la Dirección Facultativa en virtud de los cuales se verificarán aquellos. El importe de dichos pagos se entregarán al Contratista o persona legalmente autorizada por el mismo, nunca a ningún otro.

### **3.7. CARÁCTER DE LOS PAGOS**

Estos pagos tendrán el carácter de "a cuenta" y no suponen necesariamente la aceptación de materiales, trabajos o servicios que no estén previstos en los documentos de contratación.

### **3.8. DEMORA DE LOS PAGOS**

Si el propietario no efectuase el pago de las obras dentro de los tres meses siguientes al que corresponde el plazo convenido, el Contratista podrá tener derecho a recibir el abono de un 4% anual en concepto de intereses de demora durante el espacio de tiempo de retraso y sobre el importe de la mencionada certificación.

### **3.9. LIQUIDACIÓN TOTAL DE LA OBRA**

Concluida la obra total y dentro de los treinta días naturales, el Contratista presentará a la Dirección Facultativa una "Propuesta de Liquidación Total", la Dirección Facultativa lo revisará y comprobará dentro del plazo de treinta días. Si se llega a conformidad expedirá y redactará la correspondiente Certificación Final y Acta de Liquidación por el importe propuesto por el Contratista, o el modificado en caso de diferencia.

### **3.10. RECEPCIÓN DEFINITIVA**

Terminado el plazo de garantía (doce meses), se procederá a la recepción definitiva con las formalidades necesarias y con la asistencia de la Propiedad, Dirección Facultativa y Contratista. Si se encuentran las obras en perfecto estado se darán por recibidas definitivamente. El contratista quedará obligado sin embargo a las responsabilidades establecidas en el art. 1.591 del Código Civil.

## **4. CONDICIONES TÉCNICAS QUE HAN DE CUMPLIR LOS MATERIALES**

Los materiales deberán cumplir las condiciones que sobre ellos se especifiquen en los distintos documentos que componen el Proyecto. Asimismo, sus calidades serán acordes con las distintas normas que sobre ellos estén publicadas y que tendrán un carácter de complementariedad a este apartado del Pliego, citándose como referencia:

- CODIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN
- Normas MV
- Normas UNE
- Normas DIN
- Normas ASTM
- EHE-08 RL-88
- Normas AENOR
- PIET-70

Tendrán preferencia en cuanto a su aceptabilidad, aquellos materiales que estén en posesión de Documento de Idoneidad Técnica, que avalen sus cualidades, emitido por Organismos Técnicos reconocidos.

### **4.1. AGUAS**

En general podrán ser utilizadas, tanto para el amasado como para el curado de hormigón en obra, todas las aguas mencionadas como aceptables por la práctica.

La toma de muestras y los análisis, deberán realizarse en la forma indicada en los métodos de ensayo UNE 72,36, UNE 72,34, UNE 7130, UNE 7131, UNE 7178, UNE 7132 y UNE 7235.

Aquellas que se empleen para la confección de hormigones en estructura cumplirán las condiciones que se exigen en la Instrucción EH-88/91.

#### **4.2. ARENAS**

La cantidad de sustancias perjudiciales que pueda presentar la arena o árido fino no excederá de los límites definidas por los ensayos y normas UNE 7133 UNE 7050 UNE-7244 UNE 83.120

#### **4.3. GRAVA PARA HORMIGONES**

La cantidad de sustancias perjudiciales que puedan presentar las gravas o árido grueso no excederá de los límites definidas por los siguientes ensayos y normas UNE: UNE 7133 UNE 7134 UNE 7050 UNE 7244 UNE 83,120 UNE 7137 UNE 7234.

Tanto las arenas como la grava empleada en la confección de hormigones para la ejecución de estructuras deberán cumplir las condiciones que se exigen en la instrucción EH-88/91.

#### **4.4. CAL GRASA**

Las cales que se utilicen cumplirán lo especificado en la norma UNE correspondiente.

#### **4.5. CEMENTOS Y YESOS**

El cemento deberá ser capaz de proporcionar al hormigón las cualidades que a este se exigen en la Instrucción EHE-08.

Se ajustará a las condiciones fijadas para el yeso en sus distintas designaciones, en el Pliego General de Condiciones para la Recepción de Yesos y Escayolas en las obras de Construcción.

#### **4.6. MORTERO DE CEMENTO PORTLAND**

La preparación de los morteros de cemento PORTLAND puede hacerse a mano o maquina.

#### **4.7. HORMIGONES**

Los hormigones que se empleen en esta obra tendrán las características y cumplirán las condiciones que se exigen en la Instrucción EHE- 08.

#### **4.8. ACEROS PARA ARMAR**

El acero, para las armaduras de piezas de hormigón, será corrugado de primera calidad, fibroso, sin grietas ni pajas, flexibles en frío y en modo alguno agrio o quebradizo.

Sus características y métodos de ensayo vendrán definidas por la norma UNE-36068. Aquellos que sean empleados en elementos estructurales de hormigón armado deberán cumplir las condiciones que se exigen en la Instrucción EHE-08.

#### **4.9. ACEROS LAMINADOS**

Los perfiles laminados y todas sus piezas auxiliares de empalme o acoplamiento, se ajustarán a las prescripciones contenidas en el CTE y la norma EAE-11 "INSTRUCCIÓN DE ACERO ESTRUCTURAL"

#### **4.10. LADRILLOS**

El ladrillo tendrá las dimensiones, color y forma definidos en las unidades de obra, siendo en cualquier caso bien moldeado, y deberá ajustarse en cuanto a calidad, grado de cochura, tolerancias de dimensiones, etc... al Real Decreto 1371/2007 de fecha 19 de octubre de 2007 y a sus posteriores modificaciones.

#### **4.11. PINTURAS Y BARNICES**

Los materiales de origen industrial deberán cumplir las condiciones funcionales y de calidad fijadas en el CTE, la NTE-Pinturas, y las normas UNE que en ella se indican, así como otras disposiciones urgentes, relativas a la fabricación y control industrial.

#### **POSCE**

El Constructor antes del inicio de la obra, solicitará del Aparejador o Arquitecto Técnico la presentación del documento de estudio y análisis del Proyecto desde la óptica de sus funciones profesionales en la ejecución de la obra, y comprensivo de los aspectos referentes a organización, seguridad, control y economía de las obras.

El Constructor está obligado a conocer y dar cumplimiento a las previsiones contenidas en dicho Documento.



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



Parte III

# PRESUPUESTO

Autor: Rodrigo Giménez Azorín

Tutor: Pedro Efrén Martín Concepción

Junio 2019

## INDICE DE PRESUPUESTO

CUADRO DE PRECIOS DESCOMPUESTO.....	3
- UNIDAD DE OBRA 1: ACONDICIONAMIENTO Y CIMENTACIÓN.....	3
- UNIDAD DE OBRA 2: ESTRUCTURA .....	4
- UNIDAD DE OBRA 3: CERRAMIENTOS.....	5
- UNIDAD DE OBRA 4: CUBIERTA.....	6
- UNIDAD DE OBRA 5: GESTIÓN DE RESIDUOS.....	7
- UNIDAD DE OBRA 6: SEGURIDAD Y SALUD.....	8
RESUMEN POR CAPÍTULOS.....	9
PRESUPUESTO TOTAL.....	10

## CUADRO DE PRECIOS DESCOMPUESTO

Nº	Código	Ud.	Descripción	Total
<b>1 Acondicionamiento y cimentación</b>				
1.1	UO.1	m2	<b>Demolición de hormigón armado, con medios mecánicos o manuales, incluso carga y transporte a vertedero.</b>	
			Sin descomposición	5,12
		6,000 %	Costes indirectos	0,31
			<b>Precio total redondeado por m2 .....</b>	<b>5,43</b>
1.2	UO.2	m2	<b>Desbroce de terreno, incluso retirada de tocones y productos y transporte a vertedero de residuos</b>	
			Sin descomposición	0,56
		6,000 %	Costes indirectos	0,03
			<b>Precio total redondeado por m2 .....</b>	<b>0,59</b>
1.3	UO.3	m3	<b>Excavación a cielo abierto, en cualquier clase de terreno, excepto roca, incluso transporte a vertedero.</b>	
			Sin descomposición	2,28
		6,000 %	Costes indirectos	0,14
			<b>Precio total redondeado por m3 .....</b>	<b>2,42</b>
1.4	UO.4	m3	<b>Formación de zapata de cimentación de hormigón armado HA-25 fabricado en central y vertido con cubilote. El acero utilizado para el armado es B-500S de 50 kg/m3.</b>	
			Sin descomposición	502,57
		6,000 %	Costes indirectos	30,15
			<b>Precio total redondeado por m3 .....</b>	<b>532,72</b>

Nº	Código	Ud.	Descripción	Total
<b>2 Estructura</b>				
2.1	UO.5	Ud.	<b>Suministro y montaje de placa de anclaje de acero UNE-EN 10025 S275 en perfil plano, de varias dimensiones.</b>	
			Sin descomposición	251,25
		6,000 %	Costes indirectos	15,08
			<b>Precio total redondeado por Ud. ....</b>	<b>266,33</b>
2.2	UO.6	kg	<b>Suministro y montaje de acero laminado UNE-EN 10025 S275JR, en perfiles laminados en frío, piezas simples de la serie de perfiles cerrados cuadrados, para soportes, mediante uniones soldadas.</b>	
			Sin descomposición	1,42
		6,000 %	Costes indirectos	0,09
			<b>Precio total redondeado por kg ....</b>	<b>1,51</b>
2.3	UO.7	kg	<b>Suministro y montaje de cerchas, barras y correas de acero laminado UNE-EN 10025 S275JR mediante uniones soldadas.</b>	
			Sin descomposición	1,42
		6,000 %	Costes indirectos	0,09
			<b>Precio total redondeado por kg ....</b>	<b>1,51</b>

Nº	Código	Ud.	Descripción	Total
<b>3 Cerramientos</b>				
3.1	UO.8	m2	<b>Suministro de montaje vertical de cerramiento de fachada formado por paneles prefabricados, lisos, de hormigón armado.</b>	
			Sin descomposición	78,00
		6,000 %	Costes indirectos	4,68
			<b>Precio total redondeado por m2 .....</b>	<b>82,68</b>
3.2	UO.9	m2	<b>Suministro y montaje de cerramiento de fachada con panel sándwich aislante para fachada.</b>	
			Sin descomposición	40,00
		6,000 %	Costes indirectos	2,40
			<b>Precio total redondeado por m2 .....</b>	<b>42,40</b>

Nº	Código	Ud.	Descripción	Total
<b>4 Cubierta</b>				
4.1	UO.10	m2	<b>Cubierta plana transitable solo para mantenimiento</b>	
			Sin descomposición	40,00
		6,000 %	Costes indirectos	40,00 2,40
			<b>Precio total redondeado por m2 .....</b>	<b>42,40</b>

Nº	Código	Ud.	Descripción	Total
<b>5 Gestión de residuos</b>				
5.1	UO.11	m3	<b>Selección y transporte de tierras con camión de los productos procedentes de la excavación de cualquier tipo de terreno a centro de reciclaje, vertedero específico o centro de acogida o transferencia.</b>	
			Sin descomposición	6,10
		6,000 %	Costes indirectos	0,37
			<b>Precio total redondeado por m3 .....</b>	<b>6,47</b>
5.2	UO.12	m3	<b>Selección de los residuos de la construcción generados durante la ejecución de la obra, en inertes-pétreos o no pétreos, no peligrosos o peligrosos, con medios manuales, para su carga en el contenedor o camión correspondiente.</b>	
			Sin descomposición	15,40
		6,000 %	Costes indirectos	0,92
			<b>Precio total redondeado por m3 .....</b>	<b>16,32</b>
5.3	UO.13	Ud.	<b>Transporte con contenedor de 5 m3 a centro de reciclaje, monodépósito, vertedero específico o centro de recogida y transferencia, considerando ida, descarga y vuelta. Incluso servicio de entrega, alquiler y carga en obra del contenedor.</b>	
			Sin descomposición	130,00
		6,000 %	Costes indirectos	7,80
			<b>Precio total redondeado por Ud. ....</b>	<b>137,80</b>
5.4	UO.14	Ud.	<b>Suministro y colocación de bidón de 1 m3 de capacidad, apto para almacenar residuos peligrosos. Incluso servicio, alquiler, recogida y transporte de contenedor.</b>	
			Sin descomposición	137,00
		6,000 %	Costes indirectos	8,22
			<b>Precio total redondeado por Ud. ....</b>	<b>145,22</b>

Nº	Código	Ud.	Descripción	Total
<b>6 Seguridad y salud</b>				
6.1 UO.15		Ud.	<b>Partida al alza en Seguridad y Salud.</b>	
			Sin descomposición	56.237,63
		6,000 %	Costes indirectos	56.237,63 <u>3.374,26</u>
			<b>Precio total redondeado por Ud. ....</b>	<b>59.611,89</b>

## RESUMEN POR CAPÍTULOS

CAPITULO ACONDICIONAMIENTO Y CIMENTACIÓN	4.119.120,90
CAPITULO ESTRUCTURA	10.850.193,81
CAPITULO CERRAMIENTOS	2.374.518,72
CAPITULO CUBIERTA	1.549.519,87
CAPITULO GESTIÓN DE RESIDUOS	33.413,44
CAPITULO SEGURIDAD Y SALUD	59.611,89
REDONDEO.....	_____
PRESUPUESTO DE EJECUCION MATERIAL....	<u>18.986.378,63</u>

EL PRESUPUESTO DE EJECUCION MATERIAL ASCIENDE A LAS EXPRESADAS DIECIOCHO MILLONES NOVECIENTOS OCHENTA Y SEIS MIL TRESCIENTOS SETENTA Y OCHO EUROS CON SESENTA Y TRES CÉNTIMOS.

## PRESUPUESTO TOTAL

Capítulos	Importe
Capítulo 1 Acondicionamiento y cimentación.....	4.119.120,90 €
Capítulo 2 Estructura.....	10.850.193,81 €
Capítulo 3 Cerramientos.....	2.374.518,72 €
Capítulo 4 Cubierta.....	1.549.519,87 €
Capítulo 5 Gestión de residuos.....	33.413,44 €
Capítulo 6 Seguridad y salud.....	59.611,89 €
<b>Presupuesto de ejecución material.....</b>	<b>18.986.378,63 €</b>
13% de gastos generales.....	2.468.229,22 €
4% de beneficio industrial.....	759.455,15 €
<b>Presupuesto de ejecución por contrata.....</b>	<b>22.214.063,00 €</b>
21% IVA.....	4.664.953,23 €
<b>Presupuesto final.....</b>	<b>26.879.016,23 €</b>

Por tanto, el coste total de este trabajo fin de grado asciende a la expresada cantidad de VEINTISEIS MILLONES OCHOCIENTOS SETENTA Y NUEVE MIL DIECISEIS EUROS CON VEINTITRES CÉNTIMOS.



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



# Parte IV

# PLANOS

Autor: Rodrigo Giménez Azorín  
Tutor: Pedro Efrén Martín Concepción  
Junio 2019

## **INDICE DE PLANOS**

PLANO 1: PLANO DE SITUACIÓN

PLANO 2: PLANO DE EMPLAZAMIENTO

PLANO 3: DISPOSICIÓN CIMENTACIÓN

PLANO 4: PLANTA GRADA CON CAMPO DE FÚTBOL

PLANO 5: CUADRO DE MATERIAL CIMENTACIÓN

PLANO 6: PÓRTICO TIPO

PLANO 7: DETALLE UNIONES PÓRTICO TIPO

PLANO 8: DISTRIBUCIÓN DE PÓRTICOS

PLANO 9: DETALLE GRADA ESQUINA

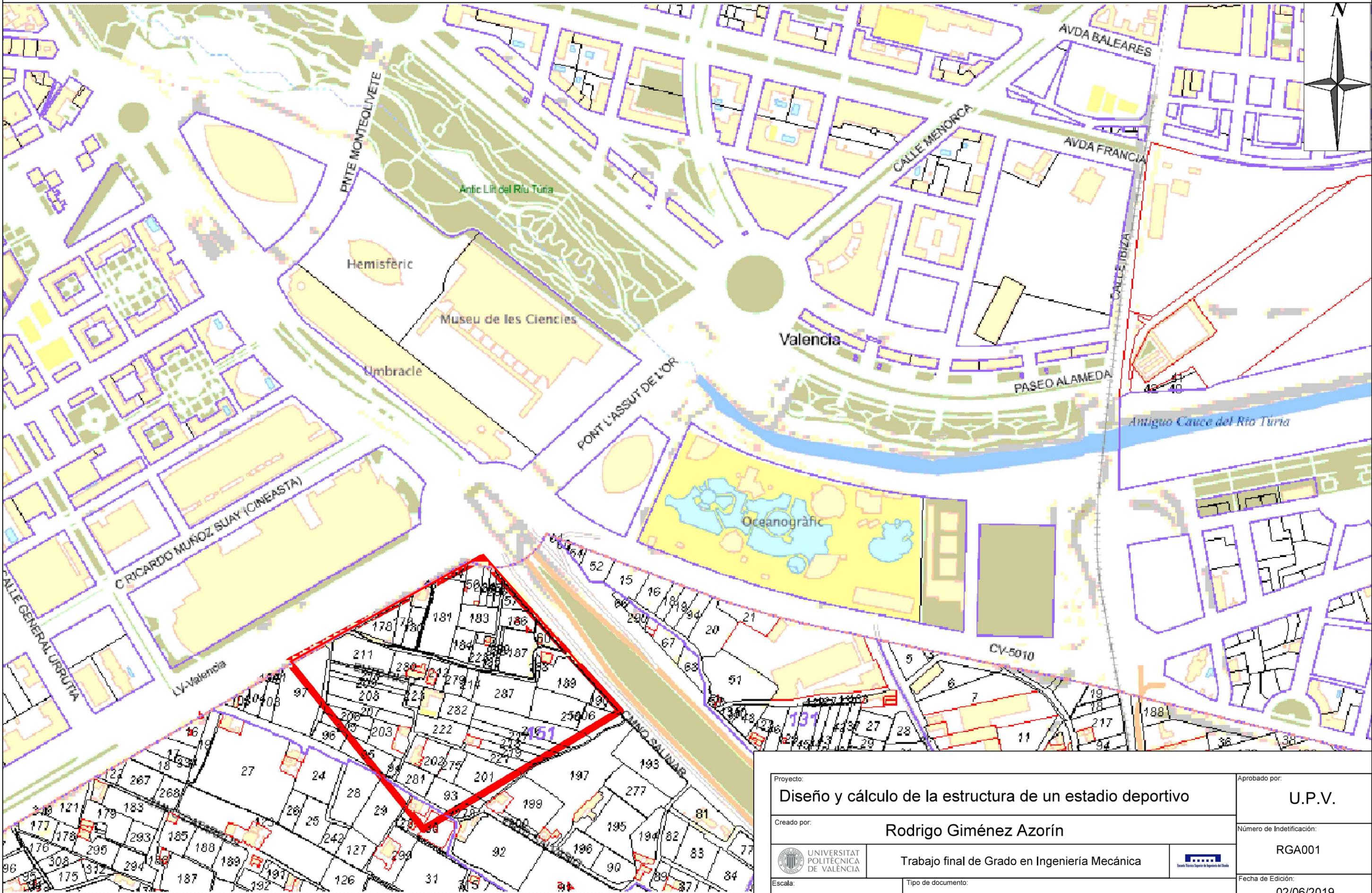
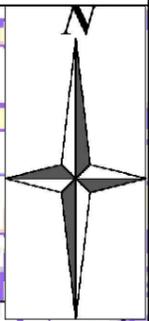
PLANO 10: DISPOSICIÓN CORREAS Y ARRIOSTRAMIENTOS

PLANO 11: DISTRIBUCIÓN EN PLANTA (CON CUBIERTA)

PLANO 12: FACHADA PRINCIPAL (CON SECCIÓN)

PLANO 13: FACHADA LATERAL (CON SECCIÓN)

PLANO 14: DETALLE UNIÓN CORREAS



Proyecto: **Diseño y cálculo de la estructura de un estadio deportivo**

Aprobado por: **U.P.V.**

Creado por: **Rodrigo Giménez Azorín**

Número de Identificación: **RG001**



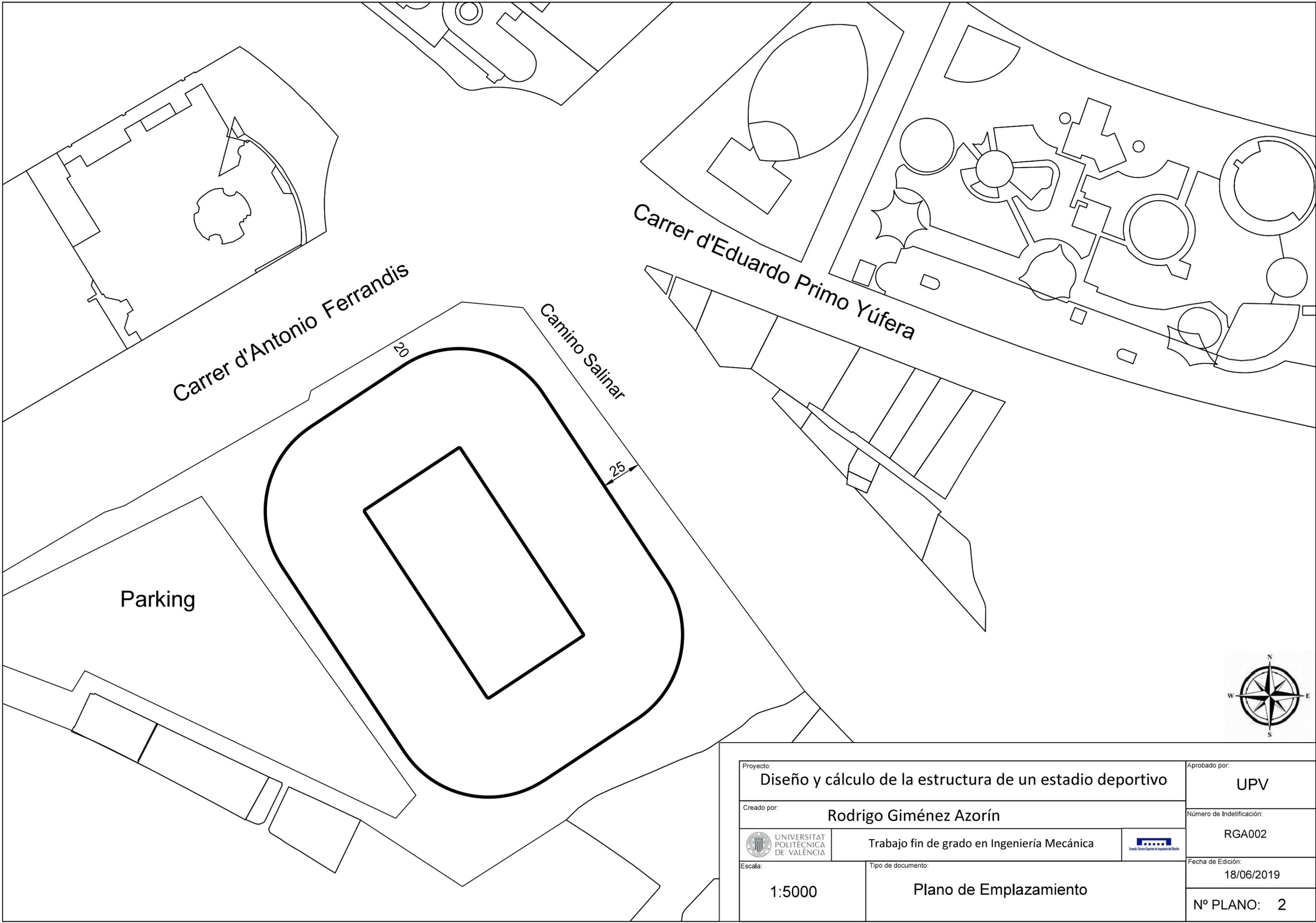
Trabajo final de Grado en Ingeniería Mecánica

Fecha de Edición: **02/06/2019**

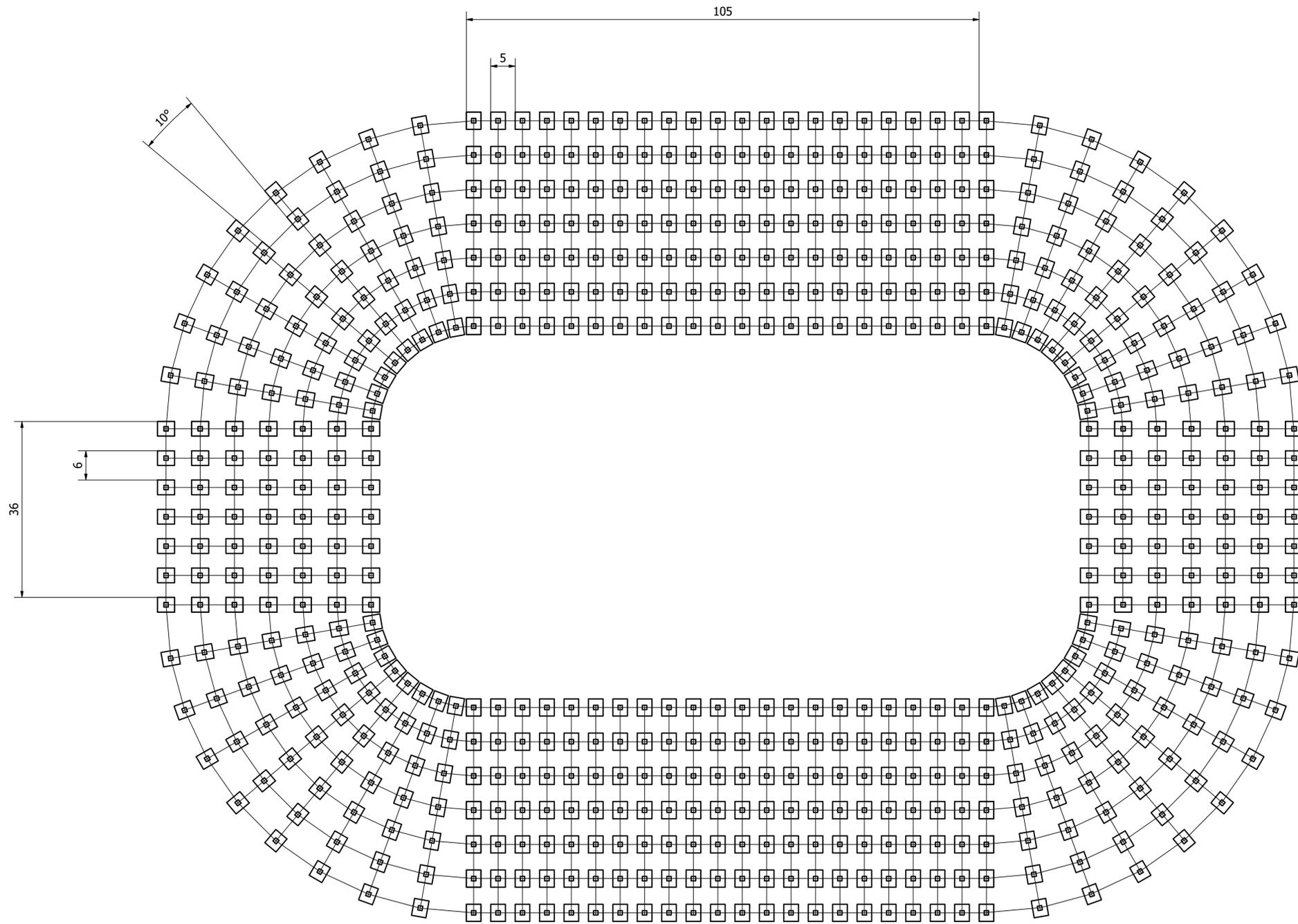
Escala: **1:10000**

Tipo de documento: **Plano de Situación**

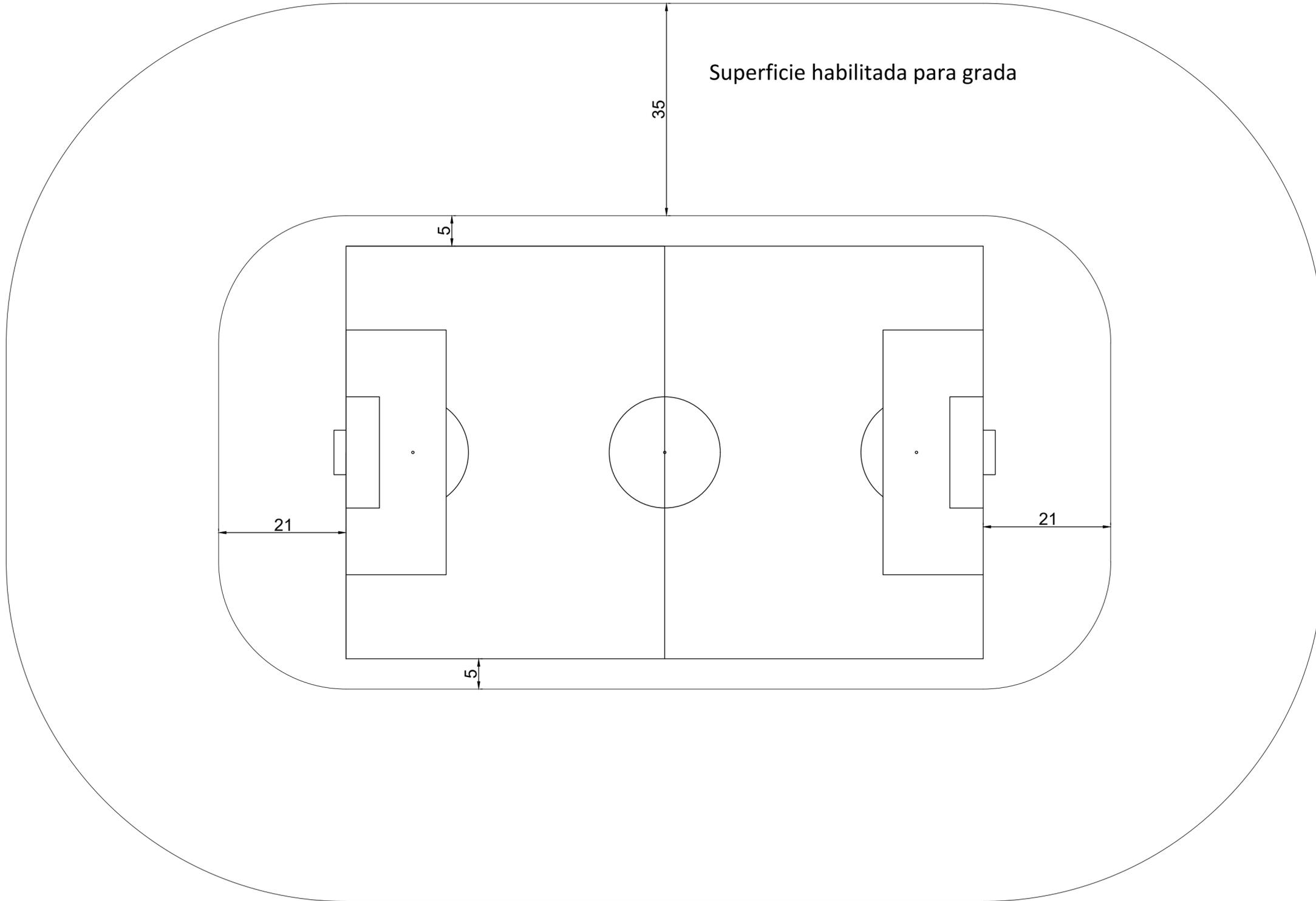
Nº PLANO: **1**



Proyecto: <b>Diseño y cálculo de la estructura de un estadio deportivo</b>		Aprobado por: <b>UPV</b>	
Creado por: <b>Rodrigo Giménez Azorín</b>		Número de Identificación: <b>RGA002</b>	
 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA	Trabajo fin de grado en Ingeniería Mecánica		
Escala: <b>1:5000</b>	Tipo de documento: <b>Plano de Emplazamiento</b>		Fecha de Edición: <b>18/06/2019</b>
			Nº PLANO: <b>2</b>



Proyecto: Diseño y cálculo de la estructura de un estadio deportivo		Aprobado por: UPV
Creado por: Rodrigo Giménez Azorín		Número de Identificación: RGA003
 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA	Trabajo final de Grado en Ingeniería Mecánica	
Escala: 1:500	Tipo de documento: Disposición Cimentación	Fecha de Edición: 19/06/2019 Nº PLANO: 3



CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

Proyecto: <b>Diseño y cálculo de la estructura de un estadio deportivo</b>		Aprobado por: <b>UPV</b>
Creado por: <b>Rodrigo Giménez Azorín</b>		Número de Indetificación: <b>RGA004</b>
 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA	Trabajo fin de grado en Ingeniería Mecánica	 Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño
Escala: <b>1:100</b>	Tipo de documento: <b>Planta Grada con Campo de Fútbol</b>	
		Fecha de Edición: <b>19/06/2019</b>
		Nº PLANO: <b>4</b>

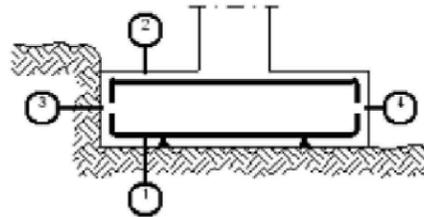
### Características de los materiales - Zapatas de Cimentación

Materiales	Hormigón						Acero		
	Control		Características				Control	Características	
Elemento Zona/Planta	Nivel Control	Coef. Ponde.	Tipo	Consistencia	Tamaño máx. árido	Exposición Ambiente	Nivel Control	Coef. Ponde.	Tipo
	Estadístico	$\gamma_c = 1.50$	HA-.....	Plástica ablandada (9-15 cm)	30/40 mm		Normal	$\gamma_s = 1.15$	B.....S
	Estadístico	$\gamma_c = 1.50$	HA-.....	Plástica ablandada (9-15 cm)	30/40 mm		Normal	$\gamma_s = 1.15$	B.....S
	Estadístico	$\gamma_c = 1.50$	HA-.....	Plástica ablandada (9-15 cm)	30/40 mm		Normal	$\gamma_s = 1.15$	B.....S
Ejecución (Acciones)	Normal	$\gamma_G = 1.50$ $\gamma_Q = 1.60$	Adaptado a la Instrucción EHE						
Exposición/ambiente	Terreno	Terreno protegido u hormigón de limpieza				I	IIa	IIIb	IIIa
Recubrimientos nominales (mm)	80	Ver Exposición/Ambiente				30	35	40	45

#### 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



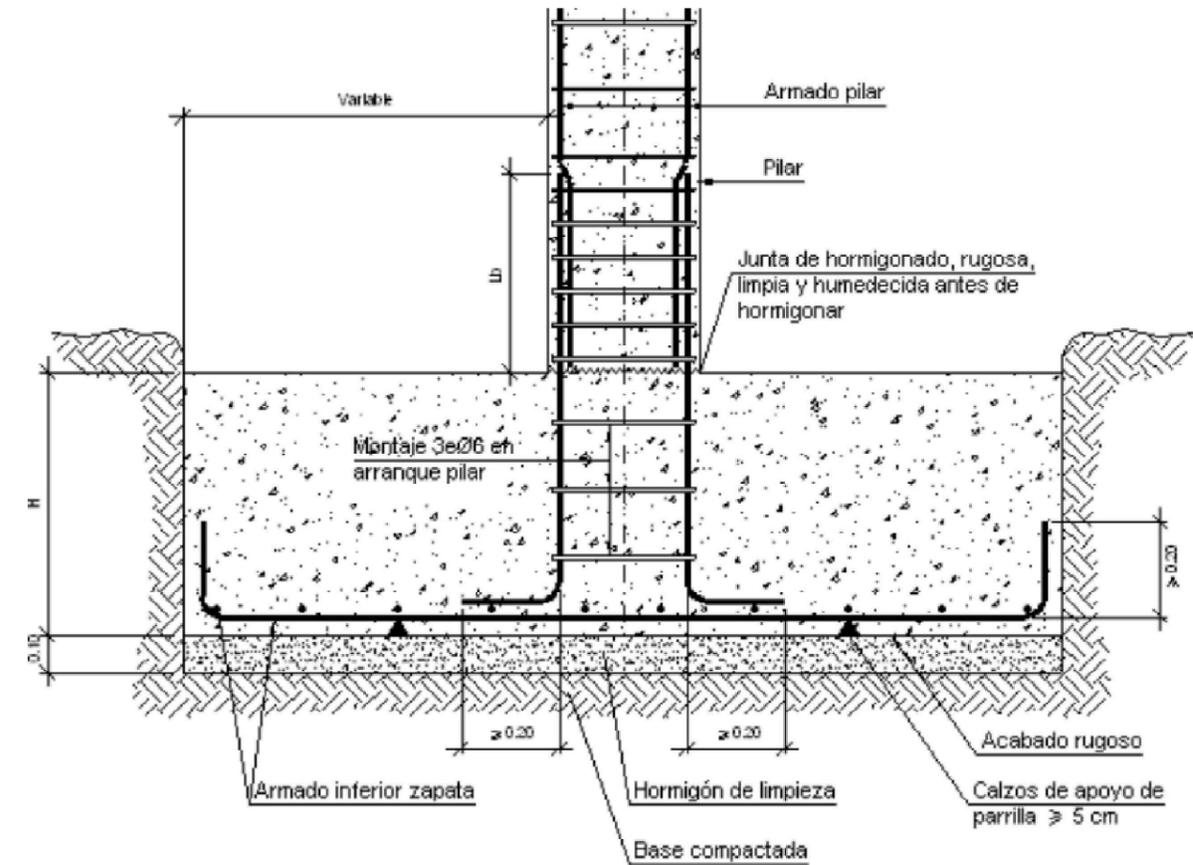
- 1a.- Recubrimiento inferior contacto terreno  $\geq 8$  cm.
- 1b.- Recubrimiento con hormigón de limpieza 4 cm.
- 2.- Recubrimiento superior libre 4/5 cm.
- 3.- Recubrimiento lateral contacto terreno  $\geq 8$  cm.
- 4.- Recubrimiento lateral libre 4/5 cm.

#### Datos geotécnicos

- Tensión admisible del terreno considerada = ..... MPa (.....Kg/cm<sup>2</sup>)

#### Longitudes de solape en arranque de pilares. Lb

Armadura	Sin acciones dinámicas		Con acciones dinámicas		Nota: Válido para hormigón $F_{ck} \geq 25$ N/mm <sup>2</sup> Si $F_{ck} \geq 30$ N/mm <sup>2</sup> podrán reducirse dichas longitudes, de acuerdo al Art. 66 de la EHE
	B 400 S	B 500 S	B 400 S	B 500 S	
Ø12	25 cm	30 cm	40 cm	50 cm	
Ø14	40 cm	45 cm	50 cm	60 cm	
Ø16	45 cm	50 cm	60 cm	70 cm	
Ø20	60 cm	65 cm	80 cm	100 cm	
Ø25	80 cm	100 cm	110 cm	130 cm	



#### TABLA

Acero	B-500S
Hormigón	HA-25

#### TABLA

Ø Pernos (mm)	20,000000
L Pernos (cm)	60,000000

#### TABLA

Dimensiones Zapata (AxBxH) 3,5x3x1 m

Proyecto: <b>Diseño y cálculo de la estructura de un estadio deportivo</b>		Aprobado por: <b>UPV</b>
Creado por: <b>Rodrigo Giménez Azorín</b>		Número de Identificación: <b>RGA005</b>
	Trabajo fin de grado en Ingeniería Mecánica	Fecha de Edición: <b>18/06/2019</b>
Escala:	Tipo de documento: <b>Cuadro de Material Cimentación</b>	Nº PLANO: <b>5</b>

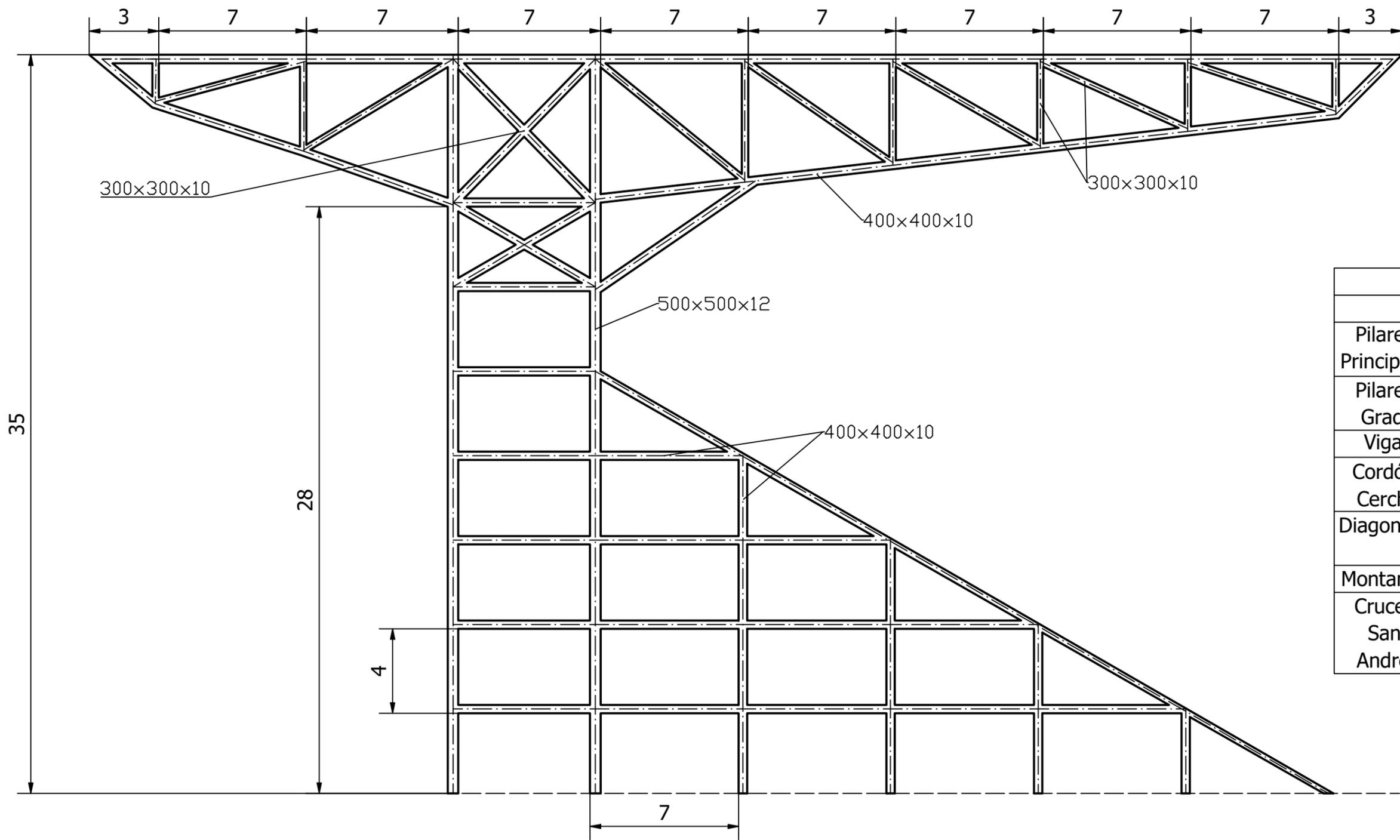
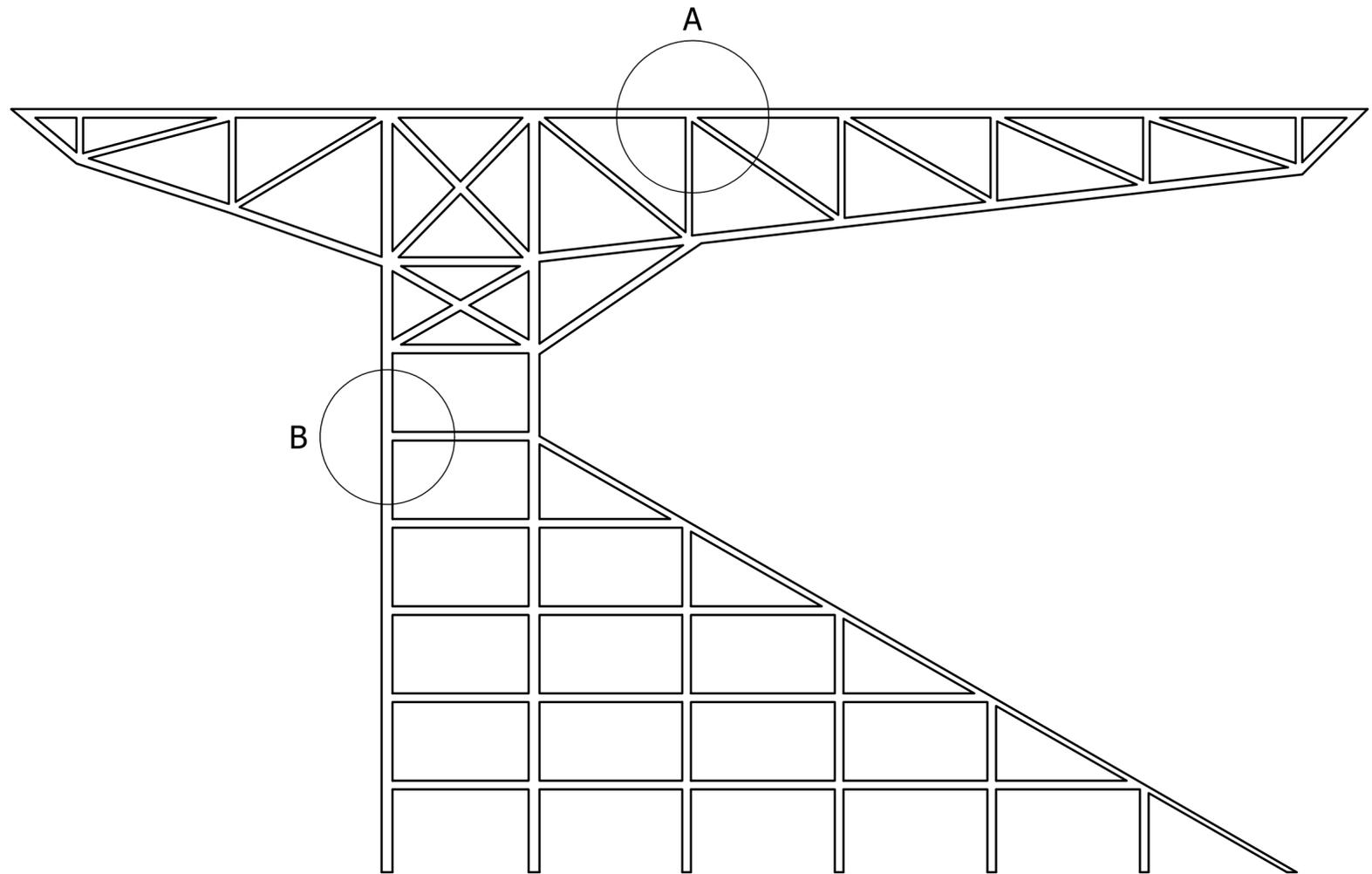
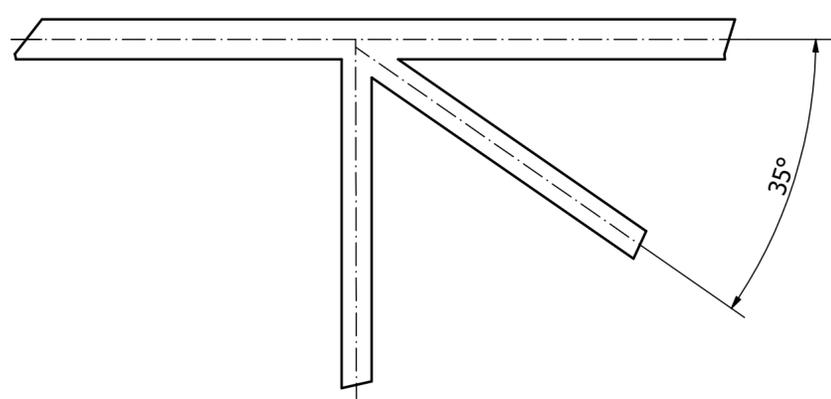


TABLA	
	Sección (mm)
Pilares Principales	500x500x12
Pilares Grada	400x400x10
Vigas	400x400x10
Cordón Cercha	400x400x10
Diagonales	300x300x10
Montantes	300x300x10
Cruces San Andrés	300x300x10

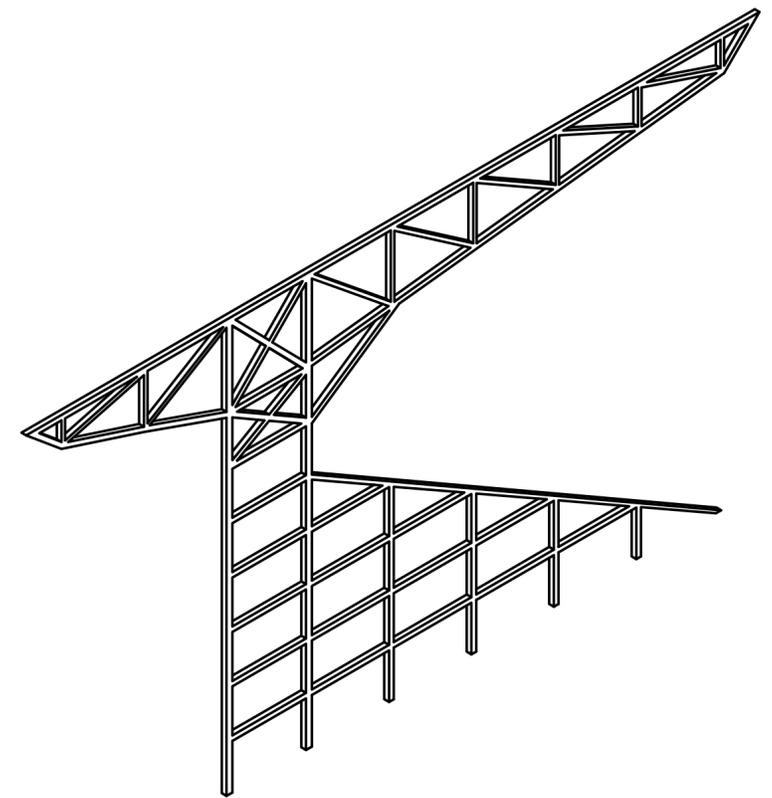
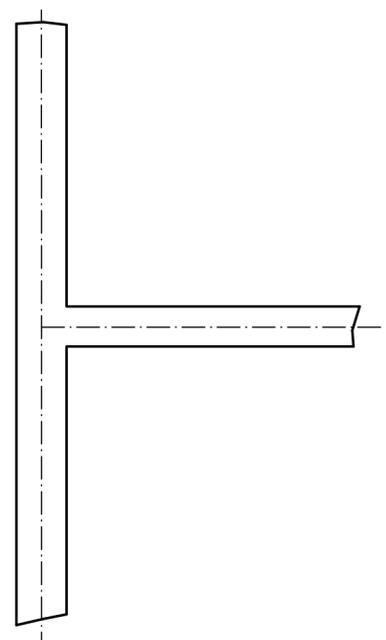
Proyecto: <b>Diseño y cálculo de la estructura de un estadio deportivo</b>		Aprobado por: <b>UPV</b>	
Creado por: <b>Rodrigo Giménez Azorín</b>		Número de Indetificación: <b>RGA006</b>	
 <b>UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA</b>	<b>Trabajo final de Grado en Ingeniería Mecánica</b>		Fecha de Edición: <b>15/06/2019</b>
Escala: <b>1:200</b>	Tipo de documento: <b>Pórtico Tipo</b>		Nº PLANO: <b>6</b>



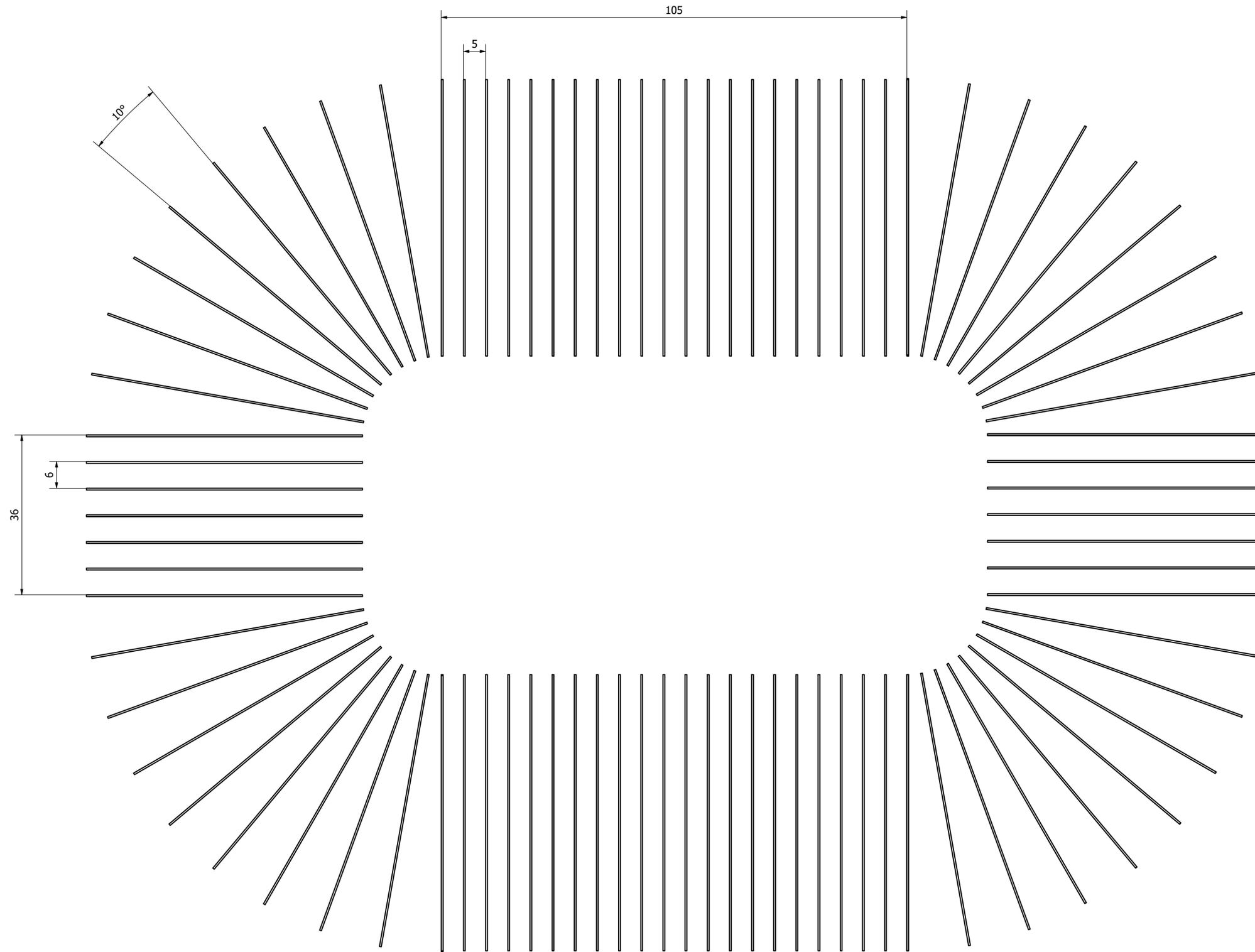
UNIÓN A ( 1 : 50 )



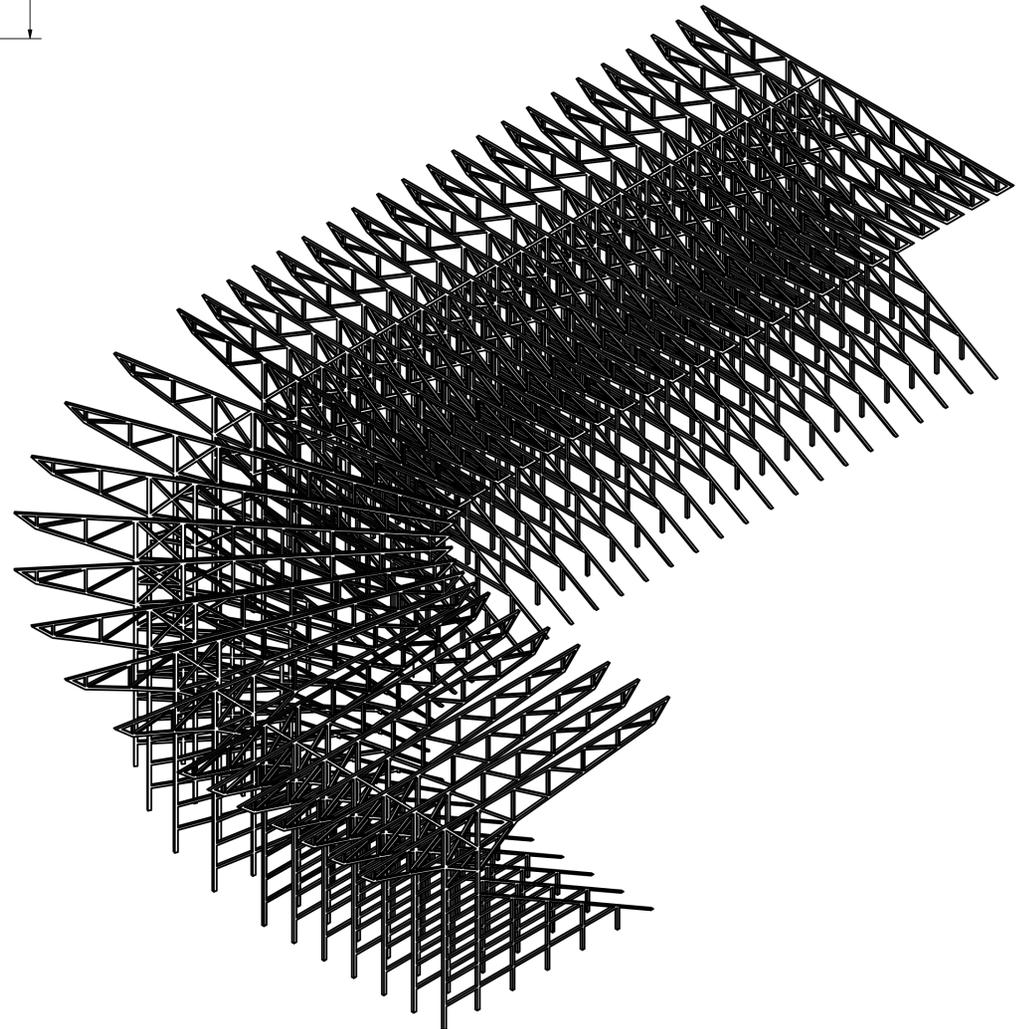
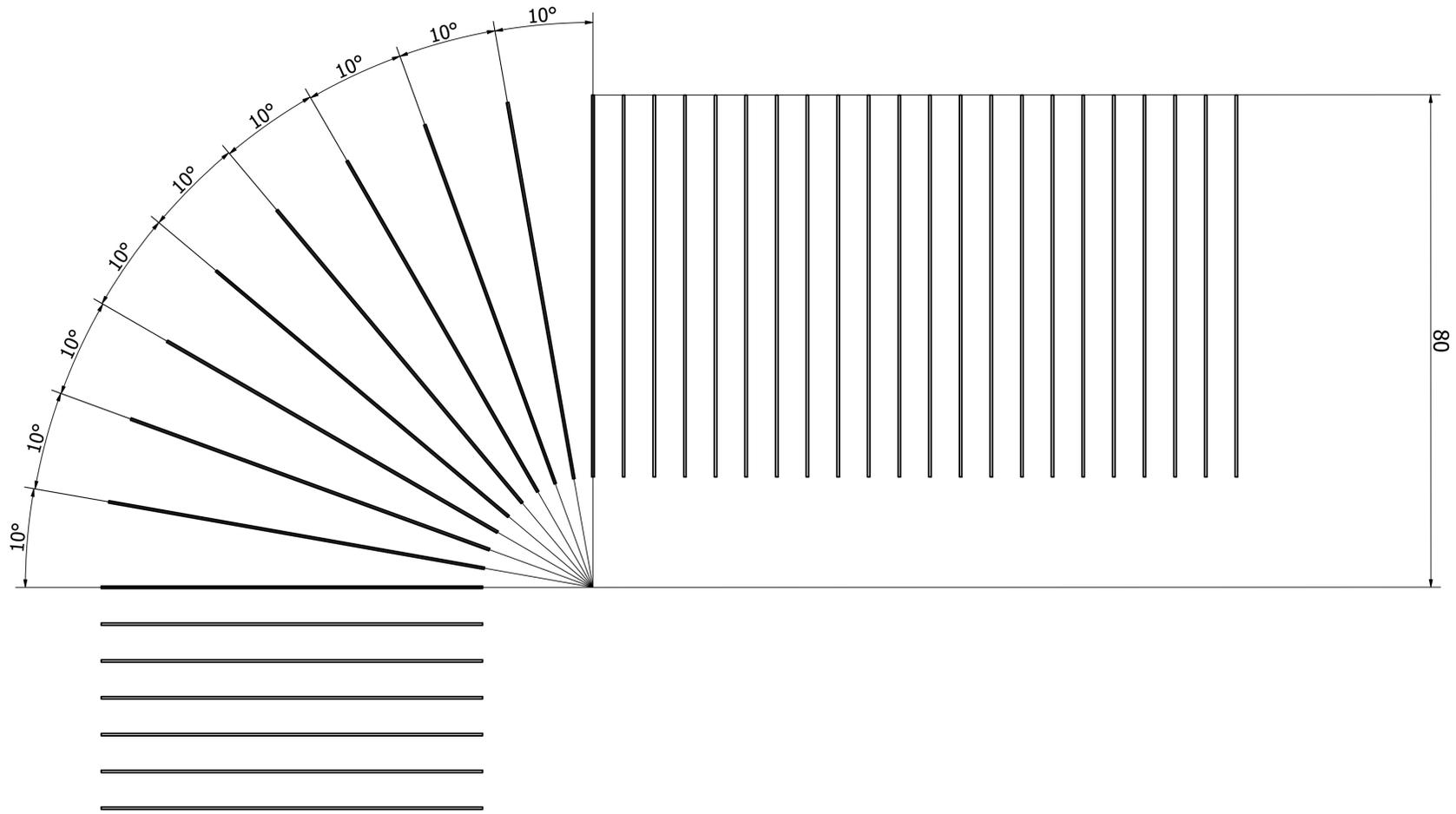
UNIÓN B ( 1 : 50 )



Proyecto: Diseño y cálculo de la estructura de un estadio deportivo		Aprobado por: UPV	
Creado por: Rodrigo Giménez Azorín		Número de Identificación: RGA007	
 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA	Trabajo final de Grado en Ingeniería Mecánica		Fecha de Edición: 19/06/2019
Escala: 1:200	Tipo de documento: Detalle Uniones Pórtico Tipo		Nº PLANO: 7



Proyecto: <b>Diseño y cálculo de la estructura de un estadio deportivo</b>		Aprobado por: <b>UPV</b>
Creado por: <b>Rodrigo Giménez Azorín</b>		Número de Identificación: <b>RGAA008</b>
 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA	Trabajo final de Grado en Ingeniería Mecánica	
Escala: <b>1:500</b>	Fecha de Edición: <b>19/06/2019</b>	Nº PLANO: <b>8</b>
Tipo de documento: <b>Distribución de Pórticos</b>		



Proyecto: Diseño y cálculo de la estructura de un estadio deportivo		Aprobado por: UPV
Creado por: Rodrigo Giménez Azorín		Número de Identificación: RGA009
 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA	Trabajo final de Grado en Ingeniería Mecánica	
Escala: 1:500	Fecha de Edición: 19/06/2019	Nº PLANO: 9
Tipo de documento: Detalle Grada Esquina		

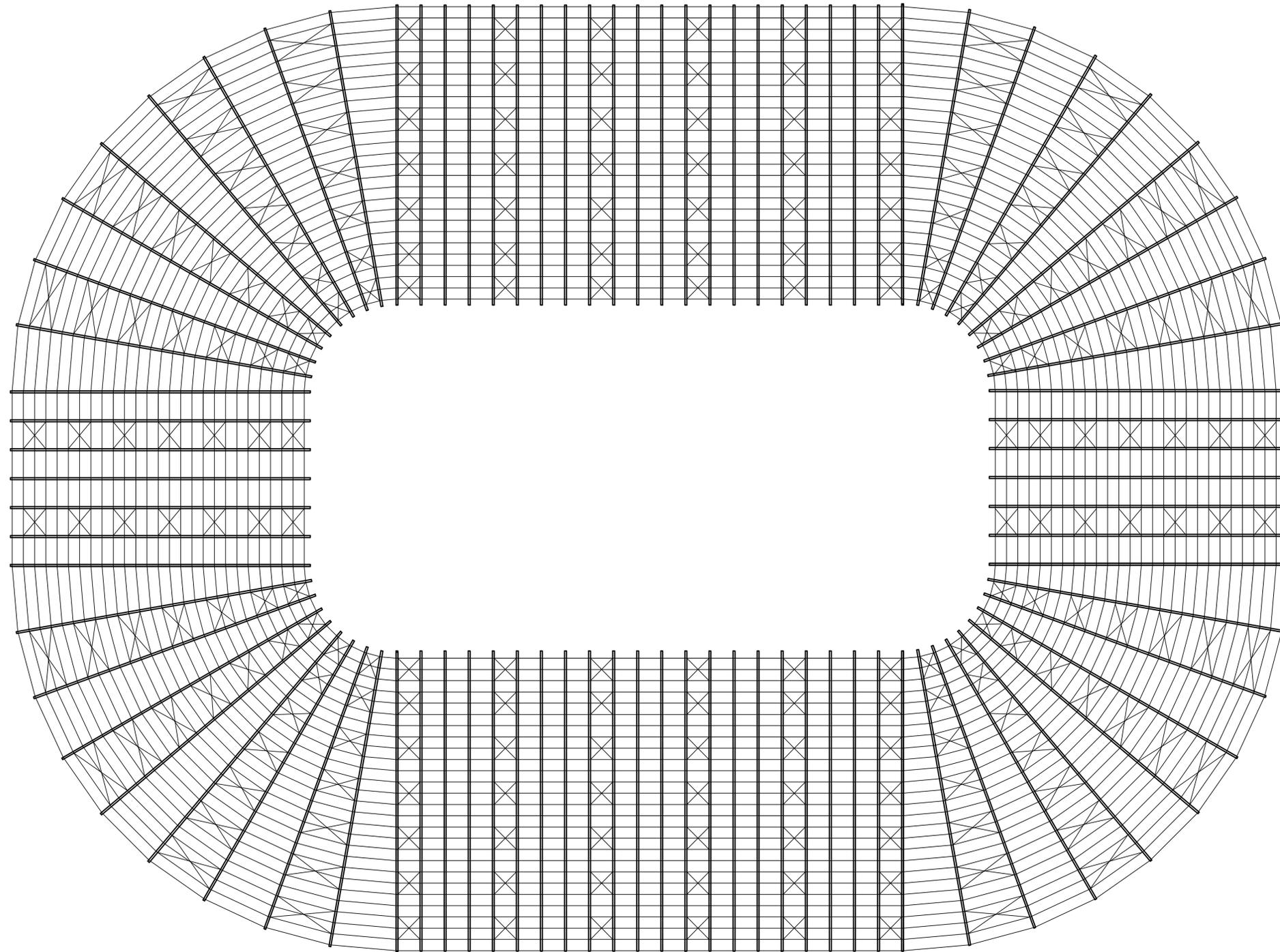
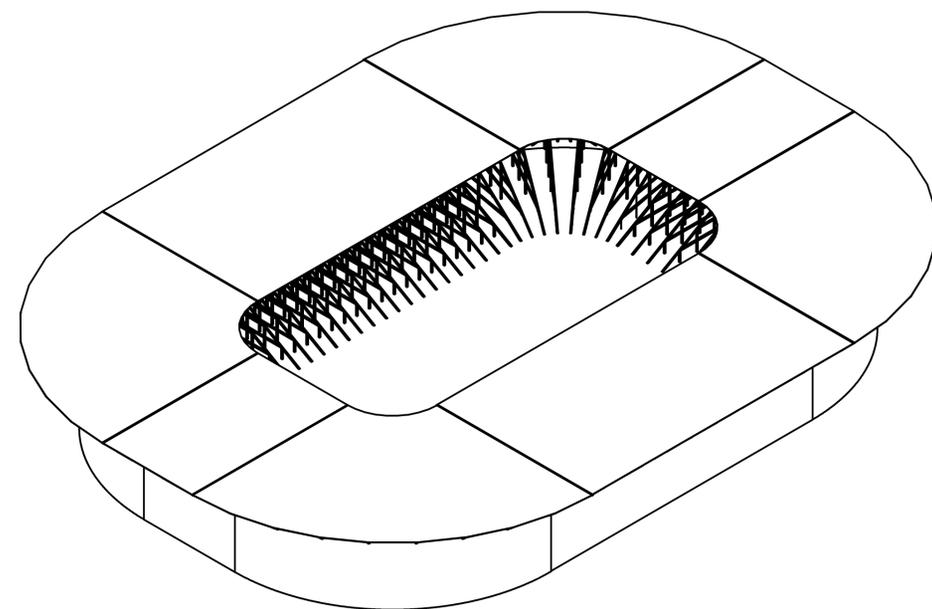
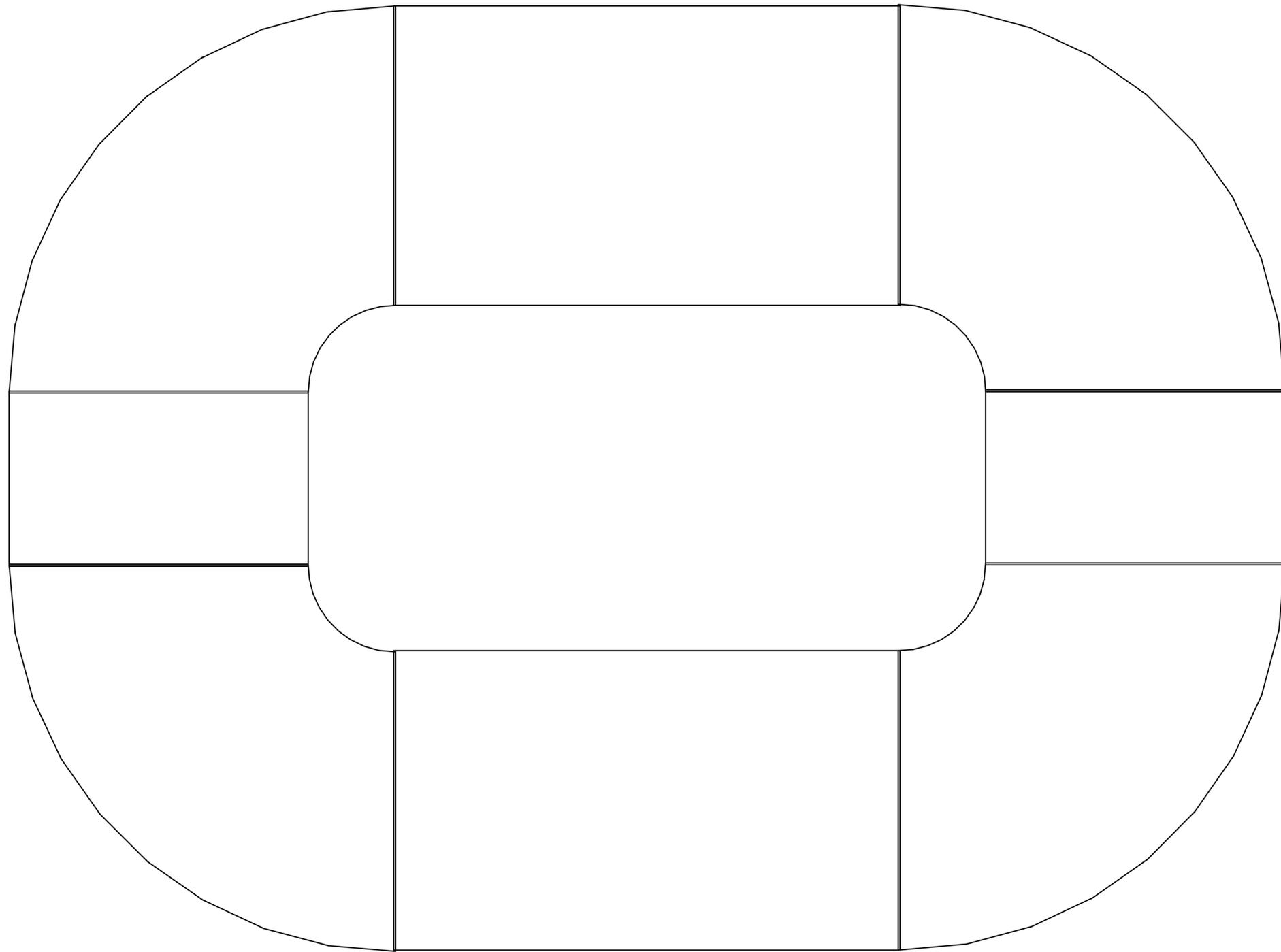
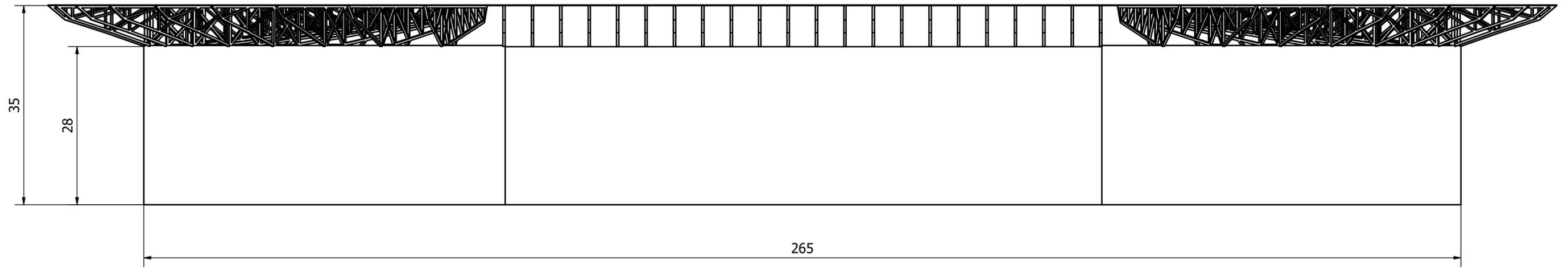


TABLA	
Parte	Perfil
Correas	IPE-120
Cruces	LF 100.5

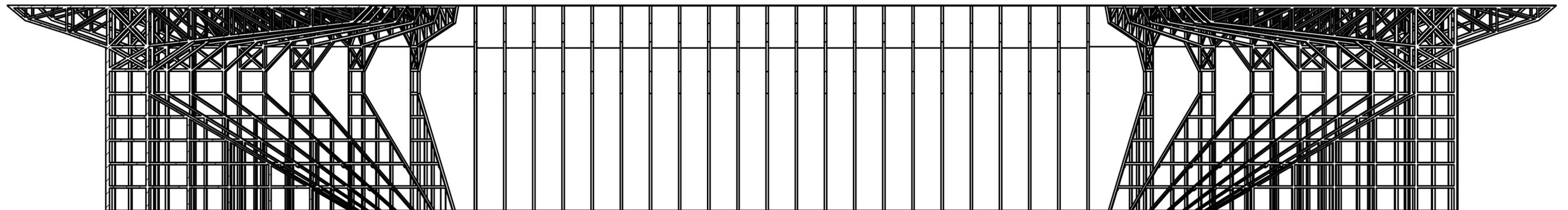
Proyecto: <b>Diseño y cálculo de la estructura de un estadio deportivo</b>		Aprobado por: <b>UPV</b>
Creado por: <b>Rodrigo Giménez Azorín</b>		Número de Identificación: <b>RG010</b>
 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA	Trabajo final de Grado en Ingeniería Mecánica	
Escala: <b>1:500</b>	Tipo de documento: <b>Disposición Correas y Arriostamientos</b>	Fecha de Edición: <b>19/06/2019</b>
		Nº PLANO: <b>10</b>



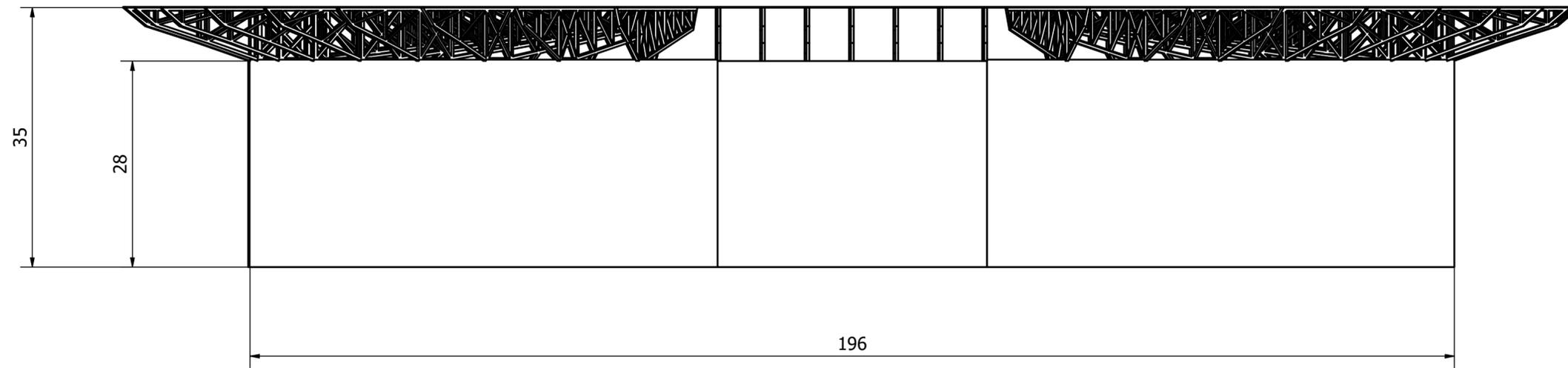
Proyecto: <b>Diseño y cálculo de la estructura de un estadio deportivo</b>		Aprobado por: UPV	
Creado por: <b>Rodrigo Giménez Azorín</b>		Número de identificación: <b>RGA011</b>	
 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA	Trabajo final de Grado en Ingeniería Mecánica		
Escala: <b>1:500</b>	Tipo de documento: <b>Distribución en planta (con cubierta)</b>		Fecha de Edición: <b>19/06/2019</b>
			Nº PLANO: <b>11</b>



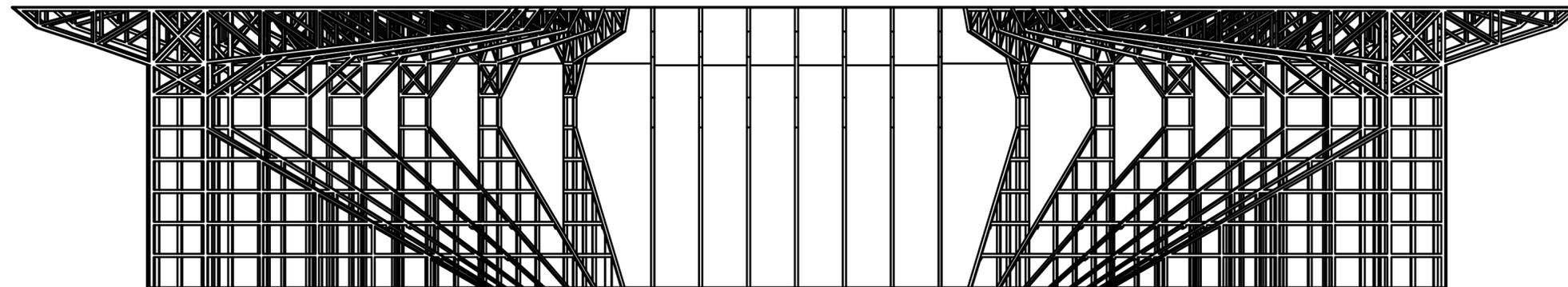
SECCIÓN A ( 1 : 500 )



Proyecto: <b>Diseño y cálculo de la estructura de un estadio deportivo</b>		Aprobado por: <b>UPV</b>
Creado por: <b>Rodrigo Giménez Azorín</b>		Número de Identificación: <b>RG012</b>
 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA	Trabajo final de Grado en Ingeniería Mecánica	
Escala: <b>1:500</b>	Tipo de documento: <b>Fachada Principal (con sección)</b>	
		Fecha de Edición: <b>19/06/2019</b>
		Nº PLANO: <b>12</b>

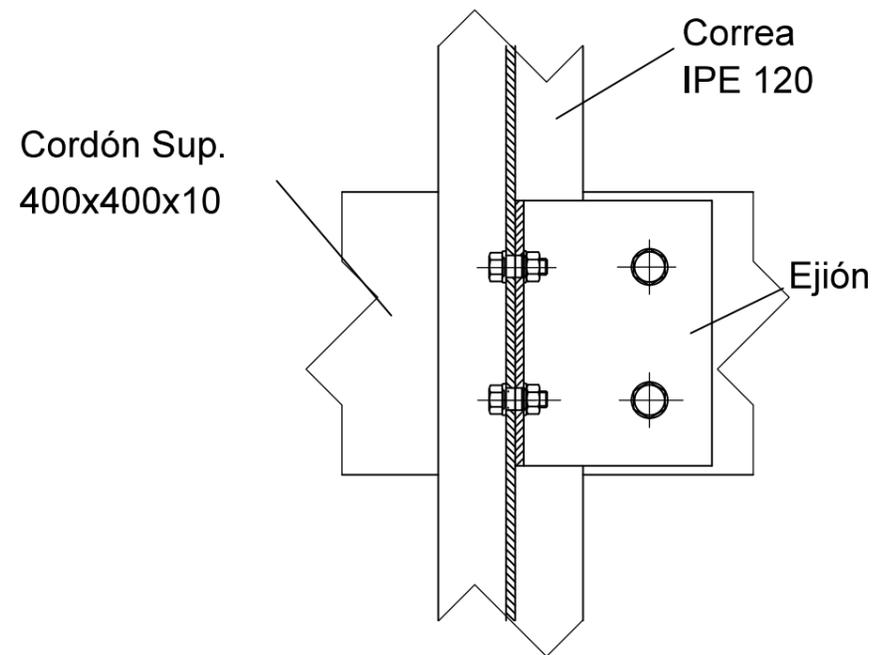
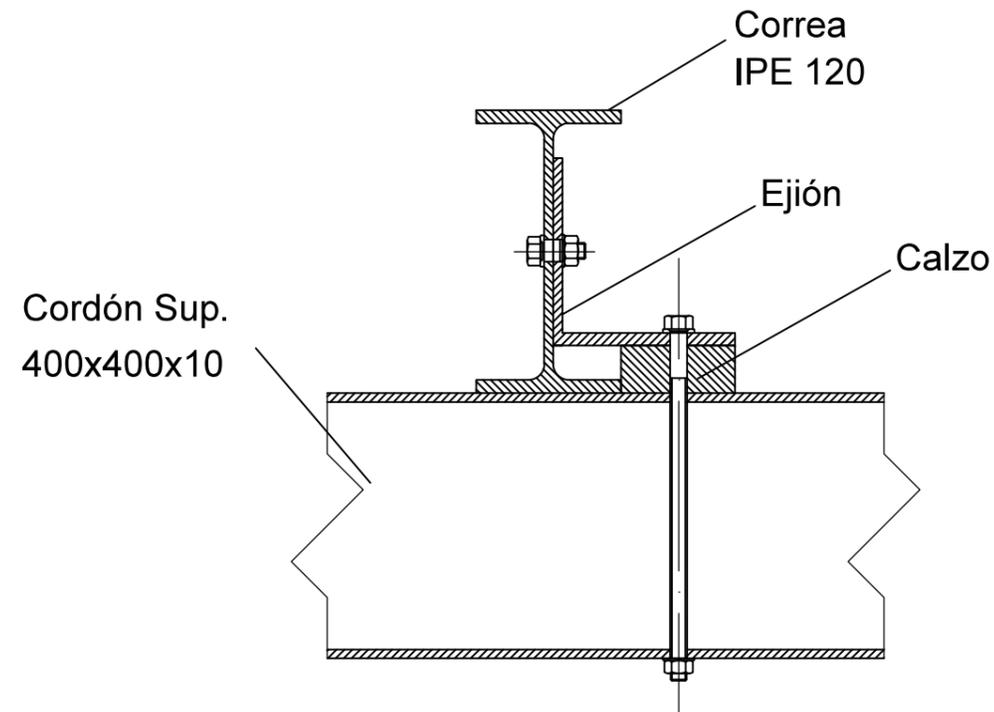


SECCIÓN B ( 1 : 500 )



Proyecto: Diseño y cálculo de la estructura de un estadio deportivo		Aprobado por: UPV	
Creado por: Rodrigo Giménez Azorín		Número de Identificación: RGA013	
 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA	Trabajo final de Grado en Ingeniería Mecánica		Fecha de Edición: 19/06/2019
Escala: 1:500	Tipo de documento: Fachada Lateral (con sección)		Nº PLANO: 13

# DETALLE UNIÓN CORREAS



Proyecto: <b>Diseño y cálculo de la estructura de un estadio deportivo</b>		Aprobado por: <b>UPV</b>
Creado por: <b>Rodrigo Giménez Azorín</b>		Número de Indentificación: <b>RGA014</b>
 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA	Trabajo fin de grado en Ingeniería Mecánica	 Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Estado
Escala: <b>1:50</b>	Tipo de documento: <b>Detalle Unión Correas</b>	
		Fecha de Edición: <b>18/06/2019</b>
		Nº PLANO: <b>14</b>



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



Parte V

# BIBLIOGRAFÍA

Autor: Rodrigo Giménez Azorín

Tutor: Pedro Efrén Martín Concepción

Junio 2019

## BIBLIOGRAFÍA

- CYPE. (2019). Obtenido de <http://detallesconstructivos.cype.es/>
- Barrera, V. B. (2015). *PROYECTO BÁSICO Y DE EJECUCIÓN DE NAVE ALMACÉN EN ESTADIO MANUEL UTRILLA DE DOS HERMANAS (SEVILLA)*. Sevilla.
- Gobierno de Navarra. (s.f.). *Campos grandes y atletismo*.
- Gobierno de Navarra. (s.f.). *Manual básico de instalaciones deportivas*. Navarra.
- Martija, J. R.-W. (s.f.). *CONSIDERACIONES SOBRE LA ORIENTACIÓN Y DIMENSIONES DE UN CAMPO DE FÚTBOL Y SOBRE LA GEOMETRÍA DE LOS GRADERIOS*.
- Norma Española. (2002). *Criterios generales para la elaboración de proyectos*.
- Paneles Vallejo. (2019). Obtenido de <https://www.panelesvallejo.es/paneles-sandwich/>
- Tecnyconta. (2019). Obtenido de <https://www.tecnyconta.es/paneles-grc/>
- UEFA. (n.d.). *Recomendaciones técnicas y requisitos para la construcción o la modernización de estadios de fútbol*.

## PROGRAMAS UTILIZADOS

- CYPE (Versión Estudiante: After Hours)
- SAP-2000
- AUTODESK INVENTOR (Versión Estudiante)
- AUTODESK AUTOCAD (Versión Estudiante)
- AUTODESK ROBOT STRUCTURAL (Versión Estudiante)