



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



**GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA**

**TRABAJO FIN DE GRADO**

**DISEÑO DE ESTRUCTURA  
BÁSICA DE NAVE  
INDUSTRIAL**

**Alumno: David Élez Reche**

**Tutor: Pedro Efrén Martín Concepción**



# MEMORIA

## MEMORIA

<b>1. Memoria descriptiva</b> .....	4
<b>1.1. Objetivo del proyecto</b> .....	4
<b>1.2. Antecedentes</b> .....	4
<b>1.2.1. Exigencias del mercado</b> .....	4
<b>1.2.2. Legislación aplicable</b> .....	5
<b>1.3. Factores a considerar: estudio de necesidades</b> .....	5
<b>1.3.1. Emplazamiento</b> .....	5
<b>1.3.1.1. Situación</b> .....	5
<b>1.3.1.2. Descripción de una nave industrial</b> .....	6
<b>1.3.2. Distribución de las superficies</b> .....	6
<b>1.3.3. Ocupación máxima según CTE-DB SI</b> .....	7
<b>1.3.4. Horario de apertura y cierre de la fábrica de muebles</b> .....	8
<b>1.3.5. Orientación</b> .....	8
<b>1.3.6. Uso característico</b> .....	8
<b>1.3.7. Otros usos previstos</b> .....	8
<b>2. Memoria constructiva</b> .....	9
<b>2.1. Cimentación y vigas de atado</b> .....	9
<b>2.2. Estructura portante</b> .....	9
<b>2.3. Sistema envolvente</b> .....	10
<b>2.3.1. Solera</b> .....	10
<b>2.3.2. Cerramientos y fachadas</b> .....	10
<b>2.3.3. Cubierta</b> .....	11
<b>2.4. Sistema de acabados</b> .....	11
<b>2.5. Sistema de acondicionamiento e instalaciones</b> .....	11
<b>2.6. Equipamiento</b> .....	11

## **1. Memoria descriptiva**

### **1.1. Objetivo del proyecto**

El presente proyecto tiene por objeto la realización de **una nave industrial para una fábrica de muebles de madera**. Se pretenden establecer los parámetros estructurales para definir las obras para realizar la construcción de una nave industrial.

La actividad que se desarrollará en esta industria forma parte de la industria del mueble de BRICO VALERA, tiene diferentes partes de los muebles tales como traseras para todo tipo de mobiliario de madera, fondos de armarios, patas de mesas de madera, cajones de maderas, etc.

#### **Datos de promotor:**

Nombre: José Miguel de BRICO VALERA

Domicilio: Valencia

#### **Datos de ubicación de una nave industrial para fábrica de muebles:**

Dirección: Carrer Malta, 09, Paiporta

Localidad: Valencia

### **1.2. Antecedentes**

#### **1.2.1. Exigencias del mercado**

Este estudio busca determinar las nuevas exigencias ambientales que imponen los mercados desarrollados e identificar el nivel de cumplimiento del sector exportador de madera en relación a éstas. De acuerdo a los resultados obtenidos en este estudio de caso se observa que la responsabilidad corporativa hacia el medio ambiente y la sociedad en general son una prioridad a nivel global. La tendencia hoy apunta a desarrollar en las compañías una política de responsabilidad corporativa, que considere la dimensión de los trabajadores, medio ambiente, comunidad y comportamiento ético. Reducir el consumo de energía, usar energías limpias y racionalizar el consumo de agua son parte del enfoque que es deseable que las

compañías manejen hoy en día. Esto ayudaría a mejorar la baja colaboración que mantienen tanto las fábricas de mueble frente a los proveedores.

### **1.2.2. Legislación aplicable**

Para la redacción del presente Proyecto se han tenido en cuenta las siguientes Normas y Reglamentos:

*REAL DECRETO 751/2011. 27/05/2011. Ministerio de la Presidencia.*

**Aprueba la Instrucción de Acero Estructural (EAE).**

*REAL DECRETO 1247/2008. 18/07/2008. Ministerio de la Presidencia.*

**Aprueba la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08).**

*REAL DECRETO 314/2006. 17/03/2006. Ministerio de la Vivienda.*

**C.T.E. DB SE: Documento Básico Seguridad Estructural; DB SE-AE: Acciones en la Edificación; DB SE-C: Cimientos; DB SE-A: Acero; DB SE-F: Fábrica; DB SE-M: Madera.**

*REAL DECRETO 997/2002. 27/09/2002. Ministerio de Fomento.*

**NCSR-02. Aprueba la norma de construcción sismorresistente: parte general y edificación.**

*REAL DECRETO 110/2008. 01/02/2008. Ministerio de la Presidencia.*

**Modifica el Real Decreto 312/2005, de 18 de marzo, por el que se aprueba la clasificación de los productos de construcción y de los elementos constructivos en función de sus propiedades de reacción y de resistencia frente al fuego.**

### **1.3. Factores a considerar: estudio de necesidades**

#### **1.3.1. Emplazamiento**

##### **1.3.1.1. Situación**

Una fábrica de muebles de madera, BRICO VALERA S.L., se proyecta en parcela con acceso por el Carrer Malta, 09, Paiporta (Valencia).

### 1.3.1.2. Descripción de una nave industrial

La fábrica está situada en Paiporta (Valencia) sobre una parcela de 35 x 60 metros, se pretende construir un edificio industrial de 2.100 m<sup>2</sup> de superficie y 9 m de altura libre.

La producción anual es de unas 21.000 toneladas; la producción diaria, de unos 500.000 unidades. Es una producción elevada y por ello la zona de producción se llevara la gran parte del espacio, mientras que el producto elaborado a almacenar es grande y las materias primas también.

El edificio constara de una zona administrativa de 300 m<sup>2</sup>, una zona comercial para venta directa del producto a cliente y abierta al público para organizar eventos que deberá constar de 150 m<sup>2</sup>. Una zona de almacén y una zona de producción de las cuales no se ha especificado el tamaño.

La estructura deberá estar resuelta mediante un pórtico de acero tipo diáfano que se replicara a cierta distancia, a decisión del proyectista.

El edificio tiene las siguientes características:

- a) Zona administrativa de al menos 300 m<sup>2</sup>.
- b) Zona comercial para venta directa del producto a cliente.
- c) Zona de almacén
- d) Zona de producción.

### 1.3.2. Distribución de las superficies

Sector e Incendio	Superficie (m <sup>2</sup> )
Producción	280
Almacén	200
Comercial	200
Administrativa	120

A continuación describiremos cada una de las superficies en que vamos a distribuir al recinto:

### **Zona administrativa:**

En esta zona encontramos las oficinas de la fábrica. Es donde se recogen los pedidos, se desarrolla toda la logística de la empresa, se lleva la contabilidad, se toman las decisiones, se recibe a los clientes, etc.

### **Zona comercial para la venta directa**

La comercialización fuera de un establecimiento comercial de bienes y servicios directamente al consumidor, mediante la demostración personalizada por parte de un representante de la empresa vendedora.

### **Zona almacén**

Es donde se almacenan los palets de materia prima, básicamente láminas de madera, que servirán para alimentar la línea de producción.

### **Zona de producción**

Transformación en objetos de uso práctico, pasando por la extracción, corte, almacenamiento o tratamiento bioquímico y moldeo, para el producto final de esta actividad puede ser la fabricación de mobiliario.

## **1.3.3. Ocupación máxima según CTE-DB SI**

Es necesario calcular la ocupación deben tomarse los valores de densidad de ocupación que se indica en la tabla de CTE-DB-SI en función de la superficie útil:

**Tabla 2.1. Densidades de ocupación <sup>(1)</sup>**

<b>Uso previsto</b>	<b>Zona, tipo de actividad</b>	<b>Ocupación (m<sup>2</sup>/persona)</b>
Cualquiera	Zonas de ocupación ocasional y accesibles únicamente a efectos de mantenimiento: salas de máquinas, locales para material de limpieza, etc.	<i>Ocupación nula</i>
<i>Residencial Vivienda</i>	Plantas de vivienda	20
<i>Residencial Público</i>	Zonas de alojamiento	20
	Salones de uso múltiple	1
	Vestíbulos generales y zonas generales de uso público en plantas de sótano, baja y entreplanta	2
<i>Aparcamiento</i> <sup>(2)</sup>	Vinculado a una actividad sujeta a horarios: comercial, espectáculos, oficina, etc.	15
	En otros casos	40
<i>Administrativo</i>	Plantas o zonas de oficinas	10
	Vestíbulos generales y zonas de uso público	2

---

<b>Comercial</b>	En establecimientos comerciales:	
	áreas de ventas en plantas de sótano, baja y entreplanta	2
	áreas de ventas en plantas diferentes de las anteriores	3
	En zonas comunes de centros comerciales:	
	mercados y galerías de alimentación	2
	plantas de sótano, baja y entreplanta o en cualquier otra con acceso desde el espacio exterior	3
	plantas diferentes de las anteriores	5
En áreas de venta en las que no sea previsible gran afluencia de público, tales como exposición y venta de muebles, vehículos, etc.	5	

---

Por tanto, la ocupación máxima queda reflejada y justificada en la documentación de arquitectura. Resultando de **50 personas** en establecimiento comercial.

#### 1.3.4. Horario de apertura y cierre de la fábrica de muebles

El horario de apertura de un centro de este tipo es el común para esta tipología de centros. La zona comercial de muebles para la venta directa estará abierta previsiblemente de 9 a 19 horas. En los casos de urgencias tendrá horario ininterrumpido 10 horas al día.

#### 1.3.5. Orientación

La fábrica de muebles dispone de orientación en su puerta principal al **Norte**.

#### 1.3.6. Uso característico

El uso de la nave será el del desarrollo de la actividad industrial de la empresa a si cómo su actividad empresarial.

#### 1.3.7. Otros usos previstos

No se prevé ningún otro uso para la nave.

## 2. Memoria constructiva

### 2.1. Cimentación y vigas de atado

Se considera la **tensión admisible del terreno**  $\sigma_{\text{Terreno}} = 0,2 \text{ Mpa}$ . Por tanto, se ha obtenido de un estudio geotécnico previo realizado en el proyecto.

La cimentación será a base de zapatas, que soportarán los esfuerzos transmitidos por los pilares, estando unidas dichas zapatas mediante vigas de atado que soportarán el peso de los cerramientos.

La nave industrial se compone de **zapatas aisladas de hormigón HA-30 según el Anejo de Cálculo Estructural**, unidas mediante una viga de atado con las mismas características para las cimentaciones que componen los pilares del altillo. Todos los elementos de la cimentación se deberán colocar una solera de asiento (capa de hormigón de limpieza), el espesor mínimo de la solera de asiento será de 10 cm.

El armado de zapatas y vigas de atado se detalla en los planos. **El armado de acero corrugado es B-500-S**. El diámetro de los redondos de armadura se indica en los planos de detalle con **un recubrimiento mínimo de 40 mm para el caso de las zapatas y 70 mm para las vigas de atado según el Anejo de Cálculo Estructural**.

### 2.2. Estructura portante

Según el Anejo de Cálculo Estructural se ha tenido en cuenta todas las acciones y sobrecargas en el CTE-DB-AE, así mismo esta se ha realizado según dicta la instrucción de acero EAE-2011.

Se empleará acero de tipo S-275-JR con uniones atornilladas. El resto de elementos como tornillería, cartelas, placas de anclaje, etc. Están compuestos por el mismo tipo de acero que los perfiles (S-275-JR). Los pernos de las placas de anclaje, así como el armado de las zapatas están formados por las barras corrugadas de acero B-500-S.

Puesto que la luz entre pilares es de 20 m el empleo de un perfil normalizado **IPE**, debido a que por un lado se necesitaría un perfil con un canto muy elevado para soportar los esfuerzos producidos en los E.L.U. y cumplir a su vez la condición de deformación en los E.L.S., debe hacer cálculo a través de un programa de ingeniería, **CYPE NUEVO METAL 3D**.

La finalidad de la estructura que se proyecta es la de soportar una cubierta ligera, soportar los esfuerzos producidos en los ELU y ELS. Esta estructura que se describe a continuación, los detalles y peculiaridades.

- **Soportes:** Pilares con cartelas en las placas de anclaje.
- **Jácenas:** Vigas en celosía de canto variable con perfiles angulares.
- **Correas:** Perfiles conformados en frío de la serie IPN 100.
- **Anclaje:** Placa cuadrada sujeta a zuncho habilitado sobre zapata de cimentación.

Los arriostramientos en el plano de la cubierta serán pletinas para el primer y último vano, continuando el arriostramiento en los laterales.

### **2.3. Sistema envolvente**

#### **2.3.1. Solera**

La solera estará compuesta por una capa de hormigón HA-30 tipo HM-10/B/20/IIa y posee de 30 mm de espesor.

#### **2.3.2. Cerramientos y fachadas**

El cerramiento de fachada está formado por **paneles prefabricados, lisos, de hormigón armado de 15 cm de espesor, hasta una altura 4,5 m**. Con una resistencia al fuego según la tabla C.4 del apartado C.2.2.3. del CTE-DB-SI de REI-120.

A una altura de 4,5 m, rodea perimetralmente la nave, una ventana está formada por doble acristalamiento con calzos y sellado continuo, tiene una altura de 2m. Cabe destacar que se ha situado el acristalamiento a esta altura para evitar posibles hurtos en la nave.

### **2.3.3. Cubierta**

La **cubierta** que se propone es de **panel sándwich de 30 mm de espesor formado por dos láminas de acero prelacadas** a ambas caras de espesor 0,5 mm y en el centro un núcleo de poliuretano de 40 Kg/m<sup>3</sup>. **Su pendiente será de un 15 % aproximadamente.**

Los paneles se fijarán a las correas mediante tonillos autorroscantes siguiendo las especificaciones técnicas de montaje suministradas por el fabricante del panel, respetando la distancia entre fijaciones.

### **2.4. Sistema de acabados**

La nave dispone en fachada de una puerta de entrada de personal de oficina y gerencia así como de clientes, de acero galvanizado de dimensiones 900x1800 mm, y otra puerta industrial también de acero galvanizado con portrón personal que permite el acceso de los operarios sin necesidad de abrir por completo la puerta industrial.

### **2.5. Sistema de acondicionamiento e instalaciones**

La instalación eléctrica para alumbrado esta constituida por un número suficiente de luminarias de modo que cumpla con las exigencias mínimas de iluminación para naves industriales.

La instalación eléctrica irá bajo tubo de PVC flexible, toda la instalación estará provista de una toma de tierra.

Se dispondrá de un alumbrado de emergencia que indique las salidas y permita una iluminación mínima en las salidas para el correcto desalojo de las personas.

### **2.6. Equipamiento**

La nave no está equipada y será objeto del proyecto de actividad.



# ANEJO

# CÁLCULO ESTRUCTURAL

## ANEJO 1 DE CÁLCULO ESTRUCTURAL

1. Datos de partida.....	4
2. Características de la parcelas. Superficies .....	4
3. Elementos estructurales .....	5
4. Materiales .....	10
4.1. Acero estructural.....	10
4.2. Acero en barras .....	10
4.3. Hormigón estructural .....	10
4.4. Hormigón de limpieza .....	14
5. Acciones .....	14
5.1. Acciones Permanentes.....	15
5.2. Acciones Variables .....	19
5.2.1. Sobrecarga de uso.....	19
5.2.2. Viento.....	21
5.2.2.1. Viento lateral.....	23
5.2.2.2. Viento frontal .....	30
5.2.4. Acciones Térmicas .....	36
5.3. Acciones Accidentales .....	37
5.3.1. Sismo.....	37
5.3.2. Fuego.....	38
6. Combinaciones de acciones .....	39
7. Determinación de esfuerzos.....	41
8. Dimensionado de pilares y vigas .....	43
8.1. Comprobación de los pilares de 6m .....	43
8.1.1. Comprobación de los ELU.....	43
8.1.2. Comprobación de los ELS .....	49
8.2. Pilar de 8,68 m.....	50
8.2.1. Comprobación de los ELU.....	50
8.2.2. Comprobación de los ELS .....	53
8.3. Comprobación de las vigas.....	54
8.3.1. Comprobación de los ELU.....	55
8.3.2. Comprobación de los ELS .....	58
8.4. Correas.....	59



8.4.1.1.1.	Comprobación de resistencia .....	59
8.4.1.1.2.	Comprobación de flecha .....	63
9.	Dimensionado de las placas de anclaje .....	64
9.1.1.	E.L.U. de agotamiento del apoyo .....	66
9.1.2.	E.L.U. de agotamiento de la placa a flexión .....	69
10.	Dimensionado de las cimentaciones .....	73
10.1.	E.L.U. Hundimiento .....	75
10.2.	E.L.U. Deslizamiento .....	76
10.3.	E.L.U. Vuelco .....	76
10.4.	E.L.U. Capacidad estructural de armaduras .....	76
11.	Dimensionado de las vigas de atado .....	78
11.1.	Dimensiones de zapata .....	79
11.2.	Reacciones del terreno .....	80

## 1. Datos de partida

Se parte del encargo de un cliente de realizar el proyecto de cálculo estructural de una nave industrial en Valencia, el mismo tendrá **una superficie total de 800 m<sup>2</sup>, con unas dimensiones de 20x40 metros.**

## 2. Características de la parcelas. Superficies

Una parcela **en un polígono industrial de de 2100 m<sup>2</sup>, con unas dimensiones de 35x60 metros.**

La ocupación, hace referencia al cociente entre la superficie ocupada por la planta de la edificación construida y la superficie total de la parcela, mientras que la edificabilidad relaciona la superficie de la parcela con los metros cuadrados que se pueden levantar en ella en diferentes plantas.

En el caso que nos ocupa, se plantea un edificio en una sola planta, por tanto, ambos parámetros coinciden:

$$Ocupación = \frac{Proyección\ Horizontal\ Edificio}{Superficie\ parcela} = \frac{20 \cdot 50}{30 \cdot 65} = 0,5128 \text{ (51,28\%)}$$

$$Edificabilidad = \frac{m^2\ techo\ edificado}{m^2\ suelo\ parcela} = \frac{20 \cdot 50}{30 \cdot 65} = 0,5128$$

En las ordenanzas urbanísticas del polígono se fijan los siguientes valores en la siguiente tabla:

	Máx/Mín	Establecidos
Retranqueo frontal	5 m	<b>10 m</b>
Retranqueo lateral mínimo	3 m	<b>3 m – 12 m</b>
Altura máxima	9m	<b>8,68 m</b>
Ocupación máxima	65%	<b>51,28 %</b>
Edificabilidad máxima	0,7 m <sup>2</sup> t/m <sup>2</sup> s	<b>0,5128</b>

Tabla 1. Características de las parcelas

Con todas estas restricciones, el edificio a calcular, tendrás las dimensiones mostradas en la siguiente figura:

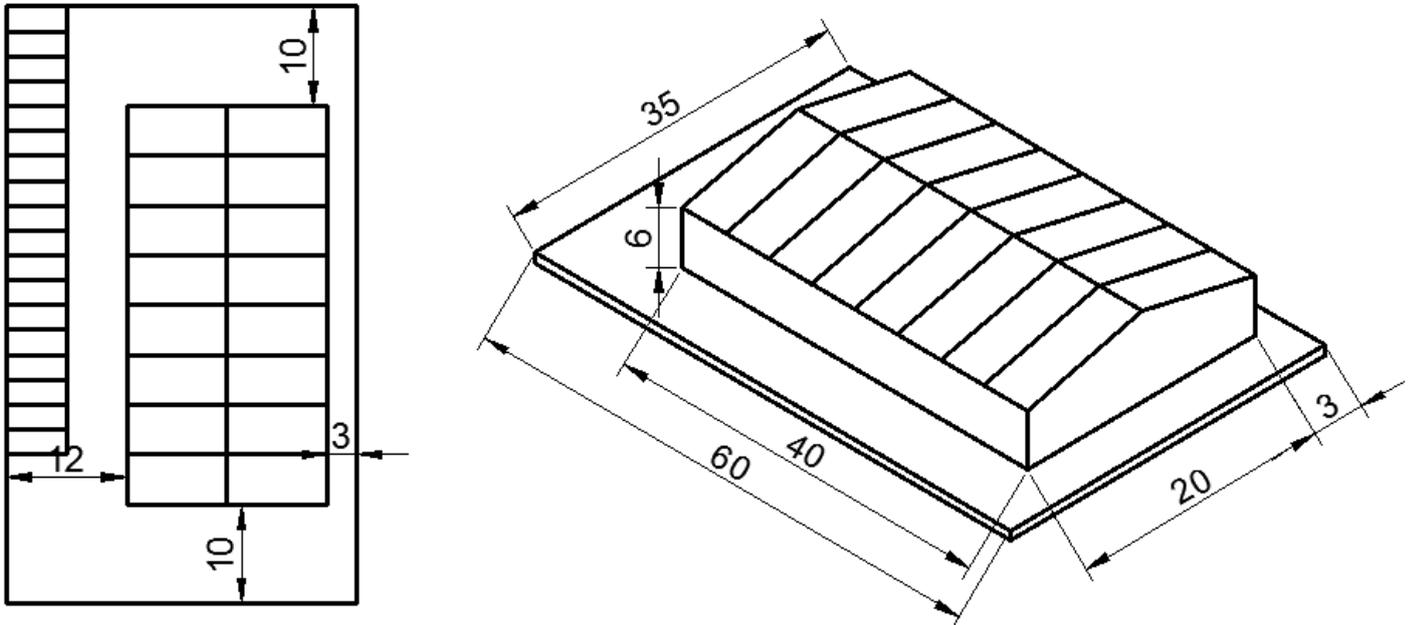


Figura 1. Nave dimensionada

### 3. Elementos estructurales

Dado que la luz de la nave no es excesivamente grande (20 m) y que en la cubierta no se va a desarrollar ninguna actividad y no se requiere instalar equipos de climatización, se opta por emplear un sistema estructural basado en pórticos a dos aguas con una separación entre pórticos de 5 m en la figura 2.

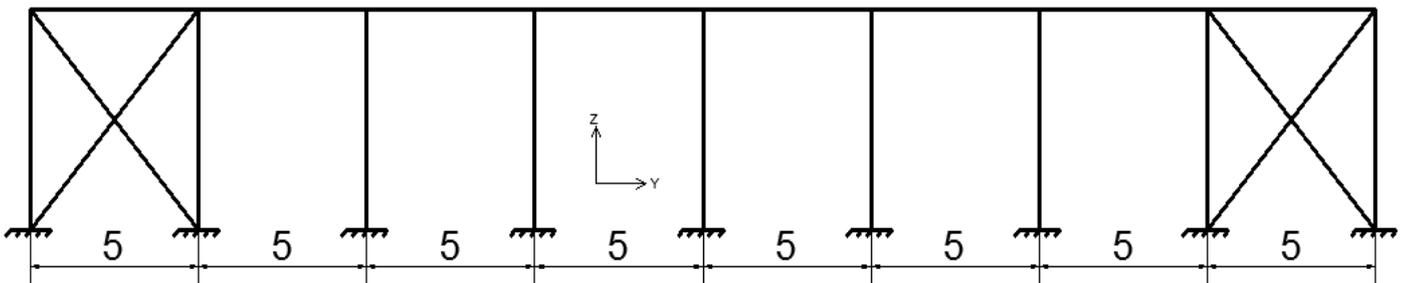
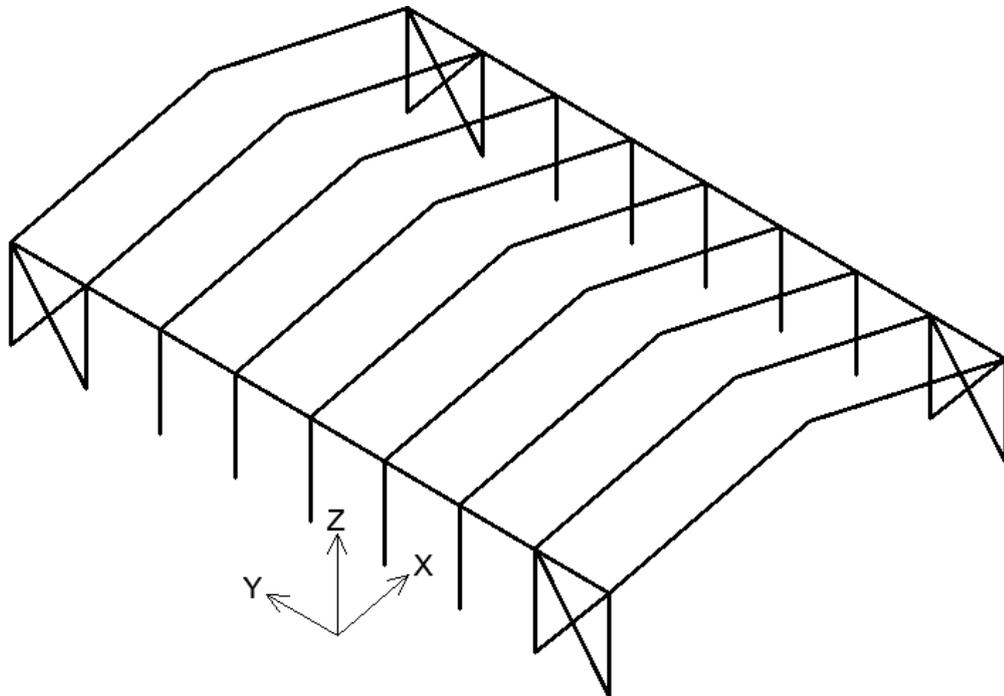


Figura 2. Separación entre pórticos

Los pórticos interiores se unen mediante una viga perimetral de atado, que será arriostrada en los primeros vanos, para conseguir atar las cabezas de los pilares, evitando la traslacionalidad de los mismos en el plano de fachada lateral (YZ).

Con este sistema, la configuración de **los pilares de los pórticos interiores en el plano YZ** se puede considerar empotrado apoyado, siendo **su coeficiente de pandeo  $\beta=0,7$** .

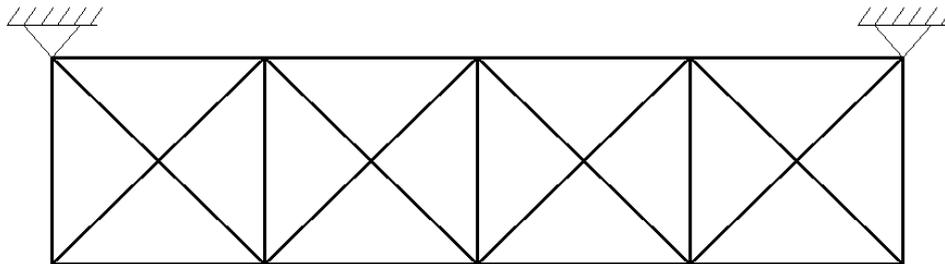
El esquema estructural planteado es el mostrado en la figura 3, restando por definir la configuración del pórtico de fachada.



*Figura 3. Esquema estructural*

Las fachadas frontales del edificio se plantean de forma que puedan absorber las acciones de viento frontal que se van a aplicar sobre las mismas. Para ello se opta por disponer de **3 pilares intermedios en los pórticos de fachada (separados 5m) empotrados en la base y apoyados en la cabeza**.

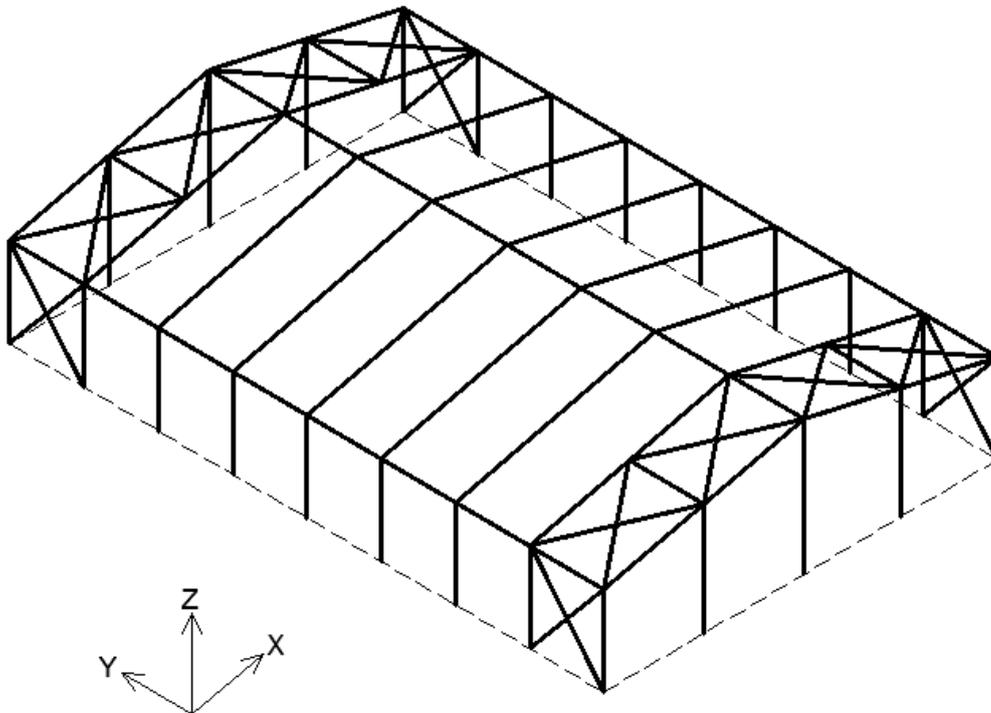
Para garantizar el apoyo de los pilares del pórtico de fachada en la cabeza se dispone de **una viga contraviento (entre los dos primeros pórticos) combinación de mallas Warren** en la figura 4, que cumpla esta función.



*Figura 4. Combinación de mallas Warren*

Bajo esta combinación, **el coeficiente  $\beta$  de pandeo para los pilares interiores es 2, al carecer de arriostramiento en sus cabezas (empotrados-libres)**. Es posible dotar a las naves constituidas a base de pilares y cerchas de un sistema estructural que garantice un mayor arriostramiento a los elementos que las forman.

Quedando el esquema estructural de la nave como se muestra en la siguiente figura:



*Figura 5. Esquema estructural de la nave*

## Modelos estructurales

Se establecen dos modelos estructurales, el correspondiente a **todos los pórticos interiores**, que trabajan de una forma similar, pues con la viga perimetral y los arriostramientos pueden considerarse como pórticos planos, sometidos a cargas muy similares, y que por tanto **podrán ser calculados mediante CYPE METAL 3D**, con el modelo mostrado en la siguiente figura:

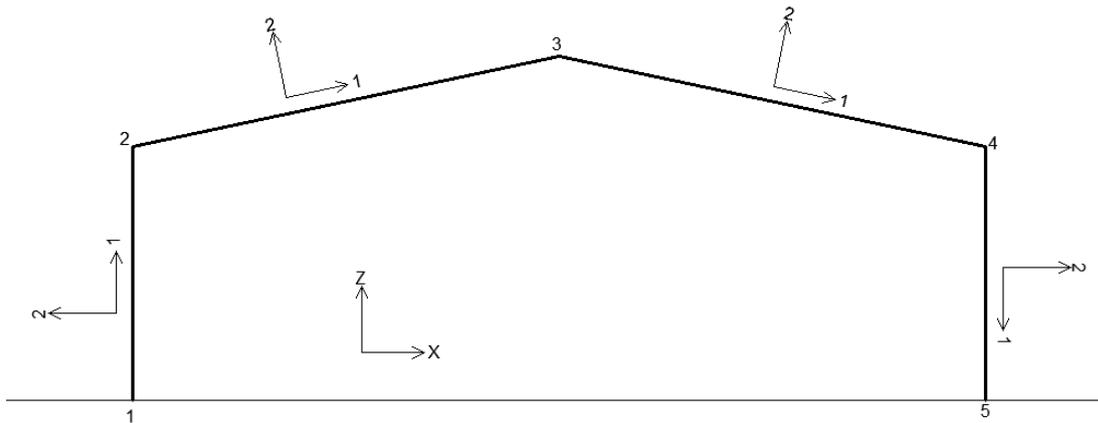


Figura 6. Pórtico interior

El pórtico de fachada tiene un modelo diferente en la figura 7, pues sus elementos se modelan como isostáticos, y la transmisión de cargas se realiza de manera directa entre los elementos (el modelado 3D del pórtico no es recomendable). En este caso la transmisión de esfuerzos en el plano XZ (gravitatorias) se realiza desde la jácena (modelada como una viga plena con tanto apoyos como pilares) hacia los pilares, a los que se transmiten esfuerzos axiales.

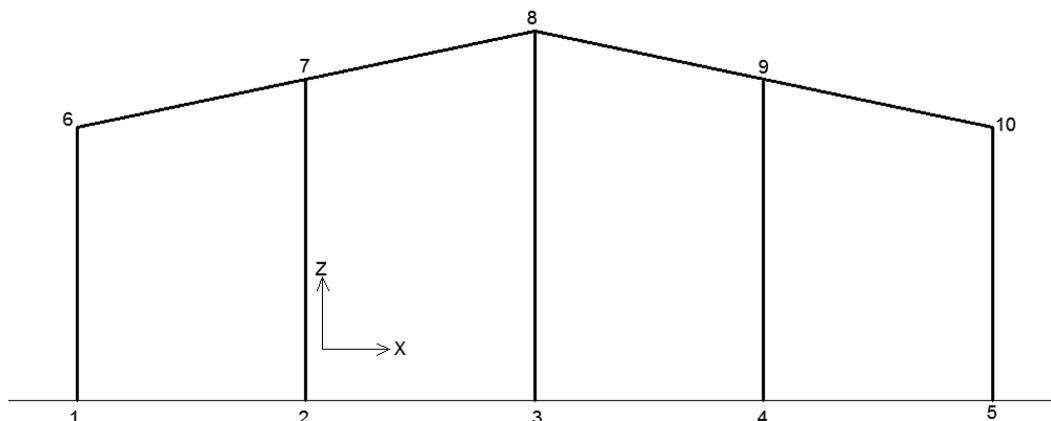
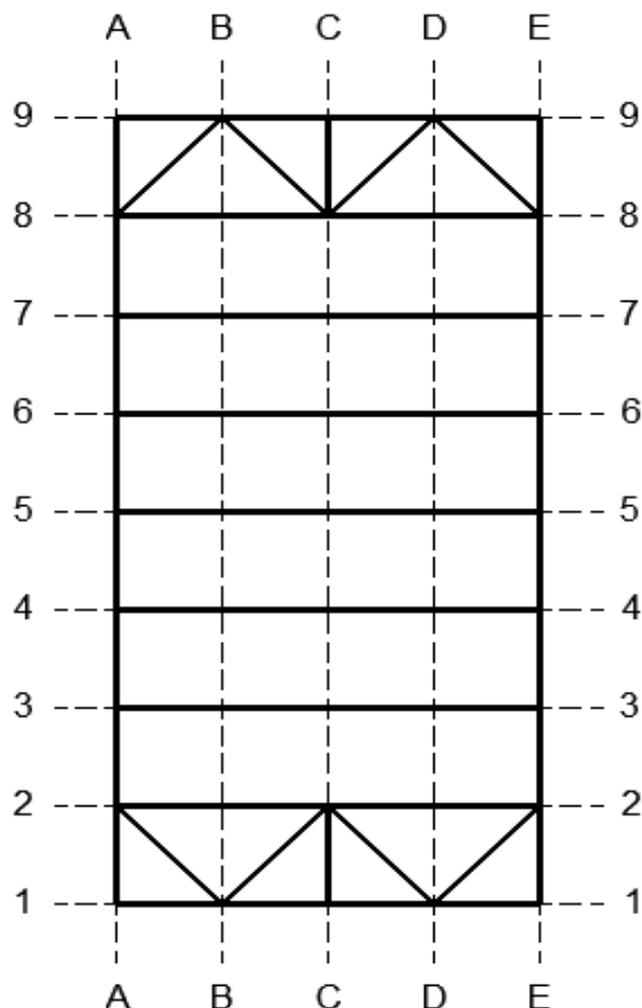


Figura 7. Pórtico de la fachada

En el caso de las acciones en el plano YZ (viento en la fachada frontal), la transmisión de cargas es más compleja, pues son los pilares los que recogen la acción de la fachada, transmitiendo **una parte importante a la cimentación en forma de cortante**  $V = \frac{5}{8} q h$  y de **momento flector**  $M = \frac{1}{8} q h^2$ , quedando **una parte de la carga en la cabeza del pilar**  $V = \frac{3}{8} q h$ .

Para facilitar la localización de cada uno de los elementos a calcular dentro de la estructura, se utiliza una codificación de los mismos basada en una rejilla que recoge todos los puntos singulares de la estructura, y que se muestra en la siguiente figura. En la misma, **los pórticos se numeran de 1 a 9 y la posición de pilares de A a E**, quedando definida la posición de cada nulo con ambas coordenadas en la siguiente figura:



*Figura 8. Puntos singulares de la estructura*

## 4. Materiales

### 4.1. Acero estructural

Como acero estructural para los perfiles laminados en caliente se utilizará el S275JR, que tiene una resistencia característica  $f_{yk} = 275$  MPa y una resistencia de cálculo, tras aplicarle el coeficiente de seguridad  $\gamma_M = 1,05$  establecido en el CTE DB SE-A:

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_M} = \frac{275}{1.05} = 261,9 \text{ MPa}$$

En este caso el modulo de elasticidad del acero  $E = 210.000$  MPa.

### 4.2. Acero en barras

Como acero en barras para el hormigón armado se utilizará el acero B500S, que es el que se puede encontrar más comúnmente en el mercado y que tiene una resistencia característica  $f_{yk} = 500$  MPa y una resistencia de cálculo, tras aplicarle el coeficiente de seguridad del acero en barras  $\gamma_s$ , establecido en la EHE-08:

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500}{1,15} = 2434,78 \text{ MPa}$$

En este caso el modulo de elasticidad del acero  $E = 200.000$  MPa.

### 4.3. Hormigón estructural

Como material para las cimentaciones se empleará hormigón armado, que debe ser compatible con las acciones químicas a las que se verá sometido, algo que se cumple mediante consideración del ambiente (clase general + clases específicas) en el que se va a colocar el hormigón en la selección del hormigón a utilizar.

Del informe geotécnico se obtiene una caracterización del terreno, que lleva a una consideración de **un ambiente Ila (humedad alta + ataque químico débil)** para el

hormigón de las cimentaciones, de acuerdo con lo establecido en las tablas 8.2.2. y 8.2.3.a de la EHE-08.

Este ambiente condiciona la resistencia característica del hormigón a utilizar, a través de la tabla EHE-08.37.3.2.b, que para este caso será  $f_{ck} = 30 \text{ MPa}$ , por tanto se empleará HA-30.

Tabla 37.3.2.b  
Resistencias mínimas recomendadas en función de los requisitos de durabilidad (\*)

Parámetro de dosificación	Tipo de hormigón	Clase de exposición												
		I	Ila	Ilb	IIla	IIlb	IIlc	IV	Qa	Qb	Qc	H	F	E
Resistencia mínima (N/mm <sup>2</sup> )	Masa	20	—	—	—	—	—	—	30	30	35	30	30	30
	Armado	25	25	30	30	30	35	30	30	30	35	30	30	30
	Pretensado	25	25	30	30	35	35	35	30	35	35	30	30	30

(\*) Estos valores reflejan las resistencias que pueden esperarse con carácter general cuando se emplean áridos de buena calidad y se respetan las especificaciones estrictas de durabilidad incluidas en esta Instrucción. Se trata de una tabla meramente orientativa, al objeto de fomentar la deseable coherencia entre las especificaciones de durabilidad y las especificaciones de resistencia. En este sentido, se recuerda que en algunas zonas geográficas en las que los áridos sólo pueden cumplir estrictamente las especificaciones definidos para ellos en esta Instrucción, puede ser complicado obtener estos valores.

Al ser un hormigón destinado a la edificación, la consistencia que se exige es **Blanda**, y al ser más concretamente cimentaciones, el tamaño máximo del árido puede alcanzar el valor de 40 mm, aunque para garantizar una buena trabajabilidad del hormigón se empleará árido máximo de 20 mm. Por tanto la designación del hormigón a emplear será:

**HA-30/B/20/IIa+Qa**

La resistencia de cálculo del hormigón en una situación persistente o transitoria será, aplicando el coeficiente parcial de seguridad  $\gamma_c$  establecido en la EHE-08.15.3:

$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{30}{1,5} = 20 \text{ MPa}$$

Para el hormigón seleccionado y el uso al que se va a destinar, resta por determinar los recubrimientos del hormigón en cada una de las direcciones de la cimentación.

La EHE-08.37.2.4, define el recubrimiento de hormigón como: “la distancia entre la superficie exterior de la armadura (incluyendo cercos y estribos) y la superficie del hormigón más cercana”. Fijando el valor del recubrimiento en:

$$r_{nom} = r_{\min(A,t_g,C,f_{ck})} + \Delta r$$

En las tablas 37.2.4.1.a, b y c, se establecen los recubrimientos mínimos  $r_{\min}(A, t_g, C, f_{ck})$  en función de diferentes variables como el ambiente (A), la vida útil del proyecto ( $t_g$ ), el tipo de cemento (C) y la resistencia de hormigón ( $f_{ck}$ ).

**Tabla 37.2.4.1.a**  
Recubrimientos mínimos (mm) para las clases generales de exposición I y II

Clase de exposición	Tipo de cemento	Resistencia característica del hormigón [ $N/mm^2$ ]	Vida útil de proyecto ( $t_g$ ), (años)	
			50	100
I	Cualquiera	$f_{ck} \geq 25$	15	25
II a	CEM I	$25 \leq f_{ck} < 40$	15	25
		$f_{ck} \geq 40$	10	20
	Otros tipos de cementos o en el caso de empleo de adiciones al hormigón	$25 \leq f_{ck} < 40$	20	30
		$f_{ck} \geq 40$	15	25
II b	CEM I	$25 \leq f_{ck} < 40$	20	30
		$f_{ck} \geq 40$	15	25
	Otros tipos de cementos o en el caso de empleo de adiciones al hormigón	$25 \leq f_{ck} < 40$	25	35
		$f_{ck} \geq 40$	20	30

Clase de exposición	Tipo de cemento	Resistencia característica del hormigón [ $N/mm^2$ ]	Vida útil de proyecto ( $t_g$ ), (años)	
			50	100
H	CEM III	$25 \leq f_{ck} < 40$	25	50
		$f_{ck} \geq 40$	15	25
	Otros tipos de cemento	$25 \leq f_{ck} < 40$	20	35
		$f_{ck} \geq 40$	10	20
F	CEM I /A-D	$25 \leq f_{ck} < 40$	25	50
		$f_{ck} \geq 40$	15	35
	CEM III	$25 \leq f_{ck} < 40$	40	75
		$f_{ck} \geq 40$	20	40
	Otros tipos de cementos o en el caso de empleo de adiciones al hormigón	$25 \leq f_{ck} < 40$	20	40
		$f_{ck} \geq 40$	10	20
E <sup>(1)</sup>	Cualquiera	$25 \leq f_{ck} < 40$	40	80
		$f_{ck} \geq 40$	20	35
Qa	CEM III, CEM IV, CEM II/B-S, B-P, B-V, A-D u hormigón con adición de microsilice superior al 6% o de cenizas volantes superior al 20%	—	40	55
	Resto de cementos utilizables	—	*	*
Qb, Qc	Cualquiera	—	(2)	(2)

Se selecciona el mayor recubrimiento mínimo, que en este caso es de **40 mm**, a los que habrá que añadir el margen de recubrimiento  $\Delta r$ , que fija la EHE-08 en:

$$r_{nom} = r_{min} + \Delta r$$

donde:

$r_{nom}$	Recubrimiento nominal
$r_{min}$	Recubrimiento mínimo
$\Delta r$	Margen de recubrimiento, en función del nivel de control de ejecución, y cuyo valor será:
0 mm	en elementos prefabricados con control intenso de ejecución
5 mm	en el caso de elementos ejecutados <i>in situ</i> con nivel intenso de control de ejecución, y
10 mm	en el resto de los casos

En este caso, al no considerarse un nivel de control intenso, se opta por **un margen de recubrimiento de 10 mm**. Por tanto, el **recubrimiento nominal inferior** a considerar será de:

$$r_{inf.nom} = r_{min} + \Delta r = 40 + 10 = 50 \text{ mm}$$

En los laterales de las zapatas, sin embargo, el recubrimiento mínimo a considerar será superior, pues según la EHE-08.37.2.4.1: “En piezas hormigonadas contra el terreno, el **recubrimiento mínimo será 70 mm**, salvo que se haya preparado el terreno y dispuesto un hormigón de limpieza”.

$$r_{nom} = r_{min} + \Delta r = 70 + 10 = 80 \text{ mm}$$

#### **4.4. Hormigón de limpieza**

En todas las cimentaciones se deberá colocar preceptivamente una solera de asiento (capa de hormigón de limpieza) según lo establecido en el CTE DB SE-C4.5.1.2. **El espesor mínimo de la solera de asiento será de 10 cm.**

El hormigón a emplear en esta solera se caracteriza como un hormigón de limpieza (HL), que es un hormigón que tiene como fin evitar la desecación del hormigón estructural durante su vertido así como una posible contaminación de éste durante las primeras horas de su hormigonado. (EHE-08.Anejo 18)

En la identificación de este tipo de hormigón se hace referencia expresa al contenido mínimo de cemento, quedando un único hormigón para este uso, con la siguiente tipificación:

#### **HL-150/B/20**

Como se indica en la identificación, la dosificación mínima de cemento será de 150 kg/m<sup>3</sup>, la consistencia Blanda, recomendándose que el tamaño máximo del árido sea inferior a 20 mm, al objeto de facilitar la trabajabilidad de estos hormigones.

### **5. Acciones**

Se determinan todas las acciones que han de considerarse en el cálculo de la nave industrial. Alguno de los valores, como los correspondientes al peso propio de la estructura se desconoce “a priori”, por tanto se suponen unos de predimensionado, verificando cuando termine el cálculo, que los supuestos hechos son apropiados, si la estimación es imprecisa se corrige y se vuelve a calcular la estructura con el nuevo valor.

## **5.1. Acciones Permanentes**

Se consideran como acciones permanentes aquellas que actúan en todo instante sobre el edificio con posición y magnitud constante. En este caso son todas las relativas al peso propio de edificio, y que deben ser soportadas por la estructura metálica (pórticos interiores y de fachada). Todos los valores que se comentarán en adelante son valores característicos ( $G_k$ ).

### **Peso propio de la estructura**

Todos los elementos de la estructura que son objeto de cálculo, por tanto sus dimensiones no se pueden conocer antes de realizar el cálculo. Los elementos estructurales considerados: pilares, jacentas, correas, vigas contraviento, vigas perimetrales y arriostramientos.

Se considerará un valor característico de predimensionado igual a la luz del pórtico dividido por 100 en  $\text{KN/m}^2$ , es decir:

$$G_{k,PP} = \frac{20}{100} = 0,2 \text{ KN/m}^2$$

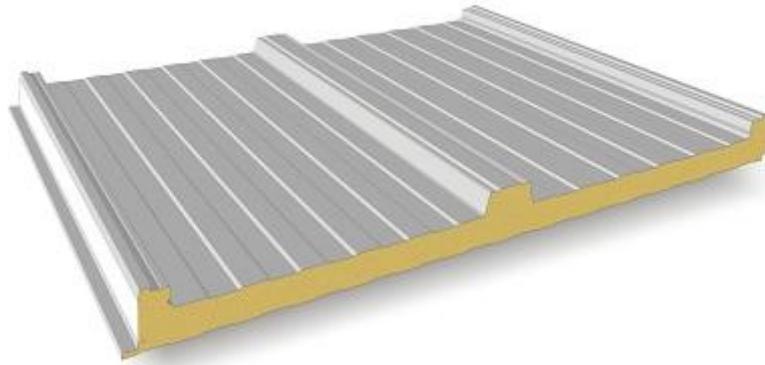
Una vez calculados todos los elementos estructurales, se comprobará que el valor utilizado es válido.

### **Instalación paneles solares**

No se considera la colocación de una instalación de paneles solares, pero hay que destacar, que en el caso que así fuera el lugar para considerar el peso de los mismos sería en las acciones permanentes.

### **Cerramientos**

En este caso el cerramiento lateral de la nave se realiza mediante paneles prefabricados de hormigón apoyados horizontalmente sobre el suelo, por tanto no afectan al cálculo estructural. Por tanto, hay mucha diferencia entre los cerramientos de cubierta y los cerramientos laterales de la nave.



### Panel sándwich de cubierta

El cerramiento de cubierta ejecutará con **panel sándwich de 80 mm de espesor** con un peso de  $0,11 \text{ kN/m}^2$ , valor que se redondea hasta  $0,15 \text{ kN/m}^2$  para tener en cuenta el peso de tornillería y accesorios de montaje de la cubierta.

$$G_{k,cerr} = 0,15 \text{ KN/m}^2$$

Las acciones permanentes totales serán:

$$G_k = G_{k,PP} + G_{k,Cerr} = 0,35 \text{ KN/m}^2$$

Las acciones aplicadas sobre los pórticos interiores y de fachada se obtienen multiplicando el valor de la carga superficial por la crujía y por la mitad de la crujía respectivamente.

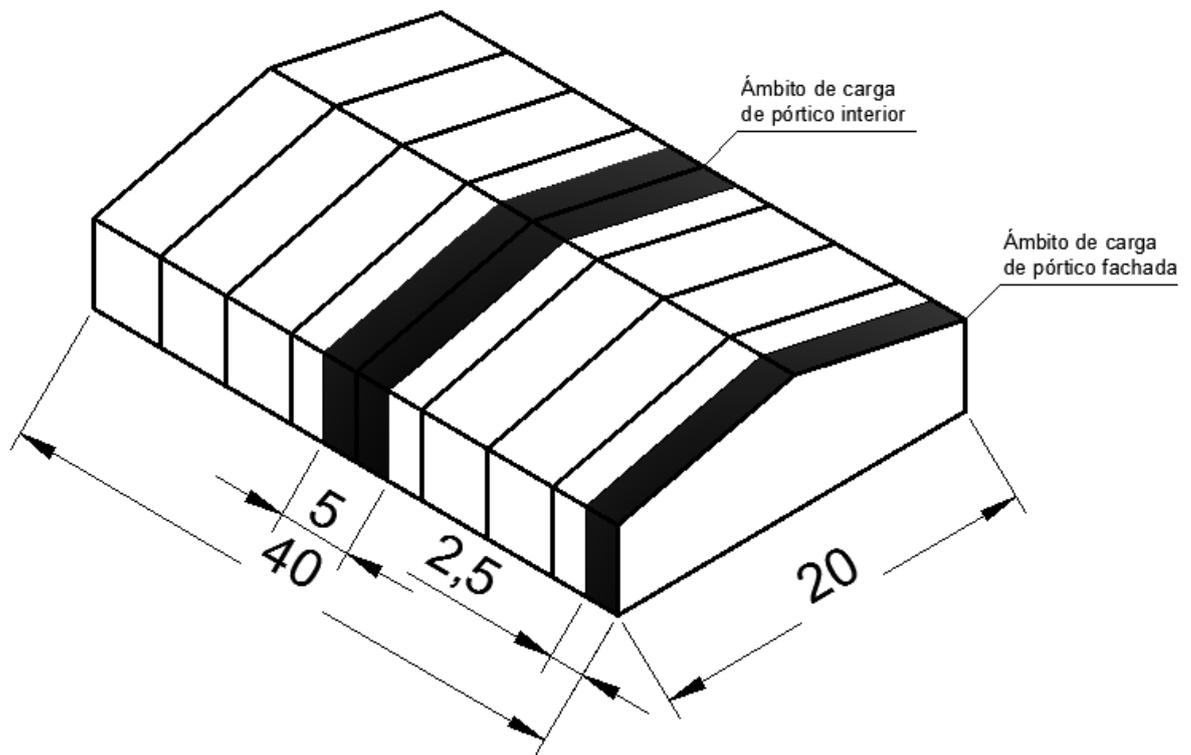


Figura 9. Distribución de cargas entre pórticos de la estructura

Las cargas permanentes en los pórticos interiores y de fachada serán las siguientes:

$$g_{k,\text{pórtico int}} = G_k \cdot s = 0,35 \cdot 5 = 1,75 \text{ KN/m}$$

$$g_{k,\text{pórtico fach}} = G_k \cdot s = 0,35 \cdot 2,5 = 0,875 \text{ KN/m}$$

Representando las acciones permanentes en los pórticos interiores y de fachada:

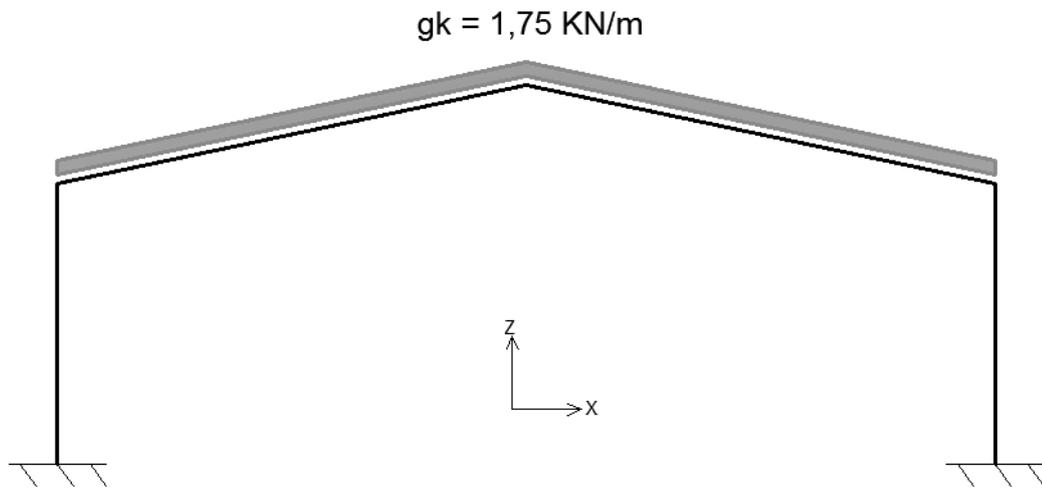


Figura 10. Acciones permanentes sobre pórticos interiores

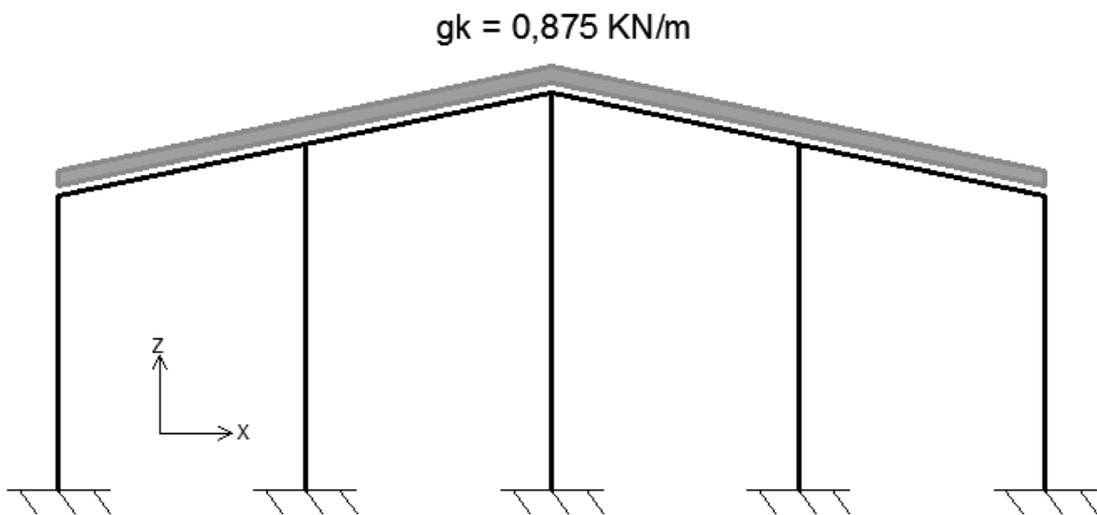


Figura 11. Acciones permanentes sobre pórticos de fachada

## 5.2. Acciones Variables

Las acciones variables son aquellas que pueden actuar o no sobre el edificio, y se pueden dividir en sobrecargas de uso y acciones climáticas.

### 5.2.1. Sobrecarga de uso

La sobrecarga de uso es el peso de todos lo que puede gravitar por razón de su uso, en general, los efectos de esta sobrecarga pueden simularse por la aplicación de una carga uniformemente distribuida ( $Q_k$ )

En este caso es necesario conocer cuál es el valor de la sobrecarga de uso que aparecerá en la cubierta. La cubierta proyectada está formada por un panel sándwich apoyado sobre correas, y sólo va a ser accesible para mantenimiento. Según la tabla 3.1 del CTE DB SE-AE la categoría de uso es G1.2 (“Cubiertas ligeras sobre correas (sin forjado)”).

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)(5)</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

Aplicando las acciones sobre los pórticos de la estructura para la sobrecarga de uso:

$$q_{k,pórtico\ int} = Q_k \cdot s = 0,4 \cdot 5 = 2\text{ KN/m}$$

$$q_{k,pórtico\ fach} = Q_k \cdot s = 0,4 \cdot 2,5 = 1\text{ KN/m}$$

La representación de estas cargas se muestra en las siguientes figuras:

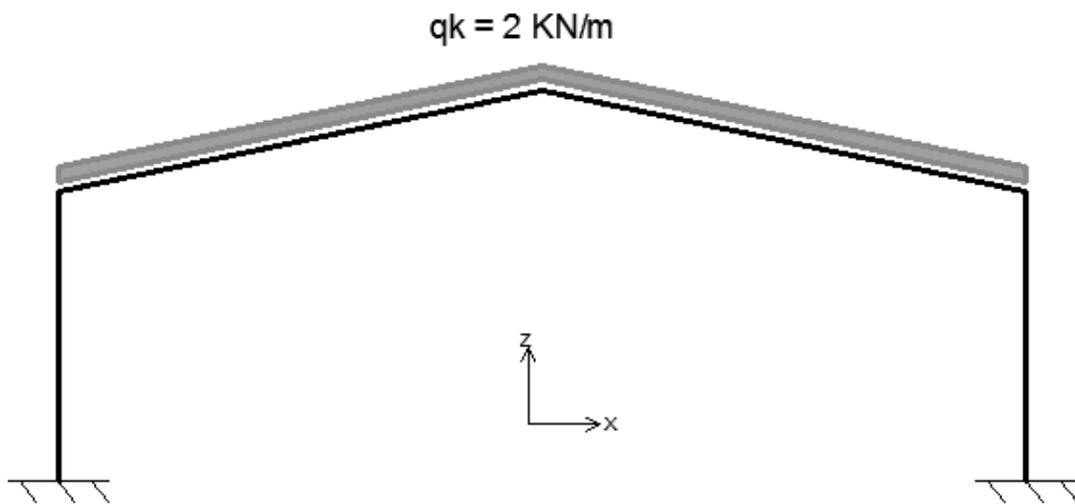


Figura 12. Sobrecarga de uso sobre pórticos interiores

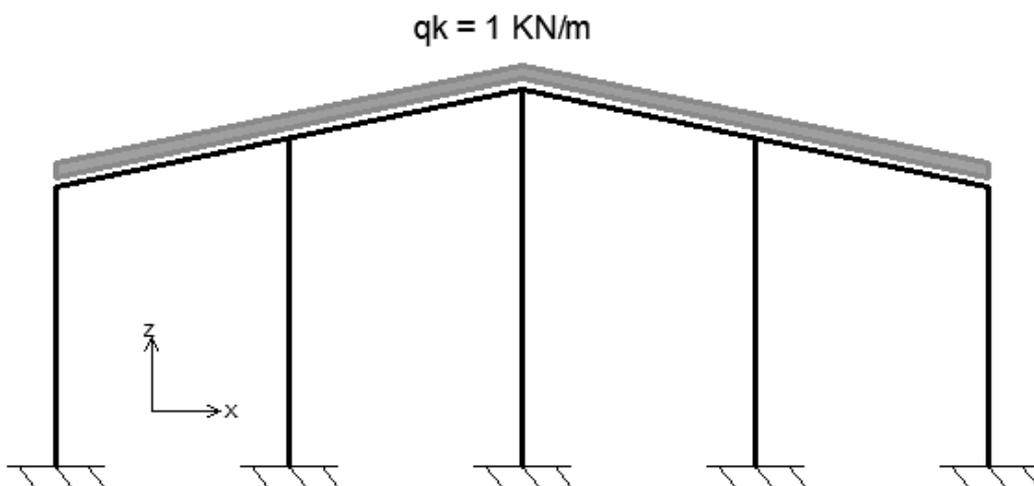


Figura 13. Sobrecarga de uso sobre pórticos de fachada

### 5.2.2. Viento

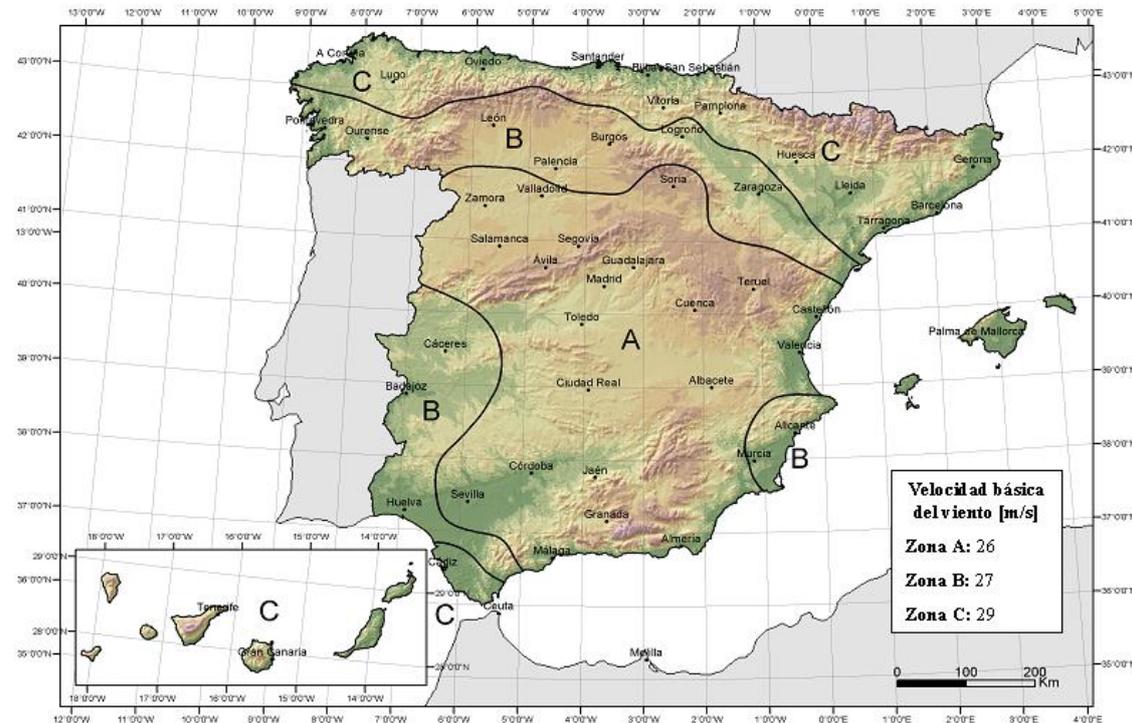
El cálculo de la acción del viento se realiza de acuerdo con lo establecido en el CTE-DB SE-AE.3.3, que dice: “La distribución y el valor de las presiones que ejerce el viento sobre un edificio y las fuerzas resultantes dependen de la forma y de las dimensiones de la construcción, de las características y de la permeabilidad de su superficie, así como de la dirección, de la intensidad y del racheo del viento.”

La acción de viento es una fuerza perpendicular a la superficie de cada punto expuesto, o una presión estática,  $q_e$ , que puede expresarse como:

$$q_e(z) = q_b \cdot c_e \cdot c_p$$

#### Presión dinámica ( $q_b$ )

El valor básico de la velocidad del viento en cada localidad puede obtenerse del mapa. El de la presión dinámica es, respectivamente de 0,42 kN/m<sup>2</sup>, 0,45 kN/m<sup>2</sup> y 0,52 kN/m<sup>2</sup> para las zonas A, B y C respectivamente de dicho mapa.



*Figura 14. Velocidad básica del viento*

Por tanto, como la zona eólica donde se ubica la nave es la **Zona A:  $q_b=0,42$  kN/m<sup>2</sup>**

#### Coefficiente de exposición ( $c_e$ )

El coeficiente de exposición ( $c_e$ ) tiene en cuenta los efectos de las turbulencias originadas por el relieve y la topografía del terreno. Su valor se puede tomar de la tabla 3.4 del CTE DB SE-AE, siendo “*altura del punto considerado*” la medida respecto a la rasante media de la fachada a barlovento. Se toma como altura 9 metros y el grado de aspereza IV, correspondiente a una zona urbana, industrial o forestal.

Tabla 3.4. Valores del coeficiente de exposición  $c_e$

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

**El coeficiente de exposición será de 1,7.**

### **Coeficiente eólico o de presión ( $c_p$ )**

En naves y construcciones diáfanos, sin forjados que conecten las fachadas, la acción del viento debe individualizarse en cada elemento de superficie exterior.

A efectos del cálculo de la estructura, del lado de la seguridad se podrá utilizar la resultante en cada plano de fachada o cubierta de los valores del Anejo D.3 del CTE DB SE-AE, que recogen el pésimo en cada punto debido a varias direcciones de viento.

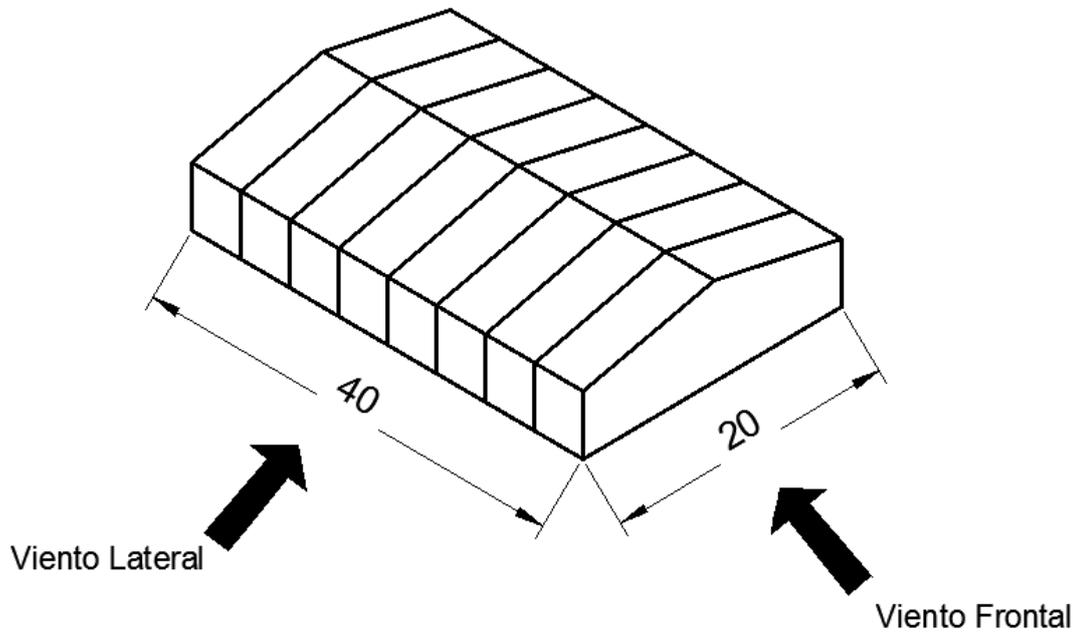
Los coeficientes eólicos exteriores se determinan mediante la expresión:

$$c_{pe} = c_p \left( \frac{h}{d}, \alpha, A, f, Zona \right)$$

Lo cual quiere decir que los coeficientes eólicos dependen de la dirección relativa del viento ( $h/d$ ), de la forma del edificio y posición del elemento ( $f, \alpha, zona$ ) y del área de influencia del elemento ( $A$ ).

En el ámbito de este tipo de estructuras, **el área de influencia es siempre mayor de 10 m<sup>2</sup>**, pues cualquiera de los elementos que se van a calcular supera esta área

tributaria de carga. El resto de variables, hacen necesario realizar un estudio por separado de las dos direcciones de actuación del viento sobre la nave, y además afectará de distinta forma a cada uno de los pórticos de la estructura.



*Figura 15.* Viento lateral y viento laboral

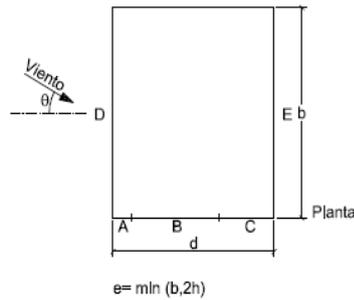
#### 5.2.2.1. Viento lateral

##### Paramentos verticales

En primer lugar se determinan los valores de los coeficientes eólicos de los cerramientos verticales, mediante el uso de la tabla D.3 del CTE DB SE-AE, en la fila de áreas de influencia  $A \geq 10\text{m}^2$ .

La esbeltez de la nave en el caso del viento lateral será:

$$\frac{h}{d} = \frac{8,68}{20} = 0,434$$



A (m <sup>2</sup> )	h/d	Zona (según figura), -45° < θ < 45°				
		A	B	C	D	E
≥ 10	5	-1,2	-0,8	-0,5	0,8	-0,7
	1	"	"	"	"	-0,5
	≤ 0,25	"	"		0,7	-0,3

Interpolando para la esbeltez del edificio, se obtienen coeficientes eólicos de viento lateral sobre todas las superficies verticales.

\*Para las zonas A, B y C no hace falta interpolar porque los valores son idénticos en los tres casos de esbeltez.

\*En la zona D, interpolando por regresión cuadrática, se ha obtenido la fórmula:

$$c_{pe,zona D} = -0,02807 \cdot \left(\frac{h}{d}\right)^2 + 0,168421 \cdot \left(\frac{h}{d}\right) + 0,6596491$$

$$= -0,02807 \cdot (0,434)^2 + 0,168421 \cdot (0,434) + 0,6596491 = 0,7274$$

\*Y en la zona E, también interpolando para los valores de la tabla D.3, se llega a la fórmula y resultado:

$$c_{pe,zona E} = 0,045614 \cdot \left(\frac{h}{d}\right)^2 - 0,323684 \cdot \left(\frac{h}{d}\right) - 0,221929$$

$$= 0,045614 \cdot (0,434)^2 - 0,323684 \cdot (0,434) - 0,221929 = -0,3538$$

Multiplicando ahora los  $c_{pe}$  obtenidos por el valor de presión dinámica y coeficiente de exposición se obtienen las cargas superficiales de viento.

$$Q_{Viento Lateral} = q_b \cdot c_e \cdot c_p$$

$$Q_{VL,ZONA A} = 0,42 \frac{kN}{m^2} \cdot 1,7 \cdot (-1,2) = -0,8568 \frac{kN}{m^2}$$

$$Q_{VL,ZONA B} = 0,42 \frac{kN}{m^2} \cdot 1,7 \cdot (-0,8) = -0,5712 \frac{kN}{m^2}$$

$$Q_{VL,ZONA C} = 0,42 \frac{kN}{m^2} \cdot 1,7 \cdot (-0,5) = -0,357 \frac{kN}{m^2}$$

$$Q_{VL,ZONA D} = 0,42 \frac{kN}{m^2} \cdot 1,7 \cdot (0,7274) = 0,5194 \frac{kN}{m^2}$$

$$Q_{VL,ZONA E} = 0,42 \frac{kN}{m^2} \cdot 1,7 \cdot (-0,3538) = -0,253 \frac{kN}{m^2}$$

	A	B	C	D	E
$C_{pe} (h/d=0,41)$	-1,2	-0,8	-0,5	0,7235	-0,346
$Q_{vi} (kN/m^2)$	-0,8568	-0,5712	-0,357	0,5166	-0,247
	Fachadas Frontales			Fachadas Laterales	

Tabla 2. Resultados de las cargas superficiales de viento

La longitud de las zonas A, B y C a lo largo de las fachadas frontales depende de la variable denominada “e”, que en el caso del viento lateral vale:

$$e = \min(b, 2h) = \min(40, 17,36) = 17,36 \text{ m}$$

Siendo  $b$  la profundidad de la nave (40m) y  $h$  la altura total (hasta la cumbrera, o sea, 8,13m).

Y las longitudes de cada uno de esos tramos:

$$x(A) = \frac{e}{10} = \frac{17,36m}{10} = 1,736 \text{ m}$$

$$x(B) = e - \frac{e}{10} = 17,36m - \frac{17,36m}{10} = 15,624 \text{ m}$$

$$x(C) = d - e = 20m - 17,36m = 2,64 \text{ m}$$

Haciendo un esquema con los valores obtenidos, y la posición de los pórticos interiores se observa que cada uno de los pórticos y barras tendrán valores de carga distintos, en función de su posición.

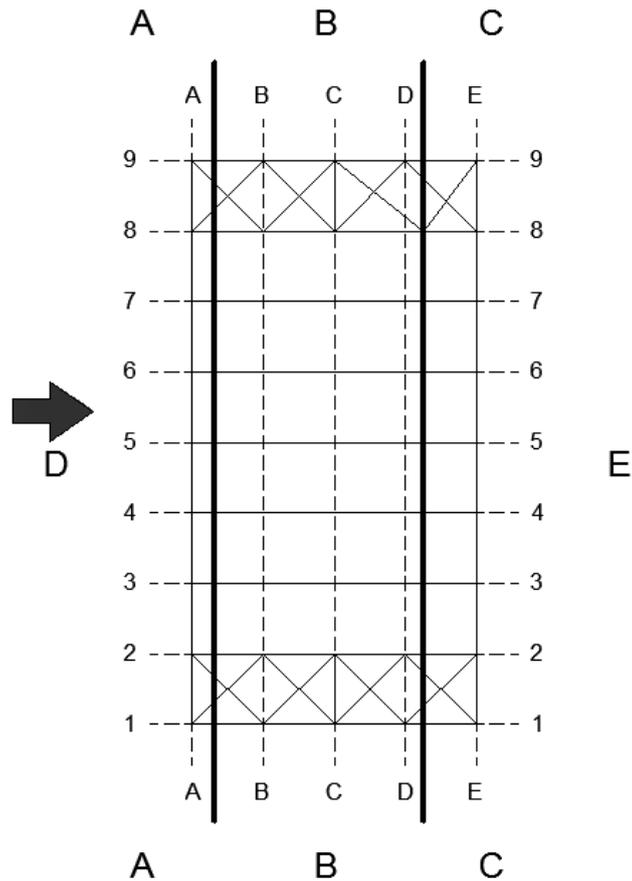


Figura 16. Posición de los pórticos interiores en los paramentos verticales.

### Superficie de cubierta

Una vez determinadas las cargas de viento en los pilares, se procede al cálculo de las mismas en las jácenas, para ello, se deben conocer los coeficientes eólicos de presión en cada una de las zonas de la cubierta, a través de la tabla D.6. del CTE DB SE-AE, para una cubierta de 15° de inclinación.



	F	G	H	I	J
<b>Cpe</b>	-0,9	-0,8	-0,3	-0,4	-1
<b>Q vl (kN/m2)</b>	-0,6426	-0,5712	-0,2142	-0,2856	-0,714
<b>Cpe</b>	0,2	0,2	0,2	0	0
<b>Q vl (kN/m2)</b>	0,1428	0,1428	0,1428	0	0

*Tabla 3. Resultados de las cargas superficiales en el caso del viento lateral*

El parámetro  $e$  para delimitar las zonas de la cubierta vale, en el caso del viento lateral:

$$e = \min(b, 2h) = \min(40, 17,36) = 17,36 \text{ m}$$

Y las profundidades de cada uno de esos tramos:

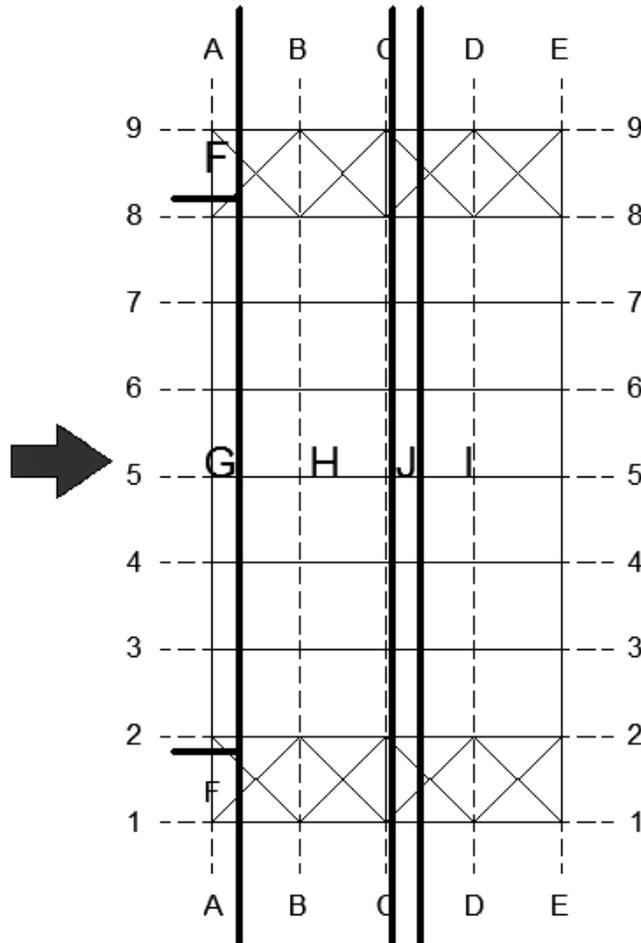
$$x(FG) = x(J) = \frac{e}{10} = 1,736 \text{ m}$$

$$x(H) = \frac{d}{2} - \frac{e}{10} = 8,264 \text{ m}$$

$$x(F) = \frac{e}{4} = 4,34 \text{ m}$$

$$x(G) = b - \frac{e}{2} = 31,32 \text{ m}$$

Haciendo un esquema con los valores obtenidos, y la posición de los pórticos interiores se observa que cada uno de los pórticos y barras tendrán valores de carga distintos, en función de su posición, algo que hay que compatibilizar con lo que ocurre en los pilares, puesto que las zonas A, B, C no tienen el mismo ancho que las F y G.



*Figura 17. Posición de los pórticos interiores en la superficie de cubierta*

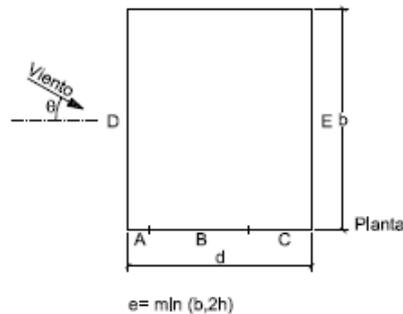
### 5.2.2.2. Viento frontal

Una vez calculado el viento lateral, se procede a realizar el cálculo en el plano ortogonal, al que se denomina viento frontal.

#### Paramentos verticales

En este caso se utiliza la misma tabla que en el caso anterior, la correspondiente a los parámetros verticales, con el matriz de que ahora la dimensión b es la luz del edificio (b=20m) y la dimensión d es la profundidad del mismo (d=40m). La esbeltez del edificio en el caso del viento frontal será:

$$\frac{h}{d} = \frac{8,68}{40} = 0,217 < 0,25$$



A (m <sup>2</sup> )	h/d	Zona (según figura), -45° < θ < 45°				
		A	B	C	D	E
≥ 10	5	-1,2	-0,8	-0,5	0,8	-0,7
	1	"	"	"	"	-0,5
	< 0,25	"	"		0,7	-0,3

Al ser menor de 0,25 los coeficientes eólicos de viento frontal sobre todas las superficies verticales se obtienen de forma directa de la tabla 4.

	A	B	C	D	E
$C_{pe} (h/d=0,41)$	-1,2	-0,8	-0,5	0,7235	-0,346
$Q_{vl} (kN/m^2)$	-0,8568	-0,5712	-0,357	0,5166	-0,247
	Fachadas Laterales			Fachadas Frontales	

*Tabla 4. Resultados de las cargas superficiales en el caso del viento frontal.*

La profundidad de las zonas A, B y C en las fachadas laterales depende de  $e$ , que en el caso del viento frontal será:

$$e = \min(b, 2h) = \min(20, 17,36) = 17,36 \text{ m}$$

Y las profundidades de cada uno de esos tramos:

$$x(A) = \frac{e}{10} = \frac{17,36\text{m}}{10} = 1,736 \text{ m}$$

$$x(B) = e - \frac{e}{10} = 17,36\text{m} - \frac{17,36\text{m}}{10} = 15,624 \text{ m}$$

$$x(C) = d - e = 40\text{m} - 17,36\text{m} = 22,64 \text{ m}$$

Haciendo un esquema con los valores obtenidos, y la posición de los pórticos interiores se observa que cada uno de los pórticos y barras tendrán valores de carga distintos, en función de su posición.

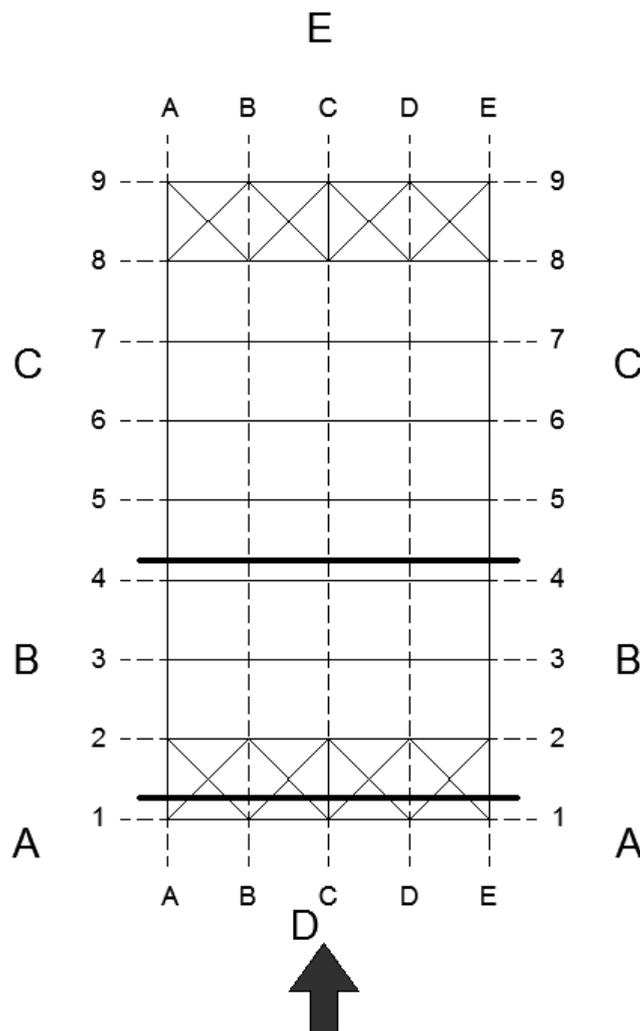
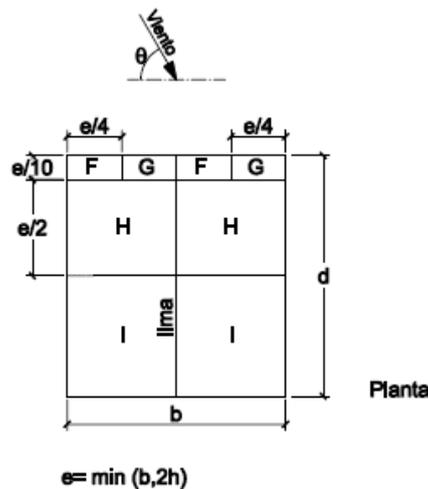


Figura 18. Posición de los pórticos interiores en los paramentos verticales

### Superficie de cubierta

Una vez determinadas las cargas de viento en los pilares, se procede al cálculo de las mismas en las jácenas, para ello, se deben conocer los coeficientes eólicos de presión en cada una de las zonas de la cubierta, a través de la tabla D.6. del CTE DB SE-AE, para una cubierta de 15° de inclinación.



Pendiente de la cubierta $\alpha$	A (m <sup>2</sup> )	Zona (según figura), $-45^\circ \leq \theta \leq 45^\circ$			
		F	G	H	I
-45°	$\geq 10$	-1,4	-1,2	-1,0	-0,9
	$\leq 1$	-2,0	-2,0	-1,3	-1,2
-30°	$\geq 10$	-1,5	-1,2	-1,0	-0,9
	$\leq 1$	-2,1	-2,0	-1,3	-1,2
-15°	$\geq 10$	-1,9	-1,2	-0,8	-0,8
	$\leq 1$	-2,5	-2,0	-1,2	-1,2
-5°	$\geq 10$	-1,8	-1,2	-0,7	-0,6
	$\leq 1$	-2,5	-2,0	-1,2	-1,2
5°	$\geq 10$	-1,6	-1,3	-0,7	-0,6
	$\leq 1$	-2,2	-2,0	-1,2	-0,6
15°	$\geq 10$	-1,3	-1,3	-0,6	-0,5
	$\leq 1$	-2,0	-2,0	-1,2	-0,5

En este caso, vamos a obtener la carga de viento frontal ( $Q_{VF}$ ) sobre las diferentes zonas de la cubierta en la tabla 5.

	F	G	H	I
Cpe	-1,3	-1,3	-0,6	-0,5
Q vI (kN/m <sup>2</sup> )	-0,928	-0,928	-0,428	-0,357

Tabla 5. Resultados de las cargas superficiales en el caso del viento frontal.

El parámetro e para delimitar las zonas de la cubierta vale, en el caso del viento lateral:

$$e = \min(b, 2h) = \min(40, 17,36) = 17,36 \text{ m}$$

Y las profundidades de cada uno de esos tramos:

$$x(FG) = x(J) = \frac{e}{10} = 1,736 \text{ m}$$

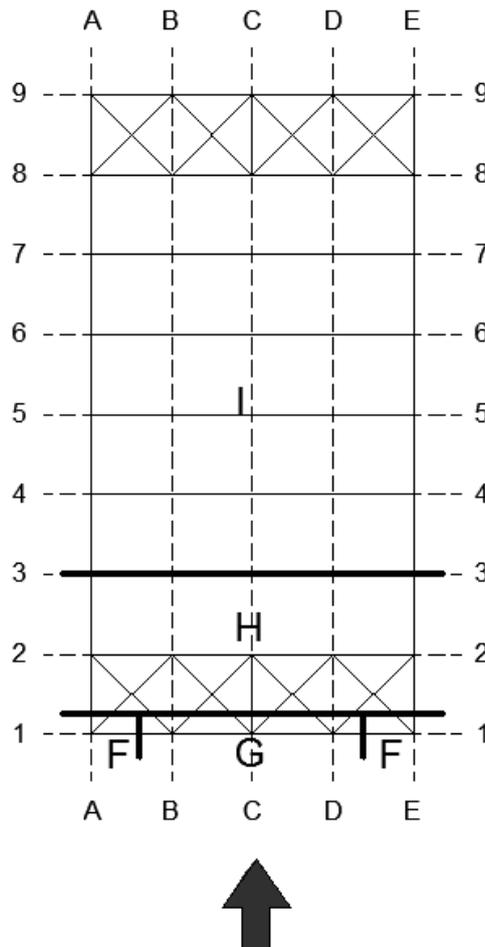
$$x(H) = \frac{e}{2} = 8,68 \text{ m}$$

$$x(I) = d - \frac{e}{10} - \frac{e}{2} = 29,584 \text{ m}$$

$$x(F) = \frac{e}{4} = 4,34 \text{ m}$$

$$x(G) = b - \frac{e}{2} = 11,32 \text{ m}$$

Haciendo un esquema con los valores obtenidos, y la posición de los pórticos interiores se observa que cada uno de los pórticos y barras tendrán valores de carga distintos, en función de su posición, algo que hay que compatibilizar con lo que ocurre en los pilares.



*Figura 19. Posición de los pórticos interiores en la superficie de cubierta*

### 5.2.3. Nieve

El cálculo de la acción de nieve sobre el edificio se realiza según lo establecido en el CTE DB SE AE.3.5 y en el anejo E de la misma norma.

Como valor característico de la carga de nieve por unidad de superficie en proyección horizontal ( $q_n$ ), debe tomarse:

$$q_{k,n} = \mu \times S_k$$

Donde:

- $\mu$  es el coeficiente de forma de la cubierta, según CTE DB SE AE 3.5.3.
- $S_k$  es el valor característico de la nieve según CTE DBSE AE 3.5.2.

#### Valor característico de la nieve ( $s_k$ )

El valor de la sobrecarga de nieve sobre un terreno horizontal,  $s_k$ , en las capitales de provincia y ciudades autónomas, puede tomarse de la tabla 3.8. El presente proyecto, a ubicar en el área metropolitana de Valencia, a una altitud topográfica 0.

**Por tanto el valor de  $s_k = 0,2 \text{ kN/m}^2$**

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

Capital	Altitud m	$s_k$ kN/m <sup>2</sup>	Capital	Altitud m	$s_k$ kN/m <sup>2</sup>	Capital	Altitud m	$s_k$ kN/m <sup>2</sup>
Albacete	690	0,6	Guadalajara	680	0,6	Pontevedra	0	0,3
Alicante / <i>Alacant</i>	0	0,2	Huelva	0	0,2	Salamanca	780	0,5
Almería	0	0,2	Huesca	470	0,7	SanSebastián/ <i>Donostia</i>	0	0,3
Ávila	1.130	1,0	Jaén	570	0,4	Santander	0	0,3
Badajoz	180	0,2	León	820	1,2	Segovia	1.000	0,7
Barcelona	0	0,4	Lérida / <i>Lleida</i>	150	0,5	Sevilla	10	0,2
Bilbao / <i>Bilbo</i>	0	0,3	Logroño	380	0,6	Soria	1.090	0,9
Burgos	860	0,6	Lugo	470	0,6	Tarragona	0	0,4
Cáceres	440	0,4	Madrid	660	0,7	Tenerife	0	0,2
Cádiz	0	0,4	Málaga	0	0,2	Teruel	950	0,9
Castellón	0	0,2	Murcia	0	0,2	Toledo	550	0,5
Ciudad Real	640	0,2	Orense / <i>Ourense</i>	40	0,2	Valladolid	0	0,2
Córdoba	100	0,6	Oviedo	130	0,4	Vitoria / <i>Gasteiz</i>	520	0,7
Coruña / <i>A Coruña</i>	100	0,2	Palencia	230	0,5	Zamora	650	0,4
Cuenca	0	0,2	Palma de Mallorca	740	0,4	Zaragoza	210	0,5
Gerona / <i>Girona</i>	2.010	0,3	Palmas, Las	0	0,2	Ceuta y Melilla	0	0,2
Granada	70	1,0	Pamplona/ <i>Iruña</i>	0	0,2			
	690	0,4		450	0,7			
		0,5						

### Coefficiente de forma $\mu$

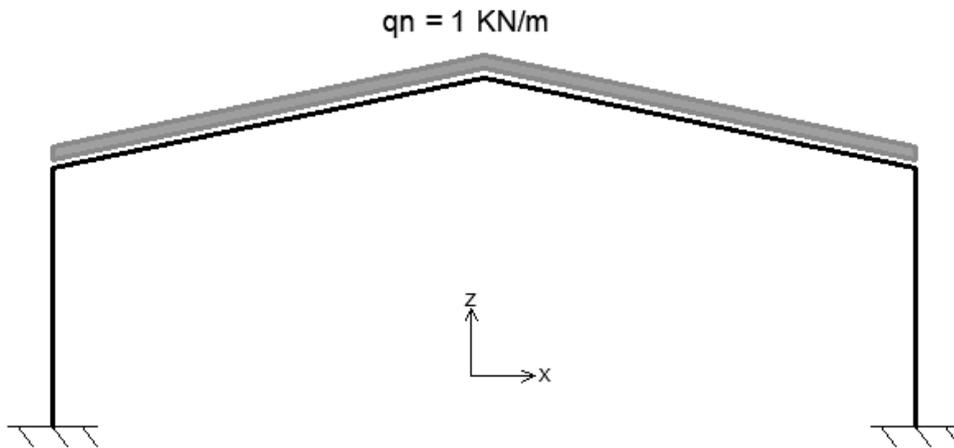
Al tener la cubierta una inclinación menor de  $30^\circ$ , el coeficiente de forma ( $\mu$ ) según el CTE DB SE-AE.3.5.3. será igual a la unidad (no se produce la descarga de la nieve sobre el terreno, pues la inclinación es pequeña). Por tanto, la carga superficial de nieve sobre la cubierta será:

$$Q_N = \mu \times s_k = 1 \times 0,2 = 0,2 \text{ kN/m}^2$$

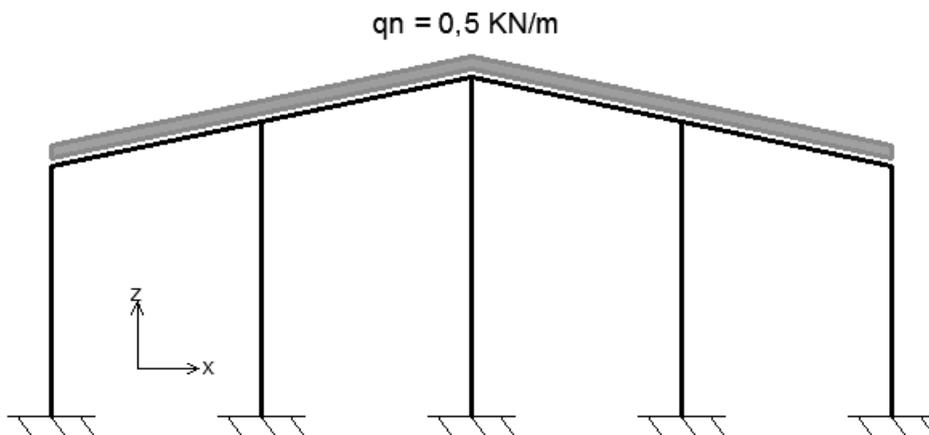
Y las cargas sobre los pórticos interiores y de fachada serán:

$$q_{n,int} = Q_N \cdot s = 0,2 \cdot 5 = 1 \text{ KN/m}$$

$$q_{n,fach} = Q_N \cdot s = 0,2 \cdot 2,5 = 0,5 \text{ KN/m}$$



*Figura 20. Carga sobre los pórticos interiores.*



*Figura 21. Carga sobre el pórtico de fachada.*

#### **5.2.4. Acciones Térmicas**

Hay que considerar lo establecido en el CTE DB SE-AE 3.4 en lo relativo a las acciones térmicas. Los edificios y sus elementos están sometidos a deformaciones y cambios geométricos debidos a las variaciones de la temperatura ambiente exterior. La magnitud de las mismas depende de las condiciones climáticas del lugar, la orientación y de la exposición del edificio, las características de los materiales constructivos y de los acabados.

Las variaciones de la temperatura en el edificio conducen a deformaciones de todos los elementos constructivos, en particular, los estructurales, que, en los casos en los que estén impedidas, producen tensiones en los elementos afectados.

La disposición de juntas de dilatación puede contribuir a disminuir los efectos de las variaciones de la temperatura. En edificios habituales con elementos estructurales de hormigón o de acero, pueden no considerarse las acciones térmicas cuando se dispongan juntas de dilatación de forma que no existan elementos continuos de más de 40 m de longitud.

En el caso del edificio que se está calculando, **la mayor dimensión** (la profundidad del mismo) **es de 40 metros, por tanto no es necesario incluir ninguna junta de dilatación adicional, ni es necesario realizar el cálculo de la acción térmica.**

### 5.3. Acciones Accidentales

#### 5.3.1. Sismo

Las acciones sísmicas se determinan de acuerdo con la norma NSCE-02: Norma de construcciones sismorresistente.

Este edificio, de importancia normal, está situado en el área metropolitana de Valencia, por tanto, según el anexo 1 de la norma tiene una aceleración básica  $a_b=0,06 \cdot g$  asociada a una peligrosidad sísmica con la probabilidad de excedencia del 10% en 50 años.



Figura 22. Mapa sísmico de la norma sismorresistente

En la NCSE-02 1.2.3, excluye la aplicación de la misma: “En las construcciones de importancia normal con pórticos bien arriostrados entre sí en todas las direcciones cuando la aceleración sísmica básica  $a_b$  sea inferior a  $0,08 \cdot g$ ”.

Para ello sería necesario establecer un sistema de arriostramientos eficaz en las dos direcciones, lo que llevaría a empelar cruces en los dos planos, sin embargo, en este caso, y para **simplificar el cálculo no se va a considerar la acción de sismo.**

### 5.3.2. Fuego

El efecto de la acción del fuego en situación accidental de incendio está definida en el CTE DB-SI y en el RSCIEI (Reglamento de Seguridad Contra Incendios en los Establecimientos Industriales) así como en la EAE y en el EC3-parte 1.2.

La resistencia de fuego exigible se determina en base al RSCIEI y el CTE y la comprobación de la seguridad se realiza de acuerdo con el CTE, determinado las propiedades de los materiales y la resistencia.

**Al tratarse de una nave industrial sin uso específico, en este ejemplo, no se realizará el cálculo de la acción de incendio.**

## 6. Combinaciones de acciones

Hay que considerar combinadas todas ellas para garantizar el cumplimiento de las diferentes exigencias básicas fijadas por el CTE. Para las distintas situaciones de proyecto, las combinaciones de acciones se definirán de acuerdo con los siguientes criterios:

### - Estado Límite Últimos (E.L.U.):

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

Hay que determinar el cumplimiento de requisitos de resistencia de las barras, se deben considerar las combinaciones de acciones en las situaciones persistentes.

### ➤ Estado Límite de Servicio (E.L.S.):

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

Hay que determinar el cumplimiento de requisitos de deformaciones de las barras, se deben considerar distintos tipos de combinaciones de acciones.

Donde:

- $G_k$  Acción permanente
- $Q_k$  Acción variable
- $g_G$  Coeficiente parcial de seguridad de las acciones permanentes
- $g_{Q,1}$  Coeficiente parcial de seguridad de la acción variable principal
- $g_{Q,i}$  Coeficiente parcial de seguridad de las acciones variables de acompañamiento
- $\gamma_{p,1}$  Coeficiente de combinación de la acción variable principal
- $\gamma_{a,i}$  Coeficiente de combinación de las acciones variables de acompañamiento

Las combinaciones de acciones para el presente proyecto las tenemos determinadas en la siguiente tabla para los estados límite de últimos (ELU) y los estados límite de servicio (ELS). Se han determinado 11 combinaciones y no todas las combinaciones posibles.

■ Nombres de las hipótesis

- G Carga permanente
- Q Sobrecarga de uso
- VSa Viento Succión Caso A
- VPa Viento Presión Caso A
- VSb Viento Succión Caso B
- VPb Viento Presión Caso B

	Estados Límite Últimos	Estados Límite de Servicio
1º	$1,35 \cdot G$	G
2º	$1,35 \cdot G + 1,5 \cdot N$	G + N
3º	$1,35 \cdot G + 1,5 Q$	G + Q
4º	$1,35 \cdot G + 1,5 VSa$	G + VSa
5º	$1,35 \cdot G + 1,5 VPa$	$1,35 \cdot G + 1,5 VPa$
6º	$1,35 \cdot G + 1,5 VSa + 1,5 \cdot 0,6 \cdot N$	G + VSa + 0,6 · N
7º	$1,35 \cdot G + 1,5 VPa + 1,5 \cdot 0,6 \cdot N$	G + VPa + 0,6 · N
8º	$1,35 \cdot G + 1,5 VSb$	G + VSb
9º	$1,35 \cdot G + 1,5 VPb$	$1,35 \cdot G + 1,5 VPb$
10º	$1,35 \cdot G + 1,5 VSb + 1,5 \cdot 0,6 \cdot N$	G + VSb + 0,6 · N
11º	$1,35 \cdot G + 1,5 VPb + 1,5 \cdot 0,6 \cdot N$	G + VPb + 0,6 · N

## 7. Determinación de esfuerzos

Una vez definida la geometría de los pórticos interiores, los materiales y secciones a considerar, las acciones actuantes sobre los mismos y las combinaciones de las mismas a realizar, se obtienen los esfuerzos y deformaciones para los elementos del pórtico mediante un programa de CYPE METAL 3D.

Se introducen todos los elementos del pórtico interior (geometría, materiales, cargas y combinaciones), y se obtienen los listados de las sollicitaciones a los que se ve sometida la estructura para cada una de las combinaciones de cálculo.

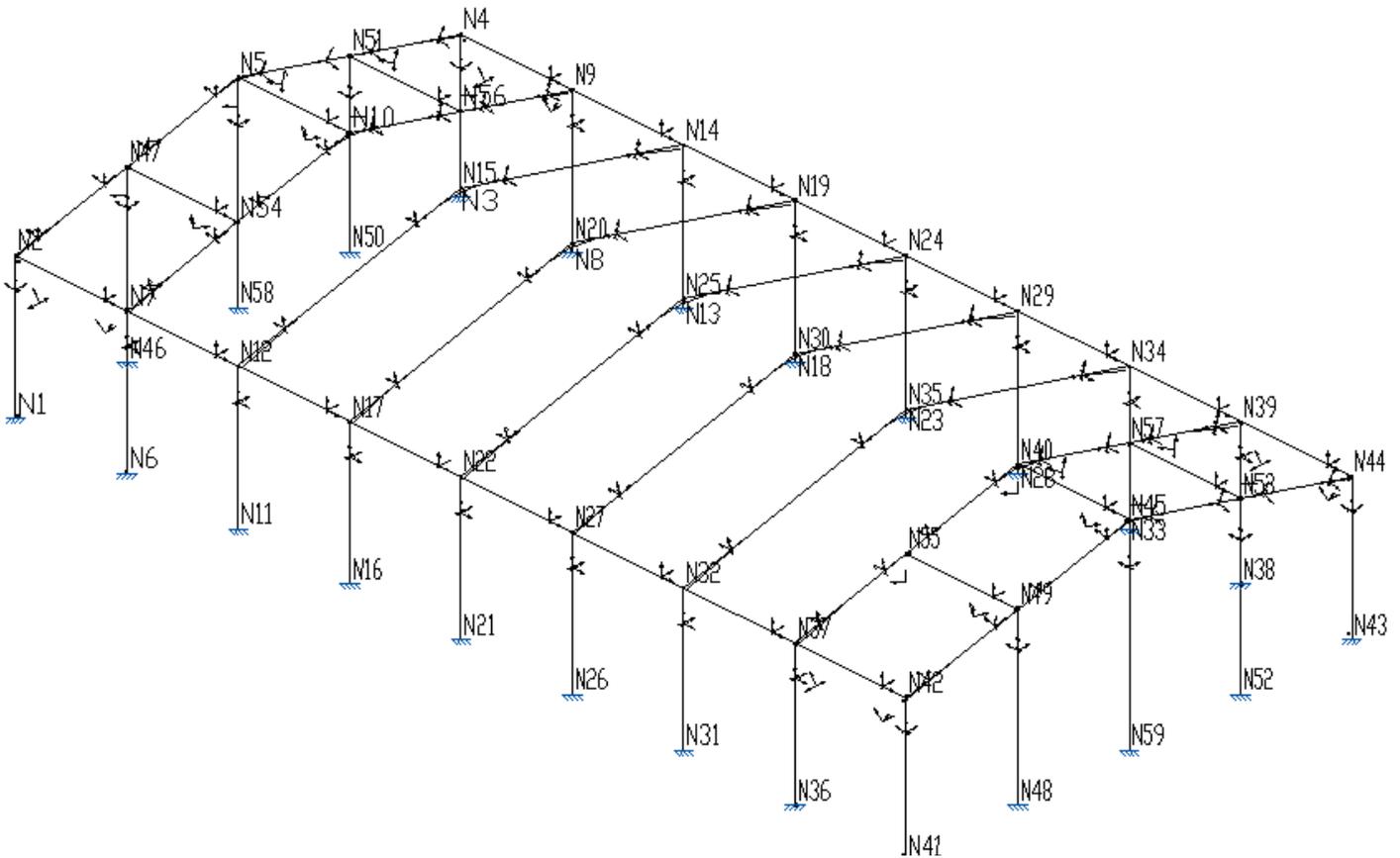
Los resultados obtenidos del programa CYPE 3D son listados de:

- Esfuerzos de las barras.
- Reacciones en los nudos.
- Combinaciones de acciones.
- Deformaciones de nudos.
- Dimensionado de los pilares.
- Dimensionado de la vigas.
- Dimensionado de las placas de anclaje.
- Dimensionado de cimentaciones.

**No se adjuntan completos en este proyecto**, pues resultan excesivamente largos. **Por tanto en el cálculo de cada elemento se destacarán las combinaciones y esfuerzos desfavorables que resultan dimensionantes.**

Tras la combinación de la estructura en el CYPE METAL 3D obtenemos los esfuerzos más desfavorables en los elementos constructivos, además de sus correspondientes deformaciones.

Los números de nudos y de barras introducidos en el CYPE METAL 3D, se muestran en la siguiente figura, datos que serán necesarios para interpretar los resultados que se van a mostrar en puntos.

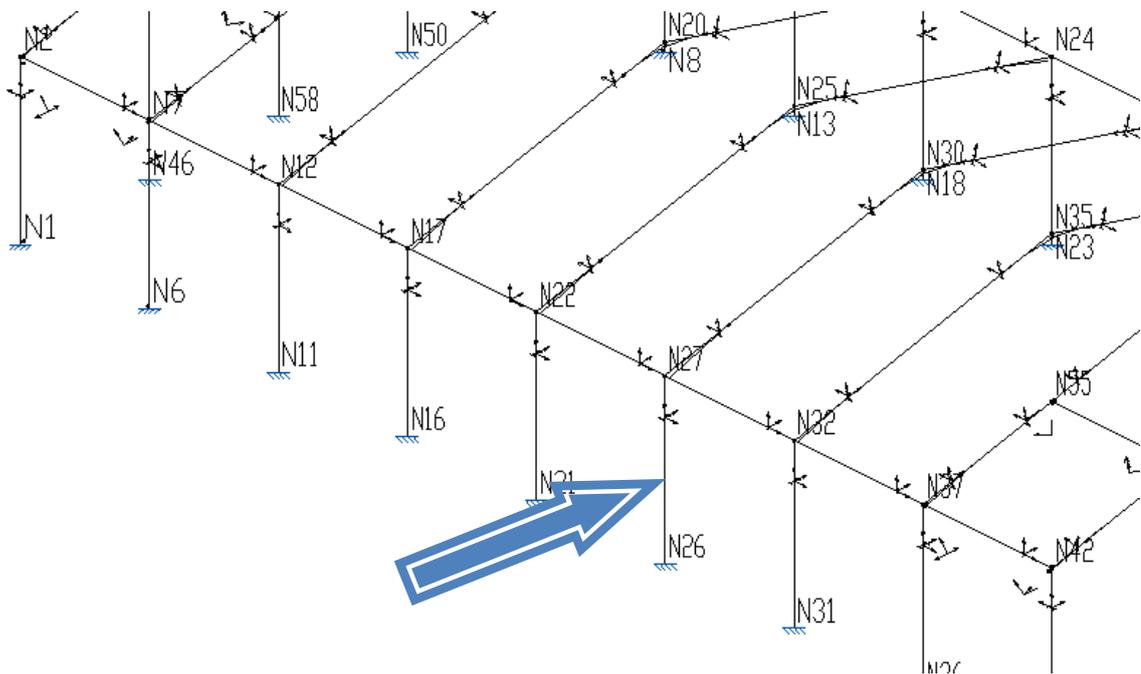


Vamos a realizar las comprobaciones de los diferentes elementos, comprobaremos que los perfiles estimados para cada uno de los elementos sean los correctos según los dimensionados de los pilares, vigas, placas de anclaje y cimentaciones.

## 8. Dimensionado de pilares y vigas

### 8.1. Comprobación de los pilares de 6m

Vamos a comprobar que el pilar con mayores esfuerzos en esta situación es el correspondiente a la barra N26-N27 de la estructura, la cual se muestra a continuación:



Se han obtenido los esfuerzos de esta barra indicada del CYPE METAL 3D:

$$\begin{aligned} M_y &= 161,15 \text{ kN}\cdot\text{m} & M_z &= 0 \text{ kN}\cdot\text{m} \\ V_y &= 0 \text{ kN} & V_z &= -64,2 \text{ kN} \\ N &= -56,7 \text{ kN} & T &= 0 \text{ kN}\cdot\text{m} \end{aligned}$$

#### 8.1.1. Comprobación de los ELU

##### Comprobación por resistencia

Vamos a comprobar la resistencia para que el perfil sea valido tiene que cumplir con la condición de resistencia.

$$W_{el,y} \geq \frac{M_{y,ed}}{f_{yd}} = \frac{161,15 \cdot 10^6 \text{ N} \cdot \text{mm}}{262 \text{ Mpa}} = 615,1 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

Mediante el catalogo de perfiles, hay que seleccionar el siguiente perfil con este modulo resistente mínimo:

### IPE-330

Datos del perfil IPE-330:

$$W_{el,y} = 713 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$W_{el,z} = 98,52 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$I_y = 11.767 \cdot 10^4 \text{ mm}^4$$

$$I_z = 788 \cdot 10^4 \text{ mm}^4$$

$$i_y = 137 \text{ mm}$$

$$i_z = 35,48 \text{ mm}$$

$$A_{vz} = 3.081,39 \text{ mm}^2$$

$$A = 6.261,14 \text{ mm}^2$$

En la condición de resistencia se debe cumplir la siguiente expresión:

$$\sigma = \frac{N_{ed}}{A} + \frac{M_{yed}}{W_{ely}} = \frac{56,7 \cdot 10^3}{6261,14} + \frac{161,15 \cdot 10^6}{713 \cdot 10^3} = 235 \text{ MPa}$$

$$\tau_{xz} = \frac{V_z}{A_{vz}} = \frac{64,2 \cdot 10^3}{3081,39} = 20,84 \text{ Mpa}$$

$$SVM = \sqrt{\sigma^2 + 3 \cdot \tau_{xz}^2} = \sqrt{235^2 + 3 \cdot 20,84^2} = 237,8 \text{ MPa} < 261,9 \text{ Mpa}$$

### CUMPLE POR RESISTENCIA

#### Comprobación por radio de giro

El coeficiente  $\beta$  de pandeo se ha obtenido de la siguiente tabla:

Columna articulada-articulada	Columna empotrada-articulada	Columna empotrada-empotrada	Columna empotrada-libre
$L_e = L$	$L_e = 0.699L$	$L_e = 0.5L$	$L_e = 2L$
$K = 1$	$K = 0.699$	$K = 0.5$	$K = 2$

$$L_{ky} = \beta \cdot l = 2 \cdot 6 = 12 \text{ m}$$

$$L_{kz} = \beta \cdot l = 0,7 \cdot 6 = 4,2 \text{ m}$$

$$i_y \geq \frac{L_{ky}}{2 \cdot \pi} \cdot \sqrt{\frac{f_y}{E}} = \frac{12000}{2 \cdot \pi} \cdot \sqrt{\frac{275}{210000}} = 69,12 \text{ mm} \leq 137 \text{ mm}$$

$$i_y \geq \frac{L_{ky}}{2 \cdot \pi} \cdot \sqrt{\frac{f_y}{E}} = \frac{4200}{2 \cdot \pi} \cdot \sqrt{\frac{275}{210000}} = 24,19 \text{ mm} \leq 35,48 \text{ mm}$$

## CUMPLE POR RADIO DE GIRO

### Comprobación por pandeo

Vamos a comprobar el pilar a pandeo según EAE 2011, concretamente en su apartado 35.2.2.1., se debe cumplir la siguiente inecuación:

$$\frac{N_{ed}}{\chi \cdot f_{yd} \cdot A} + \frac{1}{1 - \frac{(\chi_{LT} \cdot N_{ed})}{N_{cri_y}}} \cdot \frac{C_{my} \cdot M_{y,ed}}{W_{el,y} \cdot f_{yd}} + \frac{1}{1 - \frac{N_{ed}}{N_{cri_z}}} \cdot \frac{C_{mz} \cdot M_{z,ed}}{W_{el,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

Siendo:

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

Según la norma para secciones no susceptibles a deformación por torsión, dicho coeficiente es igual a la unidad.

No obstante, debido a que momento torsor en los pilares se considera despreciable, consideramos a efectos de cálculo que el coeficiente de reducción por pandeo lateral es igual a 1.

$$\chi_{LT} = 1$$

- $C_{my}$  y  $C_{mz}$  : Coeficientes que tienen en cuenta la distribución de momentos flectores según los dos ejes principales de flexión. Los cuales quedan definidos por la siguiente ecuación:

$$C_m = 0,6 + 0,4 \cdot \left( \frac{M_{ed,min}}{M_{ed,max}} \right) \geq 0,4$$

No obstante, para elementos sometidos a cargas transversales, perpendiculares a su directriz, o para pilares de recuadros traslacionales, puede utilizarse la expresión anterior recogida en estos comentarios, adoptando entonces  $C_m = 1$ .

- $N_{cri,y}$  y  $N_{cri,z}$  : Esfuerzos axiles críticos elásticos para el pandeo por flexión en los respectivos planos de pandeo considerados.

Puesto que en nuestro pilar en estudio el momento en el eje z lo consideramos despreciable, la ecuación quedará simplificada de la siguiente forma:

$$\frac{N_{ed}}{\chi \cdot f_{yd} \cdot A} + \frac{1}{1 - \frac{N_{ed}}{N_{cri,y}}} \cdot \frac{C_{my} \cdot M_{y,ed}}{W_{el,y} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

### Carga crítica:

Vamos a calcular la carga en ambas direcciones, tanto en el plano del pórtico como el perpendicular al mismo.

$$N_{cri,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{ky}^2} = \frac{\pi^2 \cdot 210000 \cdot 11767 \cdot 10^4}{12000^2} = 1693,64 \text{ KN}$$

$$N_{cri,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{kz}^2} = \frac{\pi^2 \cdot 210000 \cdot 788 \cdot 10^4}{4200^2} = 925,86 \text{ KN}$$

### Esbeltez reducida:

$$\lambda_y = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cri,y}}} = \sqrt{\frac{6261,14 \cdot 275}{1693,64 \cdot 10^3}} = 1,01 \leq 2$$

$$\lambda_z = \sqrt{\frac{A \cdot f_{yd}}{N_{cri,z}}} = \sqrt{\frac{6261,14 \cdot 261,9}{925,86}} = 1,36 \leq 2$$

### CUMPLE

Para el cálculo del pandeo tomaremos la esbeltez reducida en la dirección y, puesto que genera un caso más desfavorable, así que asumimos que:

$$\lambda_y = \lambda$$

Factor de reducción por pandeo:

$$\lambda = 1,36$$

El coeficiente de imperfección  $\alpha$  lo obtenemos de las siguientes obtenidas de la norma de acero EAE 2011 y las cuales se corresponden a las tablas 35.1.2.b y 35.1.2.a respectivamente de la citada norma.

Sabiendo:

- $t_f < 40 \text{ mm}$
- Pandeo se produce en el eje y-y.
- $\frac{h}{b} = 1 < 1,2$
- Acero utilizado S-275.

El valor del coeficiente de imperfección  $\alpha$  para cada una de las curvas de pandeo se obtendrá de la tabla 35.1.2.a.

**Tabla 35.1.2.a**  
Valores del coeficiente de imperfección

Curva de pandeo	$a_0$	a	b	c	d
Coefficiente de imperfección $\alpha$	0,13	0,21	0,34	0,49	0,76

La elección de la curva de pandeo para cada sección transversal se obtendrá de la tabla 35.1.2.b.

**Tabla 35.1.2.b**  
Elección de las curvas de pandeo

Sección transversal	Límites	Pandeo alrededor del eje	Curva de pandeo	
			S 235 S 275 S 355 S 420	S 460
Secciones de perfiles laminados 	$h/b > 1,2$	$t_f \leq 40 \text{ mm}$ $40 \text{ mm} < t_f \leq 100 \text{ mm}$	Y-Y	a
			Z-Z	b
	$h/b \leq 1,2$	$t_f \leq 100 \text{ mm}$ $t_f > 100 \text{ mm}$	Y-Y	b
			Z-Z	c
Secciones de vigas en I armadas soldadas 	$t_f \leq 40 \text{ mm}$	Y-Y	b	
	$t_f > 40 \text{ mm}$	Z-Z	c	
Secciones de perfiles huecos 	Acabados en caliente	Cualquiera	a	
	Conformados en frío	Cualquiera	c	

El valor del coeficiente de imperfección  $\alpha$ :

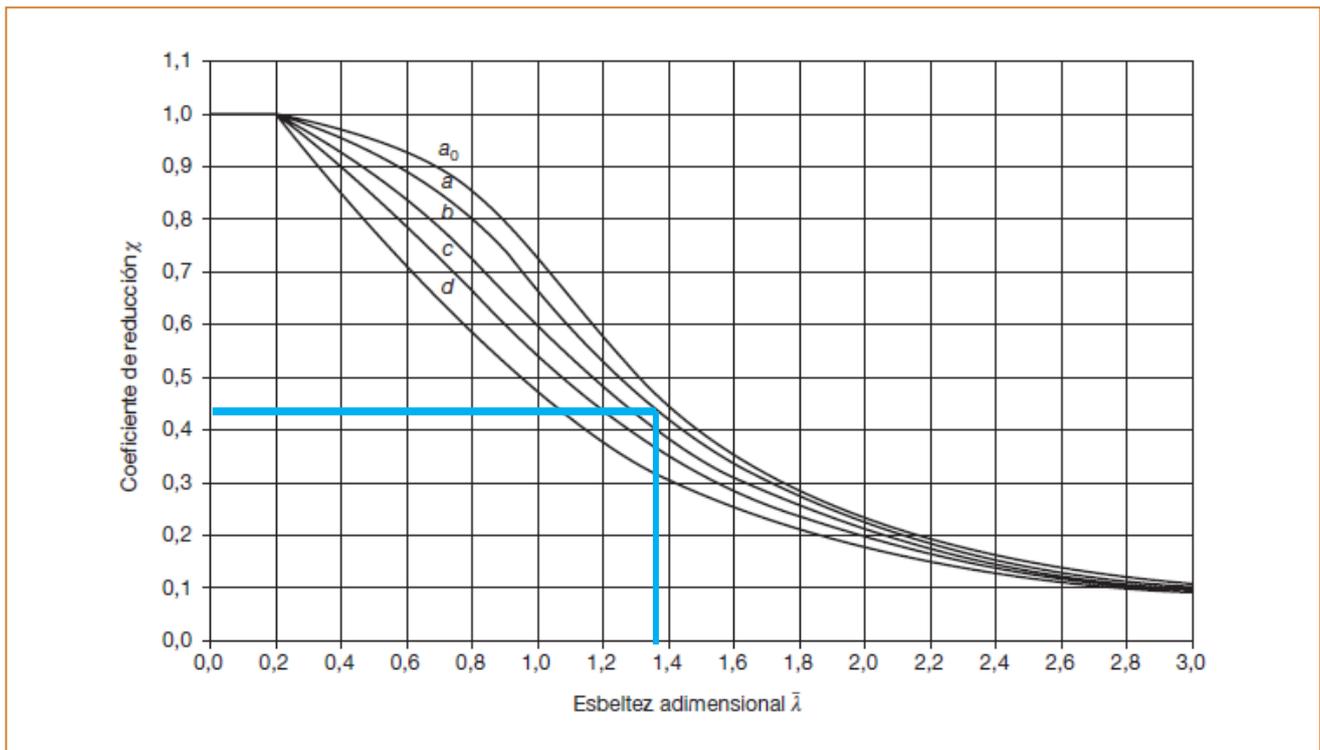
$$\alpha = 0,21$$

Obtenemos:

$$\phi = 0,5 \cdot [1 + \alpha \cdot (\lambda - 0,2) + \lambda^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,21 \cdot (1,36 - 0,2) + 1,36^2] = 1,55$$

$$\chi = \frac{1}{\phi + \sqrt{\phi^2 - \lambda^2}} = \frac{1}{1,55 + \sqrt{1,55^2 - 1,36^2}} = 0,436$$

Dicho valor lo también podemos obtener gráficamente, conociendo la esbeltez reducida y la curva de pandeo:



Factor de reducción por pandeo:

$$\lambda \cong 1,36$$

Comprobamos:

$$\begin{aligned} & \frac{N_{ed}}{\chi \cdot f_{yd} \cdot A} + \frac{1}{1 - \frac{N_{ed}}{N_{cr1y}}} \cdot \frac{C_{my} \cdot M_{y,ed}}{W_{el,y} \cdot f_{yd}} \\ &= \frac{56,7 \cdot 10^3}{0,436 \cdot 261,9 \cdot 6261,14} + \frac{1}{1 - \frac{56,7 \cdot 10^3}{1693,64 \cdot 10^3}} \cdot \frac{1 \cdot 161,15 \cdot 10^6}{713 \cdot 10^3 \cdot 261,9} \\ &= 0,972 \leq 1 \end{aligned}$$

$$0,972 \leq 1$$

## CUMPLE POR PANDEO

### 8.1.2. Comprobación de los ELS

Vamos a comprobar que el desplome del pilar cumple con la condición de deformación.

Para ello el desplome máximo del pilar debe ser menor o igual a  $L/250$  de la altura del mismo para la combinación de cargas correspondiente, es decir:

$$\text{Desplome máximo} = \frac{L}{250} = \frac{6}{250} = 0,024 \text{ m}$$

Las deformaciones obtenidas en el CYPE METAL 3D de pilar para el más desfavorable:

$$f_i = 8,14 \text{ mm} < 24 \text{ mm}$$

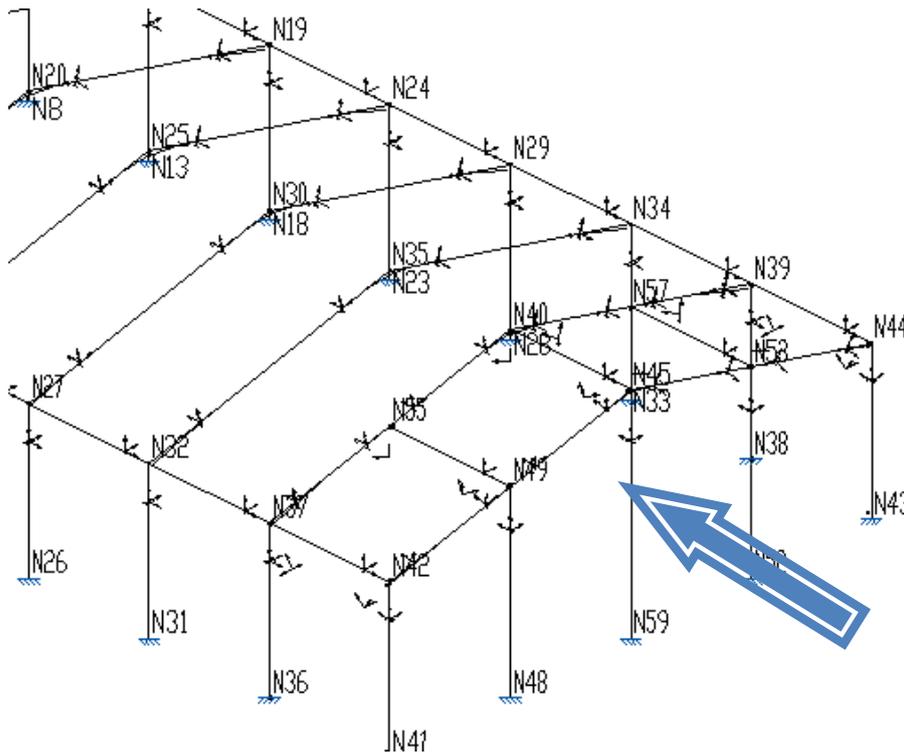
## CUMPLE POR DEFORMACIÓN

Por tanto, elegimos definitivamente para los pilares de 6 m:

**PERFIL IPE-330**

## 8.2. Pilar de 8,68 m

Vamos a comprobar que el pilar con mayores esfuerzos en esta situación es el correspondiente a la barra N26-N27 de la estructura, la cual se muestra a continuación:



Se han obtenido los esfuerzos de esta barra indicada del CYPE METAL 3D:

$$M_y = -156,1 \text{ kN}\cdot\text{m} \qquad M_z = 251,6 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$V_y = -15,2 \text{ kN} \qquad V_z = 94,2 \text{ kN}$$

$$N = -128,6 \text{ kN} \qquad T = 0 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

### 8.2.1. Comprobación de los ELU

#### Comprobación por resistencia

Vamos a comprobar la resistencia para que el perfil sea valido tiene que cumplir con la condición de resistencia.

$$W_{el,y} \geq \frac{M_{y,ed}}{f_{yd}} = \frac{215,6 \cdot 10^6 \text{ N} \cdot \text{mm}}{262 \text{ Mpa}} = 822,9 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

Mediante el catalogo de perfiles, hay que seleccionar el siguiente perfil con este modulo resistente mínimo:

## IPE-400

Datos del perfil IPE-400:

$$\begin{aligned}W_{el,y} &= 1.160 \cdot 10^3 \text{ mm}^3 & W_{el,z} &= 146 \cdot 10^3 \text{ mm}^3 \\I_y &= 23130 \cdot 10^4 \text{ mm}^4 & I_z &= 1.318 \cdot 10^4 \text{ mm}^4 \\i_y &= 166 \text{ mm} & i_z &= 39,5 \text{ mm} \\A_{vz} &= 4.270 \text{ mm}^2 & A &= 8450 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

En la condición de resistencia se debe cumplir la siguiente expresión:

$$\sigma = \frac{N_{ed}}{A} + \frac{M_{yed}}{W_{ely}} = \frac{128,6 \cdot 10^3}{8450} + \frac{251,6 \cdot 10^6}{1160 \cdot 10^3} = 232,11 \text{ MPa}$$

$$\tau_{xz} = \frac{V_z}{A_{vz}} = \frac{94,2 \cdot 10^3}{4.270} = 22,06 \text{ Mpa}$$

$$SVM = \sqrt{\sigma^2 + 3 \cdot \tau_{xz}^2} = \sqrt{232,11^2 + 3 \cdot 22,06^2} = 235,24 \text{ MPa} < 261,9 \text{ Mpa}$$

## CUMPLE POR RESISTENCIA

### Comprobación por radio de giro

El coeficiente  $\beta$  de pandeo se ha obtenido de la siguiente tabla:

$$L_{ky} = \beta \cdot l = 2 \cdot 8,68 = 17,36 \text{ m}$$

$$L_{kz} = \beta \cdot l = 0,7 \cdot 8,68 = 6,1 \text{ m}$$

$$i_y \geq \frac{L_{ky}}{2 \cdot \pi} \cdot \sqrt{\frac{f_y}{E}} = \frac{17360}{2 \cdot \pi} \cdot \sqrt{\frac{275}{210000}} = 99,98 \text{ mm} \leq 137 \text{ mm}$$

$$i_y \geq \frac{L_{ky}}{2 \cdot \pi} \cdot \sqrt{\frac{f_y}{E}} = \frac{6100}{2 \cdot \pi} \cdot \sqrt{\frac{275}{210000}} = 35,13 \text{ mm} \leq 35,48 \text{ mm}$$

## CUMPLE POR RADIO DE GIRO

### Comprobación por pandeo

#### Carga crítica:

Vamos a calcular la carga en ambas direcciones, tanto en el plano del pórtico como el perpendicular al mismo.

$$N_{cri,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{ky}^2} = \frac{\pi^2 \cdot 210000 \cdot 23130 \cdot 10^4}{17360^2} = 1.590,72 \text{ KN}$$

$$N_{cri,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{kz}^2} = \frac{\pi^2 \cdot 210000 \cdot 1.318 \cdot 10^4}{6100^2} = 734,13 \text{ KN}$$

#### Esbeltez reducida:

$$\lambda_y = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cri,y}}} = \sqrt{\frac{8450 \cdot 275}{1.590,72 \cdot 10^3}} = 1,2 \leq 2$$

$$\lambda_z = \sqrt{\frac{A \cdot f_{yd}}{N_{cri,z}}} = \sqrt{\frac{8450 \cdot 261,9}{734,13 \cdot 10}} = 1,78 \leq 2$$

### CUMPLE

Para el cálculo del pandeo tomaremos la esbeltez reducida en la dirección y, puesto que genera un caso más desfavorable, así que asumimos que:

$$\lambda_y = \lambda$$

Factor de reducción por pandeo:

$$\lambda = 1,78$$

El valor del coeficiente de imperfección  $\alpha$ :

$$\alpha = 0,21$$

Obtenemos:

$$\phi = 0,5 \cdot [1 + \alpha \cdot (\lambda - 0,2) + \lambda^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,21 \cdot (1,78 - 0,2) + 1,78^2] = 2,25$$

$$\chi = \frac{1}{\phi + \sqrt{\phi^2 - \lambda^2}} = \frac{1}{2,25 + \sqrt{2,25^2 - 1,78^2}} = 0,275$$

Comprobamos:

$$\frac{N_{ed}}{\chi \cdot f_{yd} \cdot A} + \frac{1}{1 - \frac{N_{ed}}{N_{cri,y}}} \cdot \frac{C_{my} \cdot M_{y,ed}}{W_{el,y} \cdot f_{yd}}$$
$$= \frac{128,6 \cdot 10^3}{0,275 \cdot 261,9 \cdot 8450} + \frac{1}{1 - \frac{128,6 \cdot 10^3}{1590,72 \cdot 10^3}} \cdot \frac{251,6 \cdot 10^6}{1160 \cdot 10^3 \cdot 261,9} = 0,97 \leq 1$$
$$0,951 \leq 1$$

## CUMPLE POR PANDEO

### 8.2.2. Comprobación de los ELS

Vamos a comprobar que el desplome del pilar cumple con la condición de deformación.

Para ello el desplome máximo del pilar debe ser menor o igual a L/250 de la altura del mismo para la combinación de cargas correspondiente, es decir:

$$\text{Desplome máximo} = \frac{L}{250} = \frac{8,68}{250} = 0,03472 \text{ m}$$

Las deformaciones obtenidas en el CYPE METAL 3D de pilar para el más desfavorable:

$$f_i = 18,14 \text{ mm} < 34,7 \text{ mm}$$

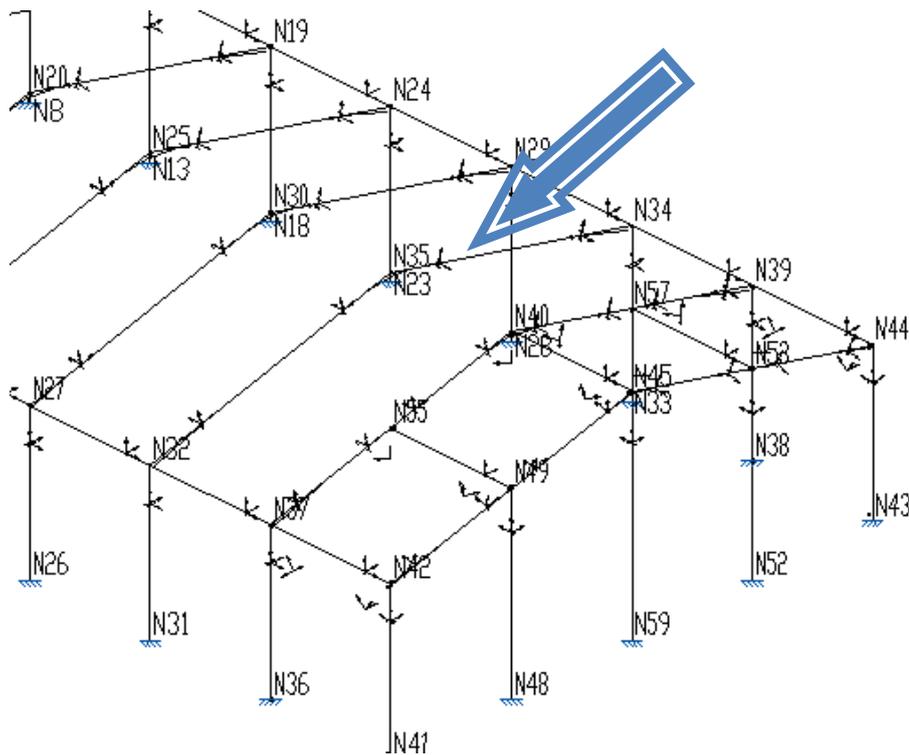
## CUMPLE POR DEFORMACIÓN

Por tanto, elegimos definitivamente para los pilares de 6 m:

**PERFIL IPE-400**

### 8.3. Comprobación de las vigas

Vamos a comprobar que las vigas de 10,35 m con mayores esfuerzos en esta situación es el correspondiente a la barra N34-N35 de la estructura, la cual se muestra a continuación:



Se han obtenido los esfuerzos de esta barra indicada del CYPE METAL 3D:

$$M_y = -96,39 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_z = 0 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$V_y = 0 \text{ kN}$$

$$V_z = -75,8 \text{ kN}$$

$$N = -12,3 \text{ kN}$$

$$T = 0 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

### 8.3.1. Comprobación de los ELU

Debemos hacer el cálculo de predimensionado para que cumpla el perfil en la condición de resistencia.

$$W_{el,y} \geq \frac{M_{y,ed}}{f_{yd}} = \frac{96,39 \cdot 10^6 N \cdot mm}{262 Mpa} = 367,9 \cdot 10^3 mm^3$$

Mediante el catalogo de perfiles, hay que seleccionar el siguiente perfil con este modulo resistente mínimo:

#### **IPE-240**

Datos del perfil IPE-270:

$$W_{el,y} = 324 \cdot 10^3 mm^3$$

$$W_{el,z} = 47,3 \cdot 10^3 mm^3$$

$$I_y = 3892 \cdot 10^4 mm^4$$

$$I_z = 284 \cdot 10^4 mm^4$$

$$i_y = 99,7 mm$$

$$i_z = 26,9 mm$$

$$A_{vz} = 1.910 mm^2$$

$$A = 3.910 mm^2$$

En la condición de resistencia se debe cumplir la siguiente expresión:

$$\sigma = \frac{N_{ed}}{A} + \frac{M_{yed}}{W_{ely}} = \frac{12,3 \cdot 10^3}{4594,86} + \frac{96,39 \cdot 10^6}{428,87 \cdot 10^3} = 227 MPa$$

$$\tau_{xz} = \frac{V_z}{A_{vz}} = \frac{75,8 \cdot 10^3}{2.214,18} = 34 Mpa$$

$$SVM = \sqrt{\sigma^2 + 3 \cdot \tau_{xz}^2} = \sqrt{227^2 + 3 \cdot 34^2} = 234,5 MPa < 261,9 MPa$$

**CUMPLE POR RESISTENCIA**

### Comprobación por radio de giro

El coeficiente  $\beta$  de pandeo se ha obtenido de la siguiente tabla:

$$L_{ky} = \beta \cdot l = 1 \cdot 10,35 = 10,35 \text{ m}$$

$$L_{kz} = \beta \cdot l = 0,5 \cdot 10,35 = 5,17 \text{ m}$$

$$i_y \geq \frac{L_{ky}}{2 \cdot \pi} \cdot \sqrt{\frac{f_y}{E}} = \frac{10.350}{2 \cdot \pi} \cdot \sqrt{\frac{275}{210000}} = 59,6 \text{ mm} \leq 112,25 \text{ mm}$$

$$i_y \geq \frac{L_{ky}}{2 \cdot \pi} \cdot \sqrt{\frac{f_y}{E}} = \frac{5170}{2 \cdot \pi} \cdot \sqrt{\frac{275}{210000}} = 29,77 \text{ mm} \leq 30,23 \text{ mm}$$

### CUMPLE POR RADIO DE GIRO

### Comprobación a pandeo lateral

Hay que cumplir el pilar a pandeo 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.

Siendo a su vez el valor de cálculo de la resistencia frente al pandeo lateral:

$$M_{bd,Rb} = \chi_{lt} \cdot W_{el,y} \cdot f_{yd}$$

Calculamos los parámetros que intervienen:

$$\lambda_B = \sqrt{\frac{W_{el,y} \cdot f_y}{M_{Cri}}}$$

Calculamos el momento crítico con alabeo:

$$M_{Cri} = C_1 \cdot \frac{\pi}{L} \cdot \sqrt{E \cdot I_z \cdot G \cdot I_T} \cdot \sqrt{\frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_w}{L^2 \cdot G \cdot I_T} + 1} = 83,36 \text{ KN} \cdot \text{m}$$

Obtenemos:

$$\lambda_B = \sqrt{\frac{W_{el,y} \cdot f_y}{M_{Cri}}} = \sqrt{\frac{428,87 \cdot 10^3 \cdot 275}{83,36 \cdot 10^6}} = 1,19 \leq 2$$

### CUMPLE POR RADIO DE GIRO

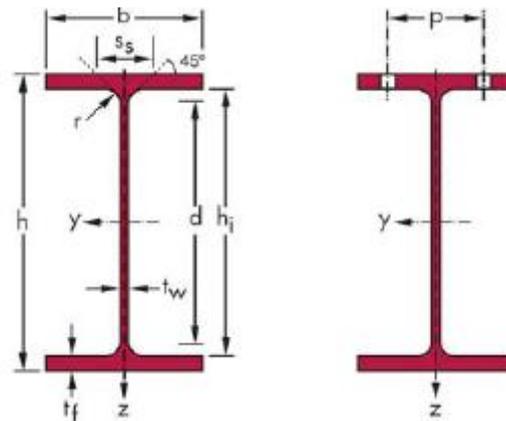
#### Comprobación de abolladura

Considerando inicialmente que no hay rigidizadores en la viga, hay que cumplir la condición para que no produzca este efecto:

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

Siendo:

$\frac{d}{t_w}$ : La altura y anchura del alma



$$d = 240 - 10,2 \cdot 2 - 15 \cdot 2 = 219,6 \text{ mm}$$

$$t_w = 6,6 \text{ mm}$$

El coeficiente  $\varepsilon$  está definido por la siguiente ecuación, obtenida de la tabla 20.3 de la instrucción de acero EAE 2011:

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{275}} = 0,92$$

Obtenemos:

$$\frac{d}{t_w} \leq 70 \cdot \varepsilon \rightarrow \frac{219,6}{6,6} = 33,27 \leq 64,4$$

**CUMPLE POR ABOLLADURA**

### 8.3.2. Comprobación de los ELS

Vamos a comprobar que el desplome de la viga cumple con la condición de deformación.

Para ello el desplome máximo del viga debe ser menor o igual a  $L/300$  de la longitud del mismo para la combinación de cargas correspondiente, es decir:

$$\text{Desplome máximo} = \frac{L}{300} = \frac{10,35}{300} = 0,0345 \text{ m}$$

Las deformaciones obtenidas en el CYPE METAL 3D de pilar para el más desfavorable:

$$f_i = 19,4 \text{ mm} < 34,5 \text{ mm}$$

**CUMPLE POR DEFORMACIÓN**

Por tanto, elegimos definitivamente para las vigas de 10,35 m:

**PERFIL IPE-270**

## 8.4. Correas

### 8.4.1.1.1. Comprobación de resistencia

**Comprobación de resistencia**  
El perfil seleccionado cumple todas las comprobaciones.  
Aprovechamiento: 71.10 %

#### Barra pésima en cubierta

Perfil: IPN 100 Material: S275							
	Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
	Inicial	Final		Área (cm <sup>2</sup> )	I <sub>y</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>z</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>t</sub> <sup>(2)</sup> (cm <sup>4</sup> )
	10.970, 5.000, 8.257	10.970, 10.000, 8.257	5.000	10.60	171.00	12.20	1.60
	Notas: <sup>(1)</sup> Inercia respecto al eje indicado <sup>(2)</sup> Momento de inercia a torsión uniforme						
	Pandeo		Pandeo lateral				
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.			
□	0.00	1.00	0.00	0.00			
L <sub>K</sub>	0.000	5.000	0.000	0.000			
C <sub>m</sub>	1.000	1.000	1.000	1.000			
C <sub>1</sub>	-		1.000				
Notación: □: Coeficiente de pandeo L <sub>K</sub> : Longitud de pandeo (m) C <sub>m</sub> : Coeficiente de momentos C <sub>1</sub> : Factor de modificación para el momento crítico							

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

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

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

Se debe satisfacer:

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

19.20 ≤ 244.98 ✓

Donde:

$h_w$ : Altura del alma.	$h_w$ : <u>86.40</u> mm
$t_w$ : Espesor del alma.	$t_w$ : <u>4.50</u> mm
$A_w$ : Área del alma.	$A_w$ : <u>3.89</u> cm <sup>2</sup>
$A_{fc,ef}$ : Área reducida del ala comprimida.	$A_{fc,ef}$ : <u>3.40</u> cm <sup>2</sup>
$k$ : Coeficiente que depende de la clase de la sección.	$k$ : <u>0.30</u>
$E$ : Módulo de elasticidad.	$E$ : <u>210000</u> MPa
$f_{yf}$ : Límite elástico del acero del ala comprimida.	$f_{yf}$ : <u>275.0</u> MPa
Siendo:	

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

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

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

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

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

Se debe satisfacer:

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

: **0.711** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo 10.970, 5.000, 8.257, para la combinación de acciones 0.80\*G1 + 0.80\*G2 + 1.50\*V(0°) H1.

$M_{Ed}^+$ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.  $M_{Ed}^+$  : 7.41 kN·m

Para flexión negativa:

$M_{Ed}^-$ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.  $M_{Ed}^-$  : 0.00 kN·m

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

$M_{c,Rd}$  : 10.42 kN·m

Donde:

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

**Clase** : 1

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

$W_{pl,y}$  : 39.80 cm<sup>3</sup>

$f_{yd}$ : Resistencia de cálculo del acero.

$f_{yd}$  : 261.9 MPa

Siendo:

$f_y$ : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)  $f_y$ : 275.0 MPa

$\gamma_{M0}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.  $\gamma_{M0}$ : 1.05

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

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

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

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

Se debe satisfacer:

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

: 0.109 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo 10.970, 5.000, 8.257, para la combinación de acciones  $0.80 \cdot G1 + 0.80 \cdot G2 + 1.50 \cdot V(0^\circ) H1$ .

$V_{Ed}$ : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.  $V_{Ed}$ : 7.41 kN

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

$V_{c,Rd}$ : 68.04 kN

Donde:

$A_v$ : Área transversal a cortante.  $A_v$ : 4.50 cm<sup>2</sup>

Siendo:

$h$ : Canto de la sección.  $h$ : 100.00 mm

$t_w$ : Espesor del alma.  $t_w$ : 4.50 mm

$f_{yd}$ : Resistencia de cálculo del acero.  $f_{yd}$ : 261.9 MPa

Siendo:

$f_y$ : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)  $f_y$ : 275.0 MPa

$\gamma_{M0}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.  $\gamma_{M0}$ : 1.05

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

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

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

$$19.20 \leq 64.71$$

Donde:

$\square_w$ : Esbeltez del alma.

$$\square_w : \underline{19.20}$$

$\square_{\text{máx}}$ : Esbeltez máxima.

$$\square_{\text{máx}} : \underline{64.71}$$

$\square$ : Factor de reducción.

$$\square : \underline{0.92}$$

Siendo:

$f_{\text{ref}}$ : Límite elástico de referencia.

$$f_{\text{ref}} : \underline{235.0} \text{ MPa}$$

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

$$f_y : \underline{275.0} \text{ MPa}$$

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

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

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

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

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

$$0.755 \leq 3.468$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo 10.970, 5.000, 8.257, para la combinación de acciones  $0.80 \cdot G1 + 0.80 \cdot G2 + 1.50 \cdot V(0^\circ) H1$ .

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

$$V_{\text{Ed}} : \underline{7.41} \text{ kN}$$

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

$$V_{\text{c,Rd}} : \underline{68.04} \text{ kN}$$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

**8.4.1.1.2. Comprobación de flecha**

Comprobación de flecha
El perfil seleccionado cumple todas las comprobaciones. Porcentajes de aprovechamiento: - Flecha: 55.44 %

Coordenadas del nudo inicial: 0.970, 5.000, 6.243

Coordenadas del nudo final: 0.970, 0.000, 6.243

El aprovechamiento pésimo se produce para la combinación de hipótesis  $1.00 \cdot G1 + 1.00 \cdot G2 + 1.00 \cdot Q + 1.00 \cdot V(0^\circ)$  H1 a una distancia 2.500 m del origen en el segundo vano de la correa.

( $I_y = 171 \text{ cm}^4$ ) ( $I_z = 12 \text{ cm}^4$ )

## 9. Dimensionado de las placas de anclaje

Los elementos de cimentación se dimensionaran para resistir las cargas actuantes y las reacciones inducidas. Para ello preciso que las sollicitaciones actuantes sobre el elemento de cimentación se transmiten al terreno.

Nuestra nave industrial consta de dos pilares diferentes según su longitud, vamos a calcular una placa de anclaje para que se cumplan los esfuerzos en la condición.

Por tanto, los esfuerzos actuantes en la base de los pilares quedan recogidos en la siguiente tabla:

Esfuerzos	Pilares de 6 m
My	161,15 KN·m
Mz	0 KN·m
Vy	0 KN
Vz	-64,2 KN
N	-56,7 KN
T	0 KN·m

Datos de la Placa de Anclaje y Zapata

**Redondos Principales**  
 Número: 3  
 Diámetro (mm.): 20  
 Longitud (mm.): 480

**Redondos transversales**  
 Número: 1  
 Diámetro (mm.): 16  
 Longitud (mm.): 400

**Cartela**  
 Altura (mm.): 150  
 Espesor (mm.): 12

**Placa base**  
 Largo (mm.): 520  
 Ancho (mm.): 400  
 Espesor (mm.): 18

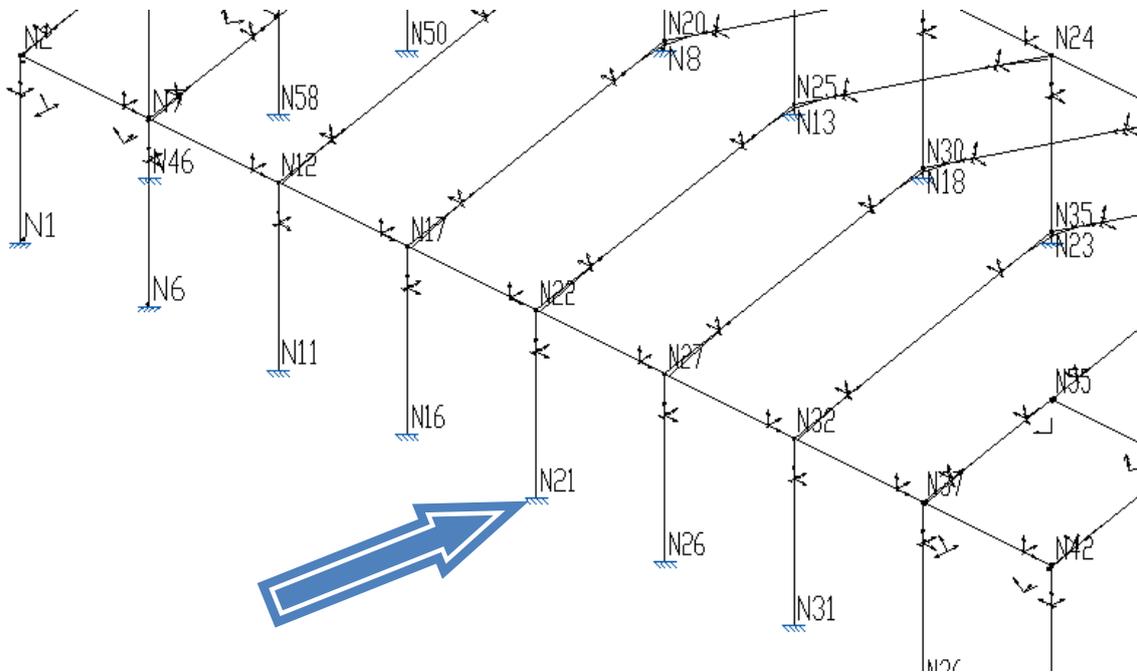
Armadura superior  
 Armadura inferior

HX (m.): 0,80  
 LZ (m.): 0,90  
 LY (m.): 1,70

Ejes Placa Pilar  
 Coinciden  
 Girados 90

Imprimir Cerrar

En primer lugar vamos a hacer cálculo de predimensionado de la placa, el perfil que apoya sobre la placa, es de IPE 330 en la siguiente figura.



La placa de anclaje necesita poner cartelas para resistir los esfuerzos actuantes de la acción de flexocompresión y cortante.

El pilar que apoya sobre la placa se trata de un perfil IPE 330, por lo que sus dimensiones indican:

$$a_p = 330 \text{ mm}$$

$$b_p = 160 \text{ mm}$$

Resultamos un valor entre el borde frontal de la placa y los pernos de 40 mm, y también tomamos dicho valor para la distancia entre el perno y el borde del perfil IPE, se mide 70 mm. Por lo que las dimensiones de la placa de anclaje resultarán:

$$a = a_p + (d' + d_{pb}) \cdot 2 = 330 + (40 + 70) \cdot 2 = 550 \text{ mm}$$

$$b = b_p + (d' + d_{pb}) \cdot 2 = 160 + (40 + 70) \cdot 2 = 380 \text{ mm} = b'$$

$$d' = 40 \text{ mm}$$

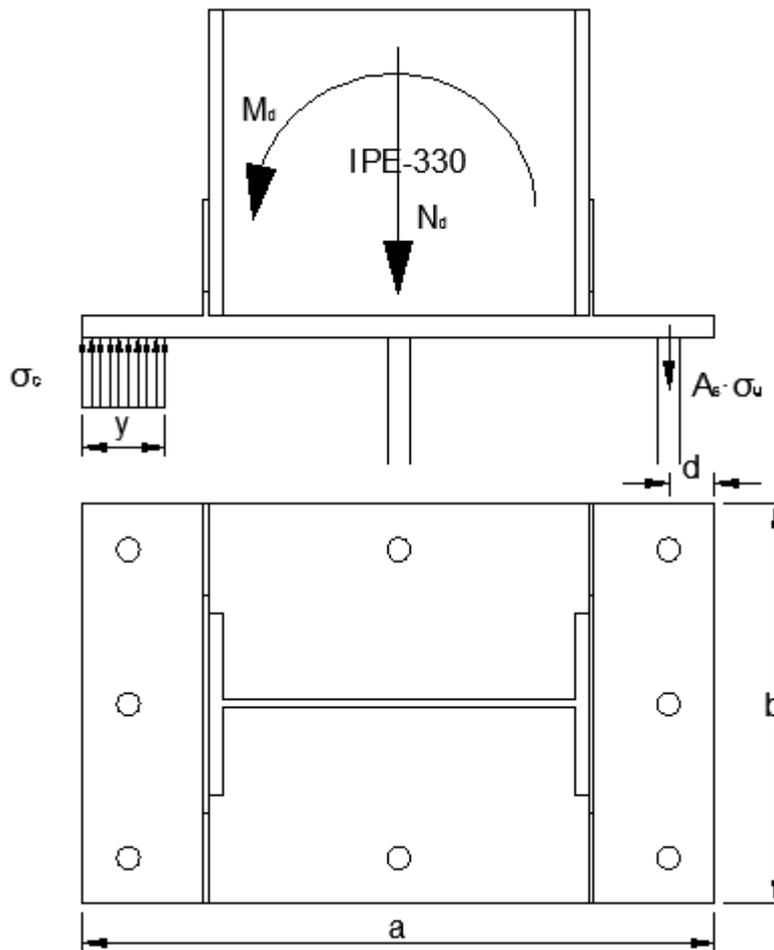
### 9.1.1. E.L.U. de agotamiento del apoyo

El hormigón a emplear en la cimentación será HA-30 ( $\gamma_c = 1,5$ ). Se determina el valor de la resistencia de cálculo de la unión. Se considera en este caso que el coeficiente de la junta y el factor de concentración, resultan 1. Se determina el valor de la resistencia de

$$f_{jd} = B_j \cdot K_j f_{cd} = 1 \cdot 1 \cdot \frac{30}{1,5} = 20 \text{ MPa} = \sigma_c$$

#### Profundidad del bloque de compresiones:

Los esfuerzos se encuentran a flexocompresión sobre la placa de anclaje, vamos a realizar las ecuaciones de equilibrio de las fuerzas:



$$\sum F_v = 0$$

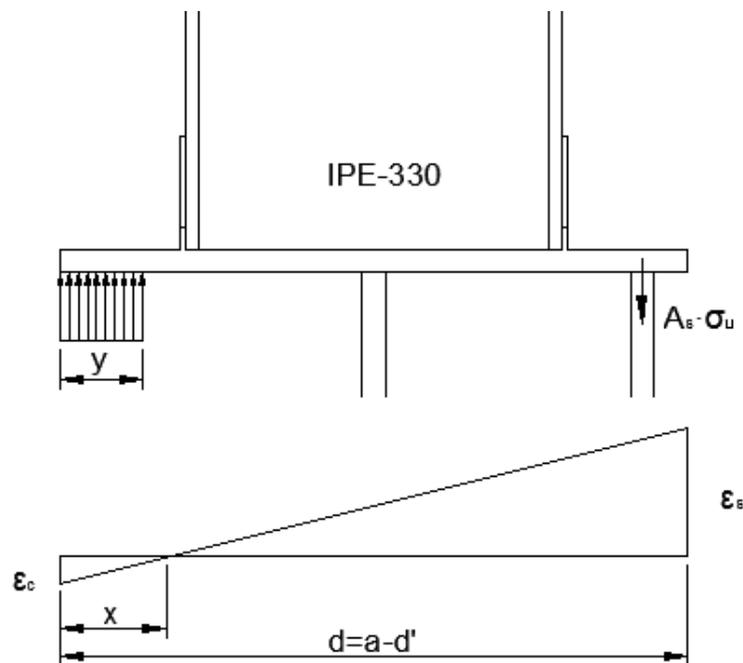
$$A_s \cdot \sigma_u + N_d - b \cdot y \cdot \sigma_c = 0$$

$$\sum M_A = 0$$

$$M_d + N_d \cdot \left(\frac{a}{2} - d'\right) - b \cdot y \cdot \sigma_c \cdot \left(a - d' - \frac{y}{2}\right) = 0$$

Se utilizará la ecuación de equilibrio en el ELU. Se considera que la sección de hormigón (cimentación) + acero (pernos) trabaja hasta el agotamiento del hormigón, es decir hasta que alcanza su deformación última  $\varepsilon_c = \varepsilon_{cu} = 0,035$ . Al tratarse de una sección de hormigón armado, las deformaciones de acero y hormigón estarán ligadas, de tal forma que se cumpla lo establecido. En la misma,  $x$  es la profundidad de la fibra neutra, posición en la que se pasa de trabajar a compresión a tracción y esta relacionada con la anchura del bloque de compresiones  $y$ , ya que:

$$x = \frac{y}{0,8}$$



$$\frac{\varepsilon_c}{x} = \frac{\varepsilon_s}{d - x} \rightarrow \varepsilon_s = \frac{d - x}{x} \cdot \varepsilon_c$$

Por tanto, el conjunto de ecuaciones que se emplearán en el dimensionado de la placa de anclaje son las siguientes:

### EQUILIBRIO

$$\sum F_v = 0$$

$$A_s \cdot \sigma_u + N_d - b \cdot y \cdot \sigma_c = 0$$

$$\sum M_A = 0$$

$$M_d + N_d \cdot \left(\frac{a}{2} - d'\right) - b \cdot y \cdot \sigma_c \cdot \left(a - d' - \frac{y}{2}\right) = 0$$

### COMPATIBILIDAD

$$\varepsilon_s = \frac{d - x}{x} \cdot \varepsilon_c$$

### COMPORTAMIENTO

$$y = 0,8 \cdot x$$

$$\sigma_u = \sigma_s = E_s \cdot \varepsilon_s$$

La resistencia de cálculo del apoyo  $f_{jd} = 20 \text{ Mpa} = \sigma_c$ . De la ecuación de momentos se puede despejar la profundidad del bloque de compresiones “y”.

$$M_d + N_d \cdot \left(\frac{a}{2} - d'\right) = b' \cdot \sigma_c \cdot y \cdot \left(a - d' - \frac{y}{2}\right)$$

$$161,15 \cdot 10^6 + 56,7 \cdot 10^3 \cdot \left(\frac{550}{2} - 40\right) = 380 \cdot 20 \cdot y \cdot \left(550 - 40 - \frac{y}{2}\right)$$

$$y = 47,2 \text{ mm}$$

Para que se cumpla el ELU de agotamiento del apoyo, debe verificarse que:

$$y < \frac{a}{4}$$

$$y = 47,2 < \frac{550}{4} = 137,5 \text{ mm}$$

### CUMPLE POR E.L.U. DE AGOTAMIENTO DEL APOYO

De la ecuación de equilibrio de fuerzas verticales se obtiene la tracción en los pernos  $T_d$ :

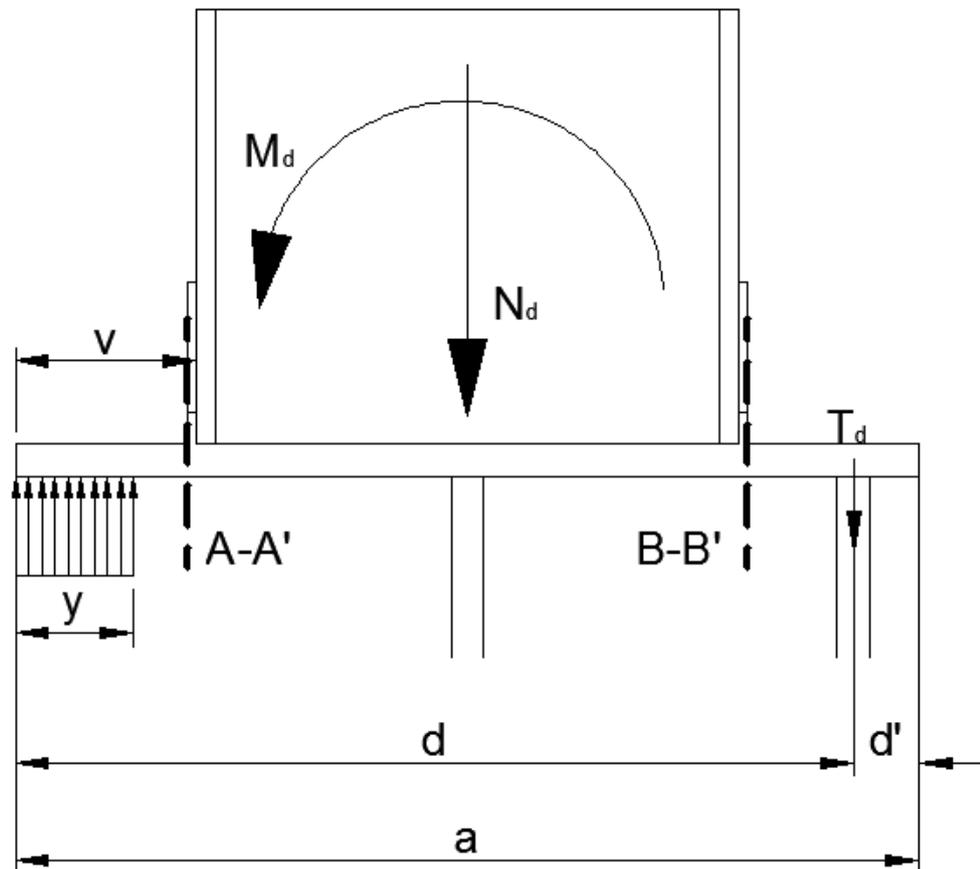
$$T_d = y \cdot \sigma_c \cdot b' - N_d = 47,2 \cdot 20 \cdot 380 - 56,7 = 358,66 \text{ KN}$$

### 9.1.2. E.L.U. de agotamiento de la placa a flexión

El objetivo de este apartado es determinar el espesor mínimo de la placa de anclaje, verifique el ELU de agotamiento de la placa.

$$\frac{M_{Ed}}{W \cdot f_{yd}} \leq 1$$

En primer lugar, se mantiene el modelo establecido en los puntos anteriores, el elemento resistente será la placa simple mostrada en la parte inferior de la figura siguiente:



Para la comprobación, los valores de la profundidad del bloque de compresiones y de la tracción en los pernos ( $y$ ,  $T_d$ ), se calculan los momentos que producen en los dos puntos de la placa más débiles.

Hay que conocer cuál es el vuelco de la placa en la dirección en la que se producen los momentos.

$$v = \frac{a - a_p}{2} = \frac{550 - 330}{2} = 110 \text{ mm}$$

El momento en el punto A que es el encuentro del pilar con la placa en la zona comprimida:

$$\begin{aligned}M_{AA'} &= \sigma_c \cdot b' \cdot y \cdot \left(v - \frac{y}{2}\right) = 20 \text{ Mpa} \cdot 380 \text{ mm} \cdot 47,2 \text{ mm} \cdot \left(110 - \frac{47,2}{2}\right) \\ &= 30993408 \text{ N} \cdot \text{mm} = 30,99 \text{ KN} \cdot \text{m}\end{aligned}$$

El momento en el punto B que es el encuentro del pilar con la placa en la zona traccionada:

$$M_{BB'} = T_d \cdot (v - d') = 358,66 \cdot 10^3 \cdot (110 - 40) = 25106200 \text{ N} \cdot \text{mm} = 25,1 \text{ KN} \cdot \text{m}$$

La comprobación del E.L.U. se debe realizar en la sección más solicitada, en este caso:

$$M_{Ed} = \max(M_{AA'}, M_{BB'}) = 30,99 \text{ KN}$$

La sección resistente de la placa sin cartelas es únicamente la propia placa, se debe calcular el momento de inercia de la sección de la placa de dimensiones respecto a su centro de gravedad. Hay que determinar el modulo resistente  $W_x$ :

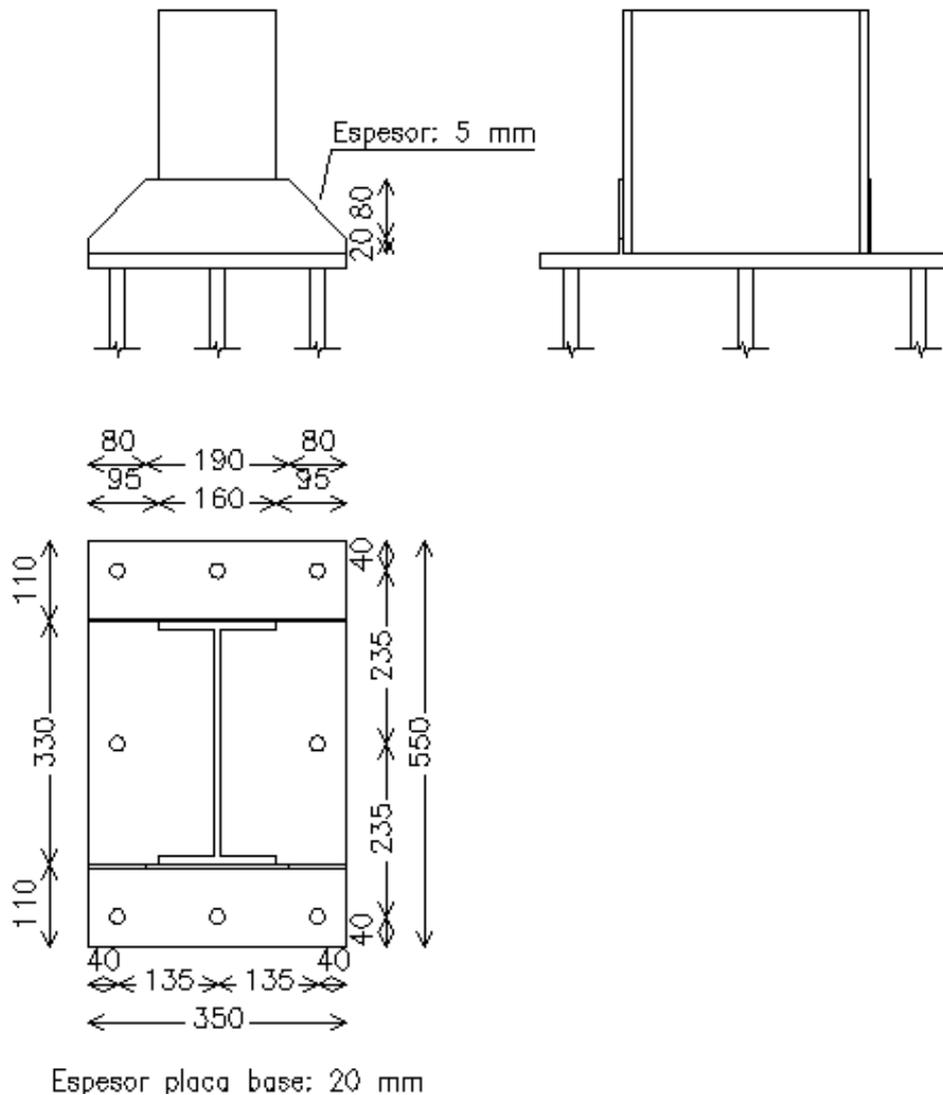
$$W_x = \frac{I_x}{\frac{e}{2}} = \frac{\frac{1}{12} \cdot b \cdot e^3}{\frac{e}{2}} = \frac{1}{6} \cdot b \cdot e^2$$

Y el espesor mínimo será que verifique la condición de E.L.U.:

$$\frac{M_{Ed}}{M_{cr}} = \frac{M_{Ed}}{W \cdot f_{yd}} = \frac{M_{Ed}}{\frac{1}{6} \cdot b \cdot e^2 \cdot f_{yd}} \leq 1$$

$$e \geq \sqrt{\frac{6 \cdot M_{Ed}}{b \cdot f_{yd}}} = \sqrt{\frac{6 \cdot 30,99 \cdot 10^6}{380 \cdot 261,9}} = 43,22 \text{ mm}$$

Dado que  $e > \max(e) = (20, 25, 30, 35)$  se colocan dos cartelas (350, 80, 5) y se adopta un espesor de la placa  $e = 20$  mm. Con lo que la nueva geometría de las secciones A-A' y B-B' pasarán a tener las siguientes características:



Se deben calcular las características mecánicas de la nueva sección con cartelas, se determinan el área total y la posición del centro de gravedad de la nueva sección, que tendrá el aspecto:

$$A = 20 \cdot 550 + 2 \cdot (80 \cdot 5) = 11.800 \text{ mm}^2$$

$$y_G = \frac{(20 \cdot 550 \cdot 10 + 2 \cdot (80 \cdot 5) \cdot (20 + 40))}{11.800} = 13,39 \text{ mm}$$

Una vez calculado el centro de gravedad, se determina el momento de inercia de las cartelas y la placa, y aplicando el teorema de Steiner, se calcula el momento de inercia respecto al centro de gravedad de la pieza.

$$I = \sum I_i + \sum A_i \cdot (y_G - y_i)^2$$
$$I = \frac{1}{12} \cdot 20^3 \cdot 550 + 2 \cdot \frac{1}{12} \cdot 80^3 \cdot 5 + 2 \cdot (80 \cdot 5) \cdot ((20 + 40) - 13,39)^2 + 20 \cdot 550 \cdot (13,39 - 10)^2 = 2.657.740 \text{ mm}^4$$

Dado que la pieza no es simétrica respecto a la posición del centro de gravedad, no es igual el módulo resistente respecto a la fibra superior e inferior, así que se deben calcular ambos y emplear el menor de los dos:

$$W_{sup} = \frac{I}{h - y_G} = \frac{2.657.740}{85 - 13,39} = 137.114,1 \text{ mm}^3$$

$$W_{inf} = \frac{I}{y_G} = \frac{2.657.740}{13,39} = 198.486,93 \text{ mm}^3$$

$$W = \min(W_{sup}, W_{inf}) = 137.114,1 \text{ mm}^3$$

Comprobemos:

$$\frac{M_{Ed}}{W} \leq f_{yd}$$

$$129,61 \text{ Mpa} \leq 261,9 \text{ Mpa}$$

**CUMPLE POR E.L.U. DE AGOTAMIENTO DE LA PLACA A FLEXIÓN**

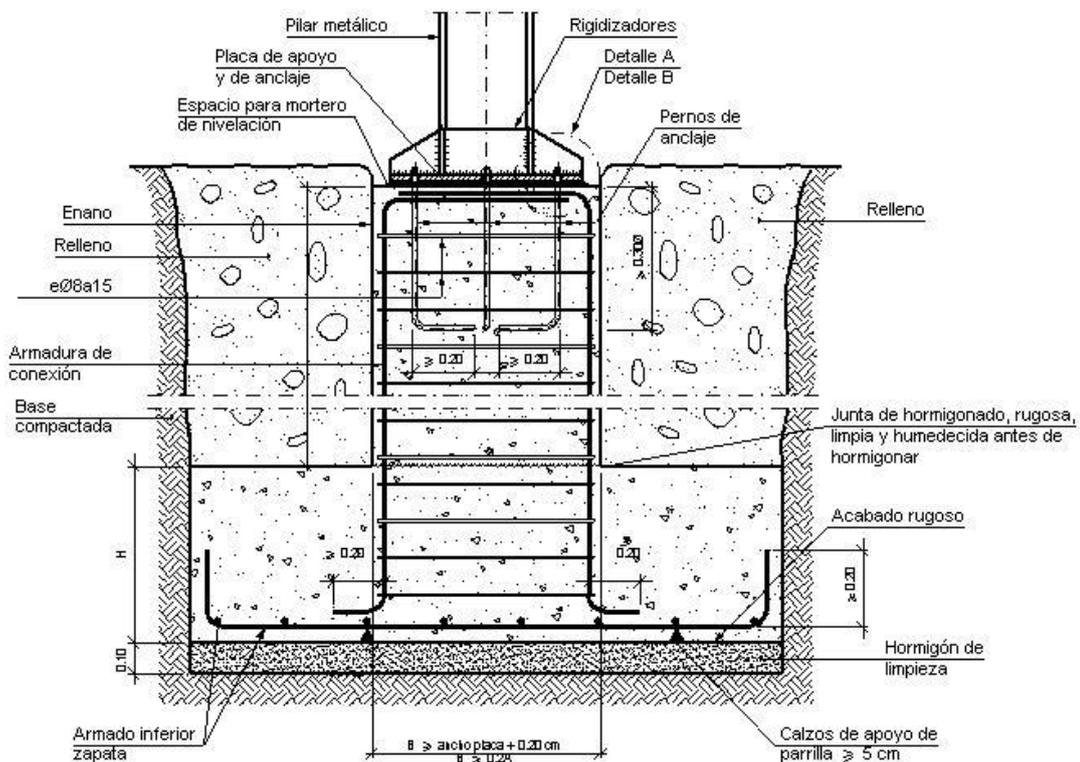
## 10. Dimensionado de las cimentaciones

En este apartado se calcularán las zapatas de los pórticos interiores. Los datos de partida son los perfiles y dimensiones de placas obtenidos en el apartado anterior.

Se considerarán zapatas rectangulares excéntricas, deberán ser capaces de soportar las acciones que provienen desde los pórticos interiores, cuyos valores se han obtenido del CYPE METAL 3D. Para el cálculo de las cimentaciones, seguiremos el mismo procedimiento que para calcular los apoyos de los pilares. Por lo que los esfuerzos en la base de uno del pilar anterior quedan recogidos en la siguiente tabla:

Esfuerzos	Pilares de 6 m
My	161,15 KN·m
Mz	0 KN·m
Vy	0 KN
Vz	-64,2 KN
N	-56,7 KN
T	0 KN·m

El hormigón a utilizar en la cimentación será HA-30 y el armado de los mismos estará compuesto por redondos de acero B500 S corrugados de 12 mm de diámetro. El armado se realizará en el parámetro inferior en ambas direcciones.



En primer lugar cabe destacar que la tensión del terreno  $\sigma_{terreno}$  se ha obtenido de un estudio realizado en la parcela colindante a la que se sitúa nuestra nave a proyectar y su valor es la siguiente:

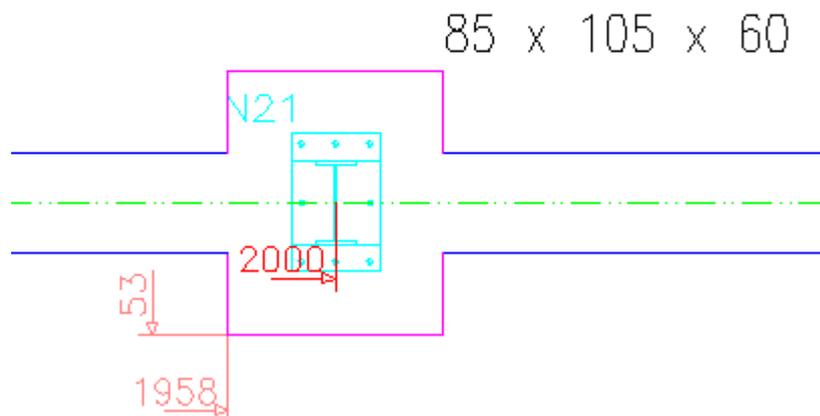
$$\sigma_{terreno} = 0,20 \text{ MPa}$$

Previo el cálculo define la nomenclatura de las dimensiones de la zapata:

- a: Ancho de zapata
- b: Largo de zapata.
- h: Profundidad de la zapata.

Un pilar de 6 m de altura transmite una sollicitación de  $N = 56,7 \text{ KN}$  y  $M = 161,15 \text{ KN} \cdot \text{m}$ .

El hormigón, tanto del pilar como del cimiento, es de resistencia  $f_{ck} = 30 \text{ MPa}$ , el acero es B500S y la tensión admisible del terreno es de 0,2 MPa. Se considera que la densidad del hormigón de la zapata es  $\delta = 25 \cdot 10^{-6} \text{ N/mm}^3$ . Se ha obtenido las dimensiones de cimentación en CYPE METAL 3D en la siguiente figura:



Siendo:

- a = 0,85 m
- b = 1,05 m
- h = 0,6 m

Realizando una suposición de que se trata de una zapata cúbica en el peso específico del hormigón ( $2400 \text{ Kp/m}^3$ ), el peso de zapata será:

$$P_{zap} = 2400 \cdot 0,85 \cdot 1,05 \cdot 0,6 = 128,5 \text{ KN}$$

## 10.1. E.L.U. Hundimiento

Determinamos la verificación de la resistencia del terreno, calculamos el esfuerzo de compresión y el momento con la siguiente ecuación:

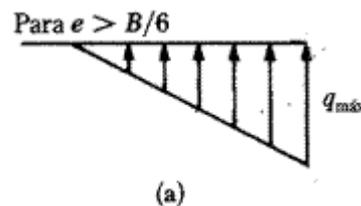
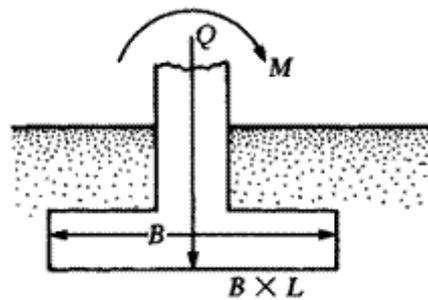
$$N_t = N_{Ed} + P_z = 56,7 \cdot 10^3 + 128,5 \cdot 10^3 = 185,2 \text{ KN}$$

$$M_{Ed} = 161,5 \text{ KN} \cdot \text{m}$$

Tenemos que determinar si existe excentricidad en la zapata, mediante la siguiente inecuación:

$$e = \frac{M_{Ed}}{N_{Ed} + P_{Zap}} = \frac{161,15 \cdot 10^6}{56,7 \cdot 10^3 + 128,5 \cdot 10^3} = 872 \text{ mm} > \frac{a}{6} = 141,6 \text{ mm}$$

Es una zona parcialmente comprimida



En este caso la zapata debe cumplir:

$$\sigma = \frac{N}{a \cdot b} + \frac{M}{b^2 \cdot \frac{a}{6}} \leq 1,25 \cdot \sigma_{\text{terreno}}$$

$$\sigma = \frac{185,2 \cdot 10^3}{850 \cdot 1050} + \frac{161,5 \cdot 10^6}{1050^2 \cdot \frac{850}{6}} = 0,24 \leq 0,25 = 1,25 \cdot \sigma_{\text{terreno}}$$

**CUMPLE POR E.L.U. HUNDIMIENTO**

### 10.2. E.L.U. Deslizamiento

Es debido al cortante, y como no tenemos cortante, no procede verificar el E.L.U. Deslizamiento.

### 10.3. E.L.U. Vuelco

Tenemos que determinar y comprobar a vuelco en la zapata, mediante la siguiente inecuación:

$$C_{sv} = \frac{\left( (N_{ed} + P_{zap}) \cdot \frac{b}{2} \right)}{M_{ed}} \geq 1,5$$

$$C_{sv} = \frac{\left( (56,7 \cdot 10^3 + 128,5 \cdot 10^3) \cdot \frac{1050}{2} \right)}{161,5 \cdot 10^6} = 1,83 \geq 1,5$$

## CUMPLE POR E.L.U VUELCO

### 10.4. E.L.U. Capacidad estructural de armaduras

Hay que determinar el cálculo de la armadura, se ha obtenido las dimensiones de la cimentación en CYPE METAL 3D con la siguiente tabla de resultados:

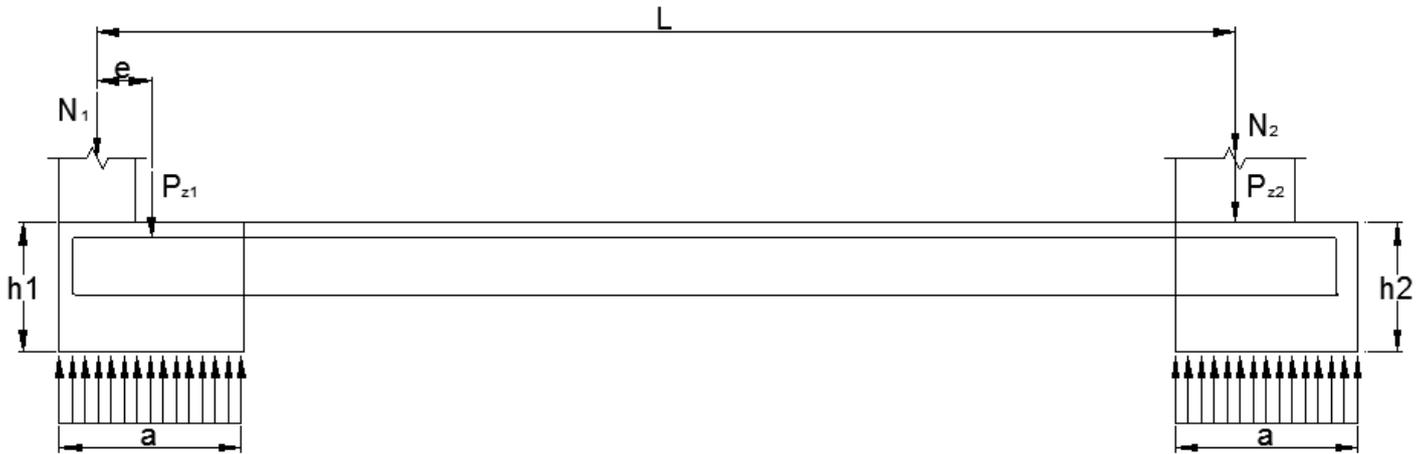
Referencia: N21		
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N21:	Mínimo: 49 cm Calculado: 53 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 0.0009	Cumple
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.001	
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.001	
Diámetro mínimo de las barras: - Parrilla inferior: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 12 mm Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>	Máximo: 30 cm	

Referencia: N21		
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Recomendación del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 15 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 15 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 12 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 15 cm	Cumple

## CUMPLE POR E.L.U CAPACIDAD ESTRUCTURAL DE ARMADURAS

## 11. Dimensionado de las vigas de atado

Hay que dimensionar las zapatas como si las cargas de los pilares fuesen centrados, aumentado un 40% la del pilar de medianera y un 10% la del pilar interior.



Datos del pilar medianera:

Esfuerzos	Pilar medianera
N	-56,7 KN
$a_p$ (IPE 270)	135 mm
$a_b$ (IPE 270)	270 mm
$b/a$	2

Datos del pilar interior:

Esfuerzos	Pilar medianera
N	-86,1 KN
$a_p$ (IPE 330)	160 mm
$a_b$ (IPE 330)	330 mm
$b/a$	2

## 11.1. Dimensiones de zapata

### PILAR MEDIANERA

Determinamos la verificación de la resistencia del terreno, calculamos el esfuerzo de compresión con la siguiente ecuación:

$$N_t = N_{Ed} + P_z = 567 \cdot 10^3 + 128,5 \cdot 10^3 = 695 \text{ KN}$$

$$\sigma = \frac{N_t}{a \cdot b}$$

Dimensiones de la zapata del pilar medianera:

$$a = \sqrt{\frac{N_t}{2 \cdot \sigma}} = \sqrt{\frac{695 \cdot 10^3}{2 \cdot 0,2}} = 1118,14 \text{ mm}$$

$$b = 2 \cdot a = 2 \cdot 1118,14 = 2236,28 \text{ mm}$$

$$a \times b = 1200 \text{ mm} \times 2300 \text{ mm}$$

Calculamos el canto

$$h = \frac{a - a_p}{4} = \frac{1200 - 135}{4} = 266,25 \text{ mm}$$

$$h = \frac{b - b_p}{4} = \frac{2300 - 270}{4} = 507,5 \text{ mm}$$

### PILAR INTERIOR

Determinamos la verificación de la resistencia del terreno, calculamos el esfuerzo de compresión con la siguiente ecuación:

$$N_t = N_{Ed} + P_z = 567 \cdot 10^3 + 128,5 \cdot 10^3 = 695 \text{ KN}$$

$$\sigma = \frac{N_t}{a \cdot b}$$

Dimensiones de la zapata del pilar medianera:

$$a = \sqrt{\frac{N_t}{2 \cdot \sigma}} = \sqrt{\frac{695 \cdot 10^3}{2 \cdot 0,2}} = 1318,14 \text{ mm}$$

$$b = 2 \cdot a = 2 \cdot 1318,14 = 2636,28 \text{ mm}$$

$$a \times b = 1400 \text{ mm} \times 2700 \text{ mm}$$

Calculamos el canto

$$h = \frac{a - a_p}{4} = \frac{1400 - 165}{4} = 308,75 \text{ mm}$$

$$h = \frac{b - b_p}{4} = \frac{2700 - 330}{4} = 600 \text{ mm}$$

**El Canto será mayor que el anterior, h= 600mm**

Fijamos el canto de las zapatas y calcular su peso:

$$P_{z1} = a_1 \cdot b_1 \cdot h_{max} \cdot \gamma = (1200 \cdot 2300 \cdot 600 \cdot 25 \cdot 10^{-6}) \cdot 10^{-3} = 41,4 \text{ KN}$$

$$P_{z1} = a_1 \cdot b_1 \cdot h_{max} \cdot \gamma = (1400 \cdot 2700 \cdot 600 \cdot 25 \cdot 10^{-6}) \cdot 10^{-3} = 56,7 \text{ KN}$$

Debemos obtener el valor de excentricidad, e:

$$e = \frac{a_1 - a_{p1}}{2} = \frac{1200 - 270}{2} = 250 \text{ mm}$$

## 11.2. Reacciones del terreno

Calcular las reacciones del terreno (resultante de la presión del terreno sobre cada una de las zapatas):

$$\sum M_2 = 0$$

$$R_1(L - e) = P_{z1} \cdot (L - e) + N_1 \cdot L$$

$$R_1 = P_{z1} + N_1 \cdot \left(\frac{L}{L - e}\right) = 41,4 + 56,7 \cdot \left(\frac{5000}{5000 - 250}\right) = 101,1 \text{ KN}$$

$$\sum M_1 = 0$$

$$R_2(L - e) = P_{z2} \cdot (L - e) + N_2 \cdot (L - e) - N_1 \cdot e$$

$$R_2 = P_{z2} + N_2 - N_1 \cdot \left(\frac{e}{L - e}\right) = 56,7 + 86,1 - 56,7 \cdot \left(\frac{250}{5000 - 250}\right) = 145,78 \text{ KN}$$

Verificar que la tensión del terreno bajo las zapatas es inferior a la admisible:

**Pilar medianera**

$$\frac{R_1}{a_1 \cdot b_1} \geq \sigma_{adm}$$

$$\frac{101,1}{1200 \cdot 2200} = 0,04 \geq 0,2 \text{ Mpa}$$

**Pilar interior**

$$\frac{R_2}{a_2 \cdot b_2} \geq \sigma_{adm}$$

$$\frac{145,78}{1400 \cdot 2700} = 0,04 \geq 0,2 \text{ Mpa}$$

**CUMPLE POR LAS TENSIONES DEL TERRENO**



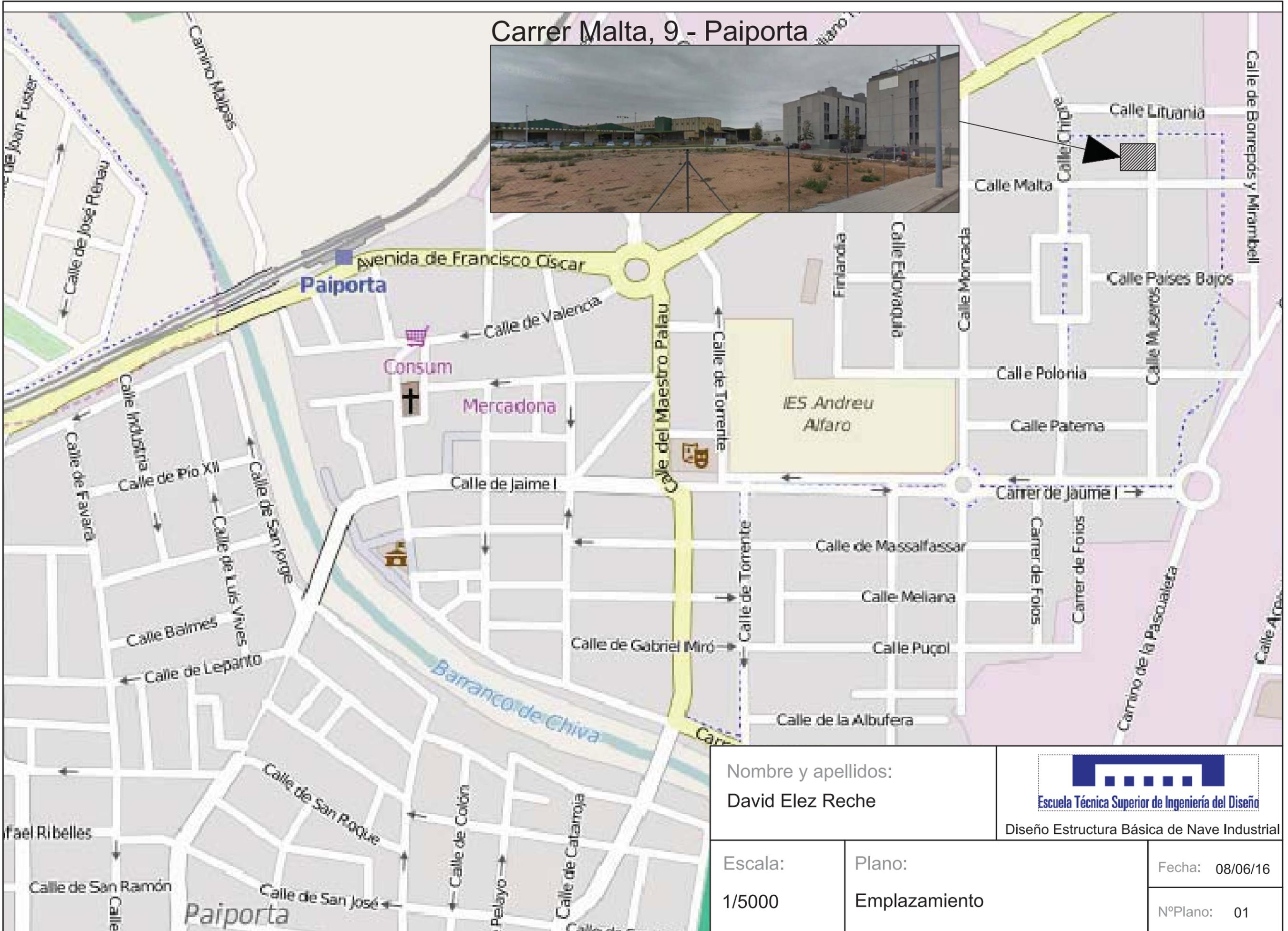
# PLANOS



## PLANO

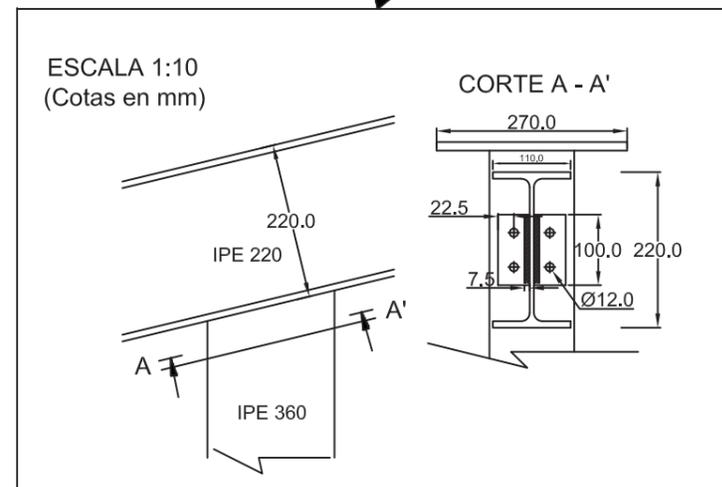
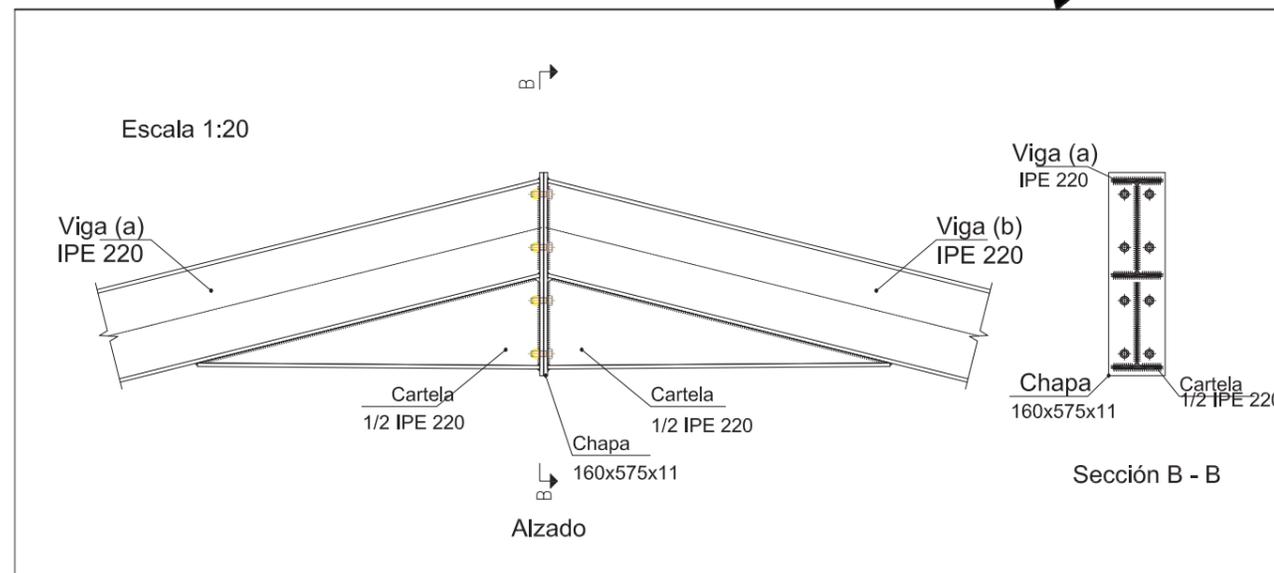
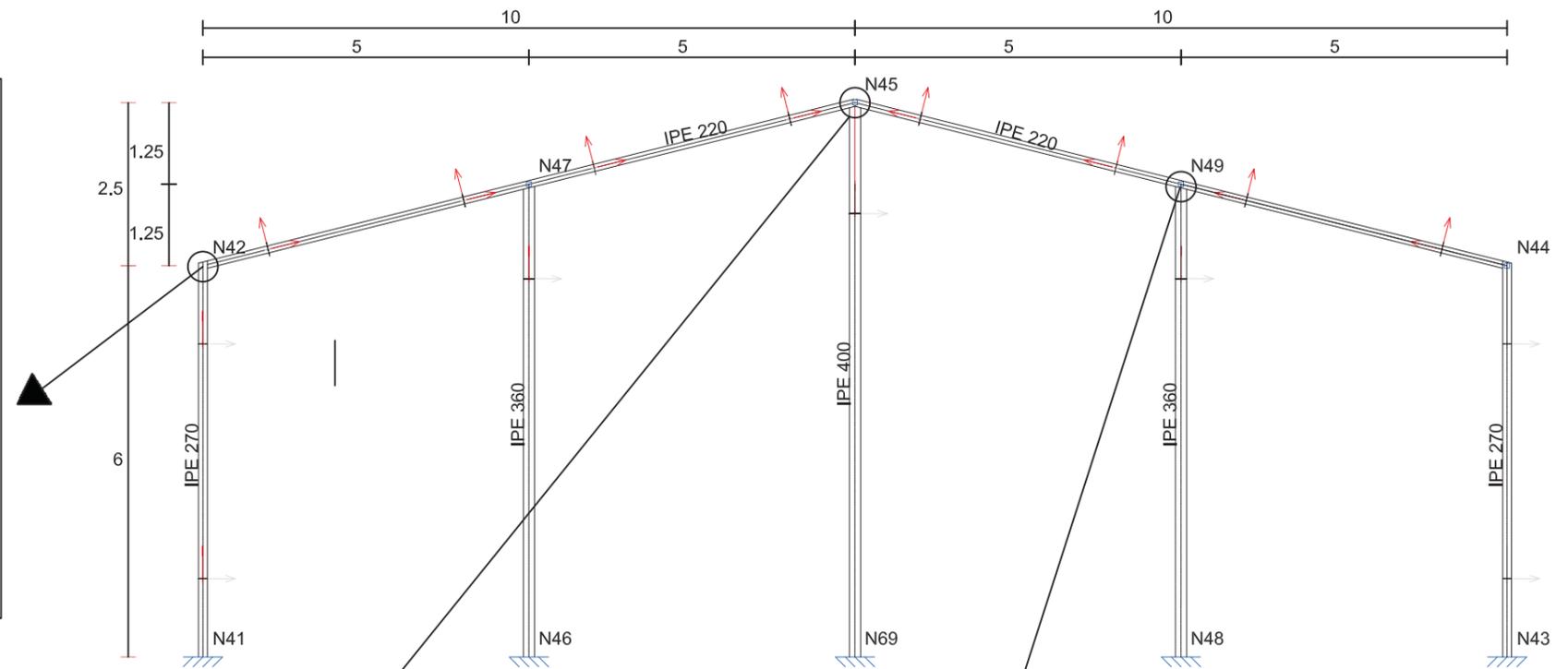
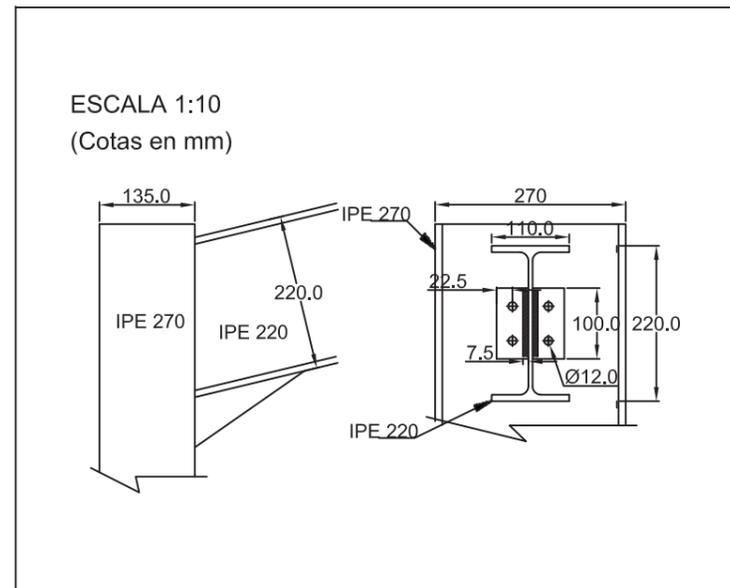
1. Emplazamiento.....	3
2. Pórtico hastial .....	4
3. Pórtico lateral y placas de anclaje .....	5
4. Pórtico 3D .....	6
5. Cimentación.....	7
6. Cimentación en planta .....	8

# Carrer Malta, 9 - Paiporta



Nombre y apellidos: David Elez Reche		 Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño	
Escala: 1/5000		Diseño Estructura Básica de Nave Industrial	
Plano: Emplazamiento		Fecha: 08/06/16	
		NºPlano: 01	

2D: Pórtico hastial



Nombre y apellidos:  
David Elez Reche



Diseño Estructura Básica de Nave Industrial

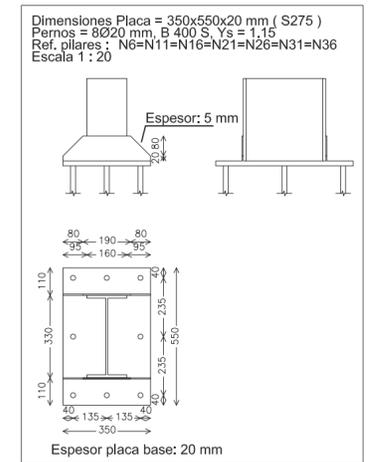
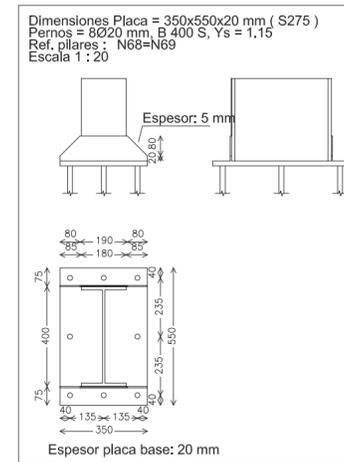
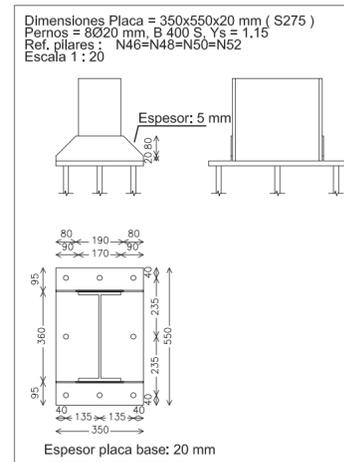
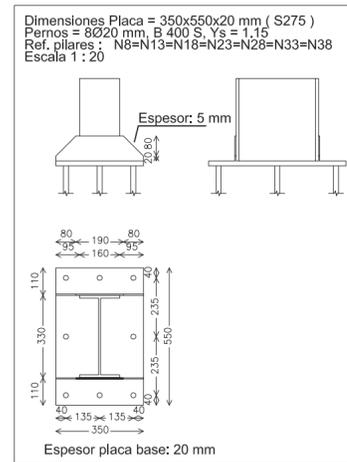
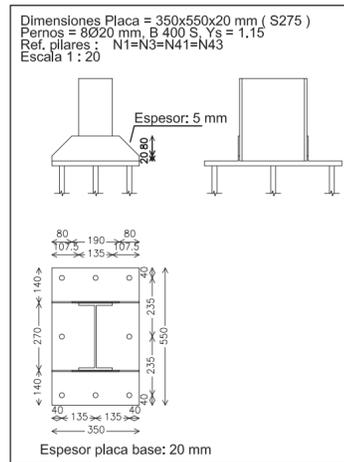
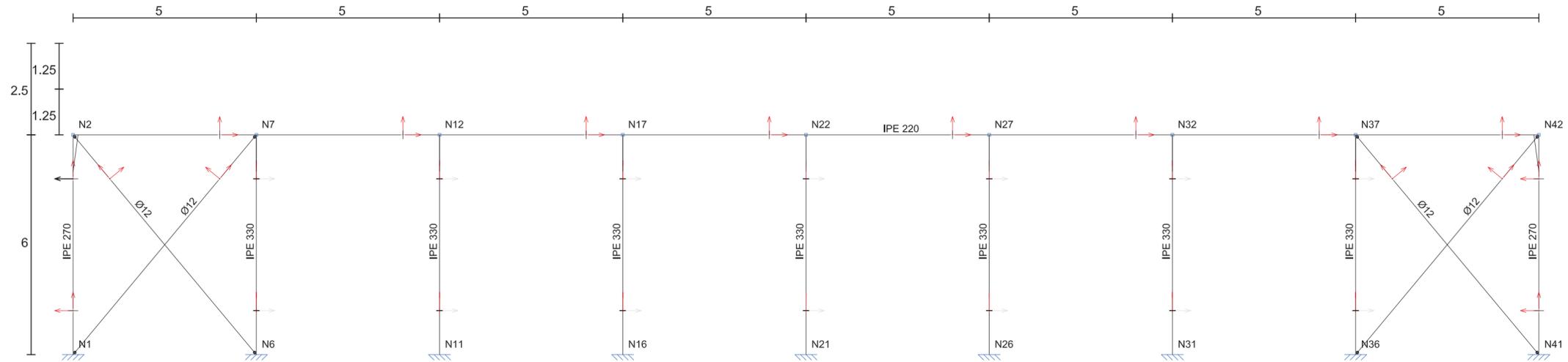
Escala:  
1/100

Plano:  
Pórtico Hastial 2D

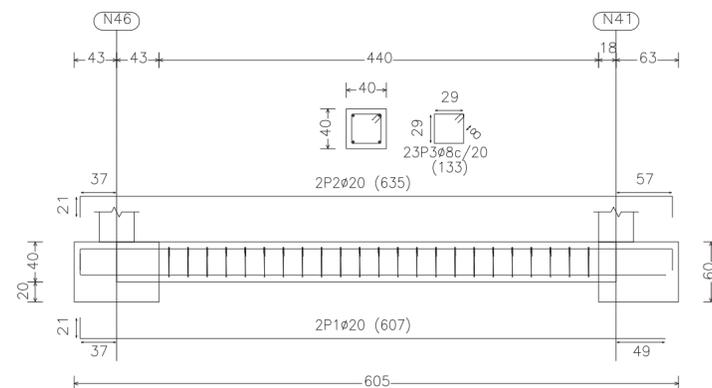
Fecha: 08/06/16

NºPlano: 02

2D: Pórtico lateral



C [N46-N41] y C [N52-N3]

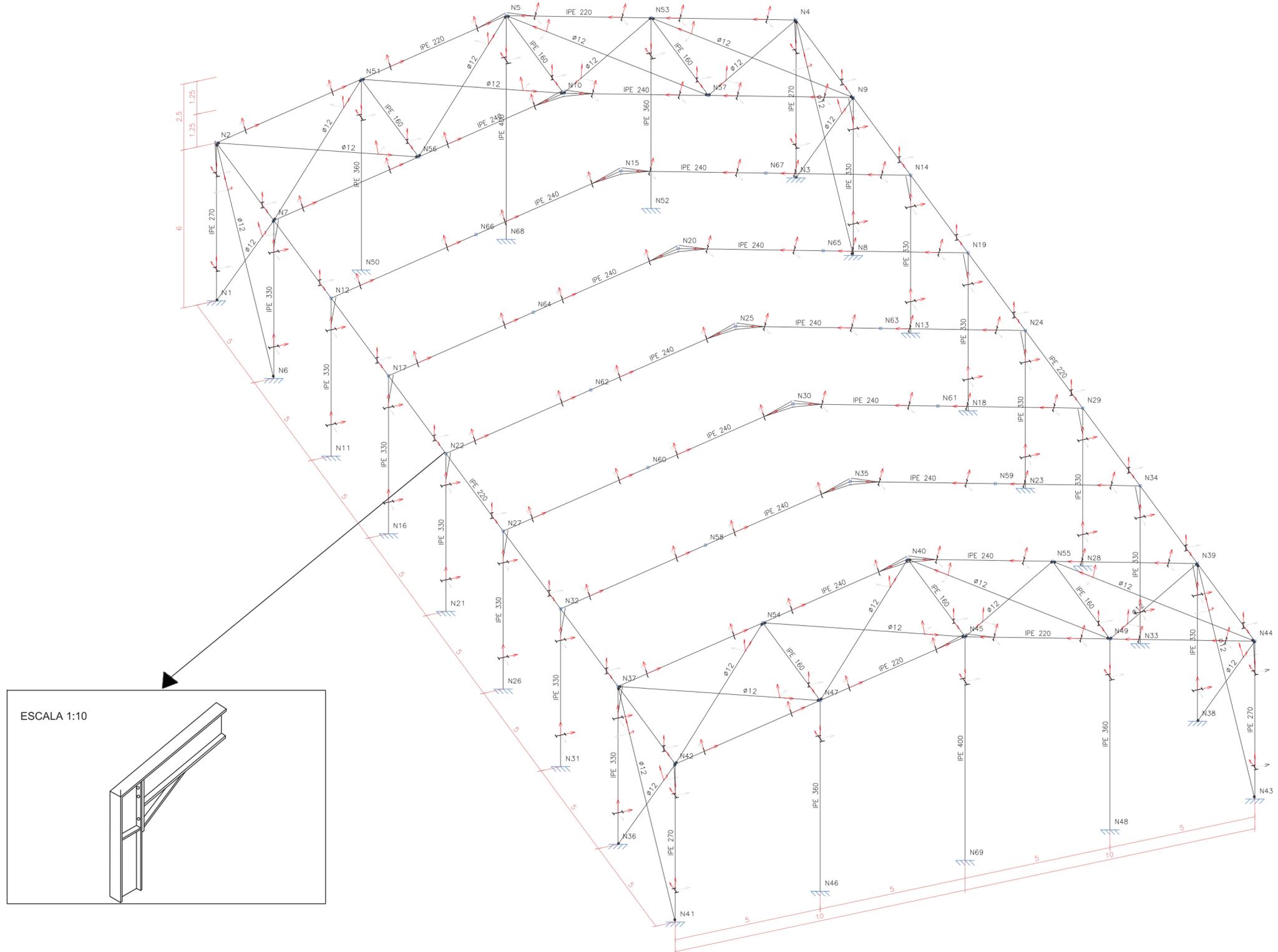


Obra  
 Escala: 1:50

Elemento	Pos.	Diám.	No.	Long. (cm)	Total (cm)	B 500 S, Ys=1.15 (kg)
C [N46-N41]=C [N52-N3]	1	Ø20	2	607	1214	29.9
	2	Ø20	2	635	1270	31.3
	3	Ø8	23	133	3059	12.1
Total+10%: (x2):						80.6 161.2
Ø8:						26.6
Ø20:						134.6
Total:						161.2

Nombre y apellidos: David Elez Reche		 Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño Diseño Estructura Básica de Nave Industrial
Escala: 1/100	Plano: Pórtico lateral y placas de anclaje	
		Fecha: 08/06/16
		NºPlano: 03

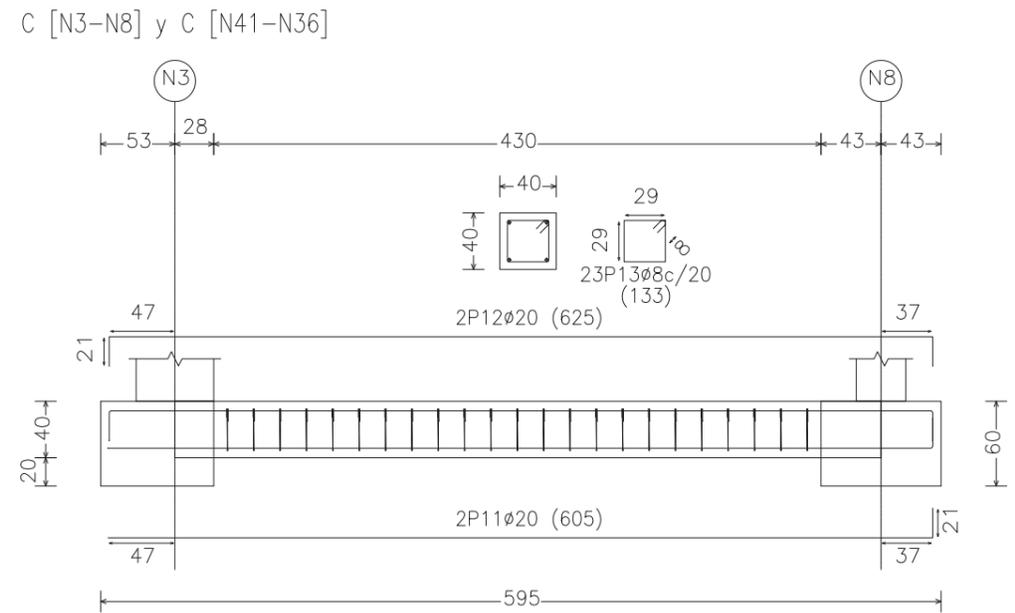
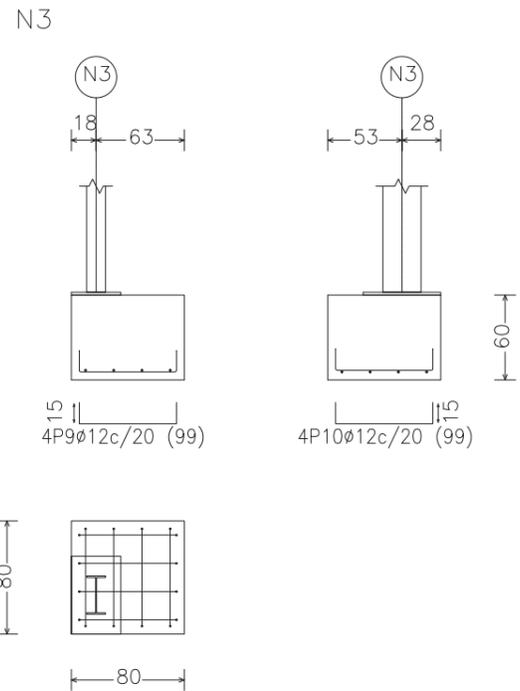
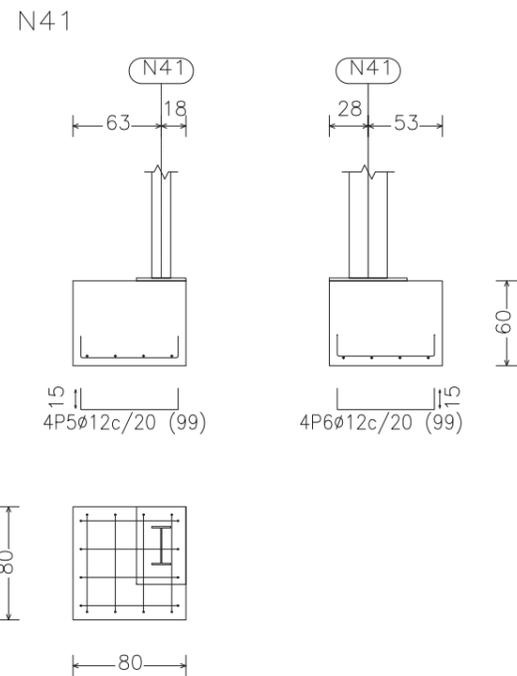
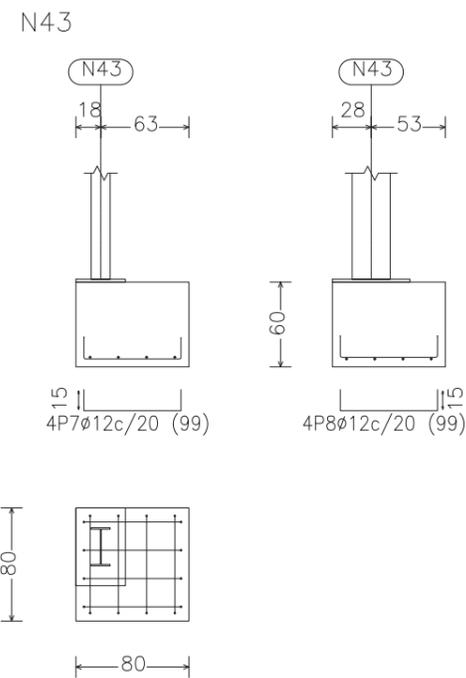
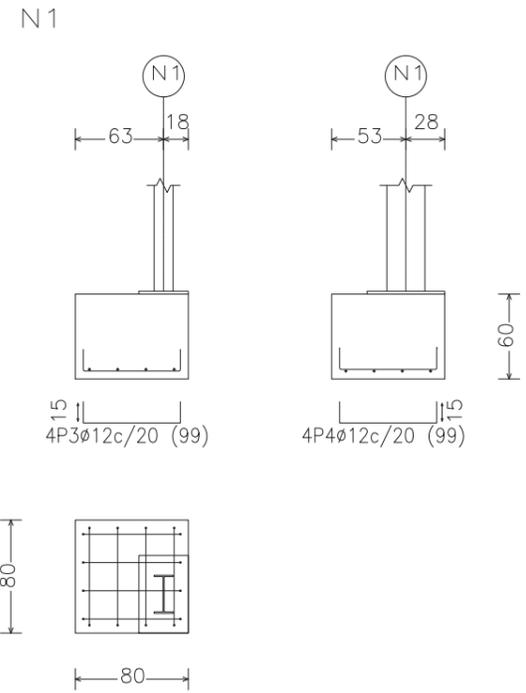
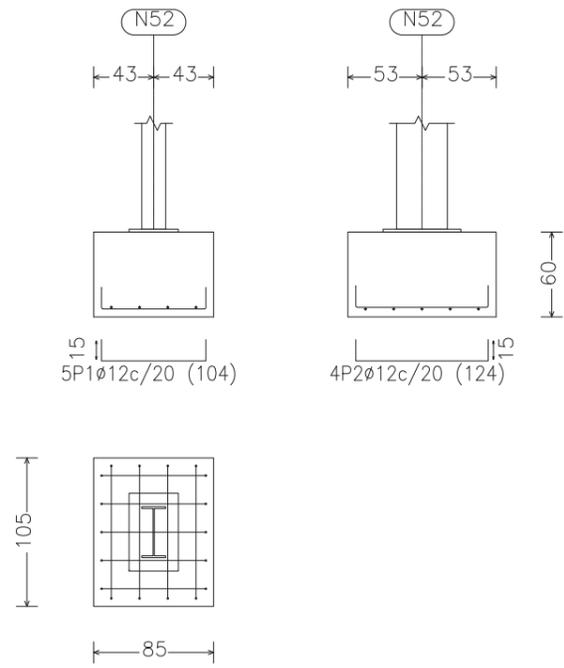
3D



Nombre y apellidos: David Elez Reche		 Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño Diseño Estructura Básica de Nave Industrial	
Escala: 1/100	Plano: Pórtico 3D	Fecha: 08/06/16	NºPlano: 03

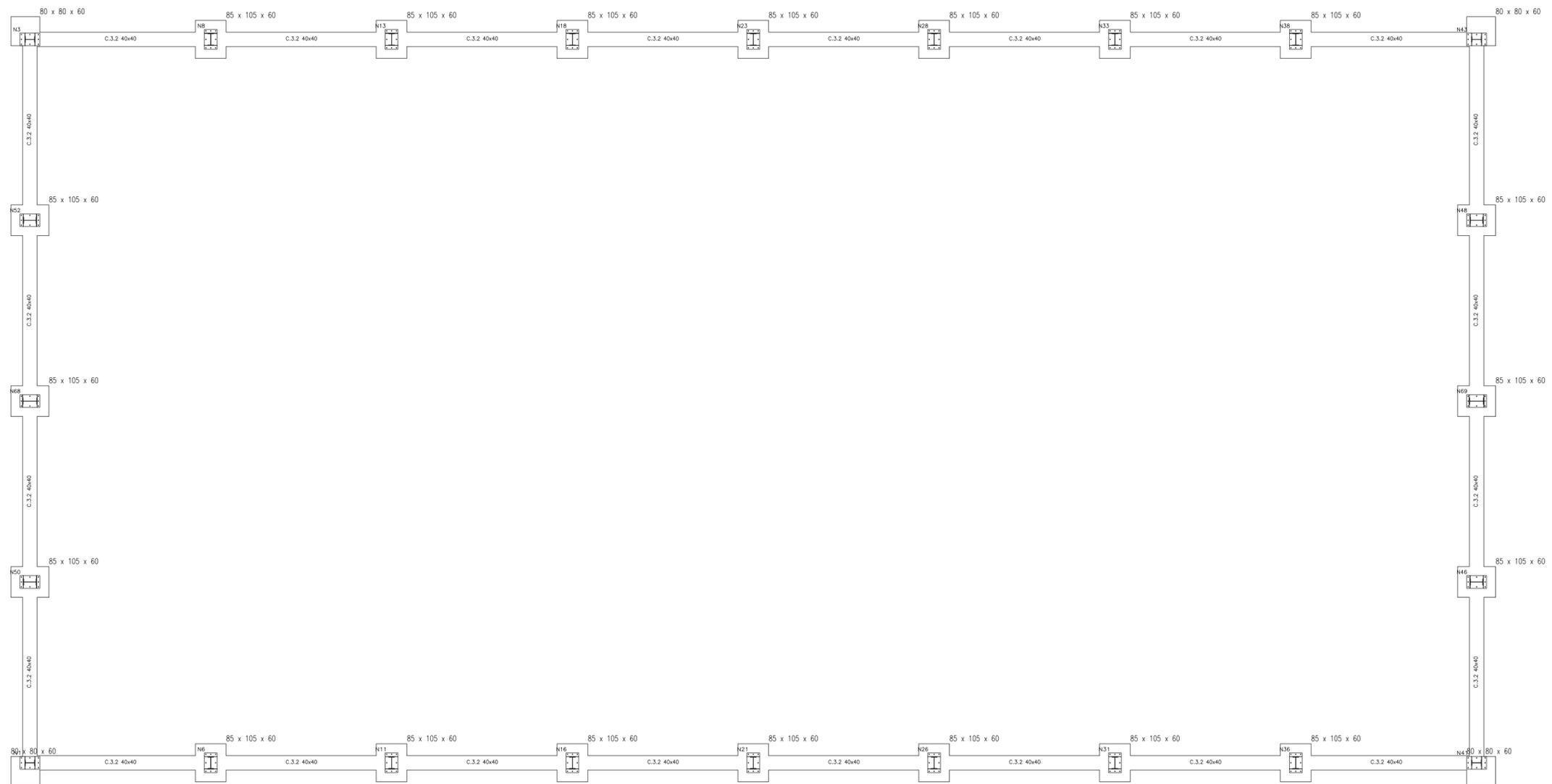
N52, N68, N50, N6, N11, N16, N21, N26,  
N31, N36, N46, N69, N48, N38, N33, N28,  
N23, N18, N13 y N8

NAVE\_01  
Obra  
Escala: 1:50



Elemento	Pos.	Diám.	No.	Long. (cm)	Total (cm)	B 500 S, Ys=1.15 (kg)
N52=N68=N50=N6=N11=N16 N21=N26=N31=N36=N46=N69 N48=N38=N33=N28=N23=N18 N13=N8	1	Ø12	5	104	520	4.6
	2	Ø12	4	124	496	4.4
Total+10%: (x20):						9.9 198.0
N1	3	Ø12	4	99	396	3.5
	4	Ø12	4	99	396	3.5
Total+10%:						7.7
N41	5	Ø12	4	99	396	3.5
	6	Ø12	4	99	396	3.5
Total+10%:						7.7
N43	7	Ø12	4	99	396	3.5
	8	Ø12	4	99	396	3.5
Total+10%:						7.7
N3	9	Ø12	4	99	396	3.5
	10	Ø12	4	99	396	3.5
Total+10%:						7.7
C [N3-N8]=C [N41-N36]	11	Ø20	2	605	1210	29.8
	12	Ø20	2	625	1250	30.8
	13	Ø8	23	133	3059	12.1
Total+10%: (x2):						80.0 160.0
						Ø8: 26.6 Ø12: 228.8 Ø20: 133.4 Total: 388.8

Nombre y apellidos: <b>David Elez Reche</b>		 <b>Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño</b> Diseño Estructura Básica de Nave Industrial
Escala: <b>1/100</b>	Plano: <b>Cimentación</b>	
		Fecha: <b>08/06/16</b>
		NºPlano: <b>05</b>



Cuadro de arranques		
Referencias	Pernos de Placas de Anclaje	Dimensión de Placas de Anclaje
N52, N68, N50, N6, N11, N16, N21, N26, N31, N36, N46, N69, N48, N38, N33, N28, N23, N18, N13, N8, N1, N41, N43 y N3	Ø20 mm L=50 cm	350x550x20 (mm)

Resumen Acero	Long. total	Peso+10%	Total
Elemento, Viga y Placa de anclaje	(m)	(kg)	
B 500 S, Ys=1.15	Ø8	712.9	309
	Ø12	234.9	229
	Ø20	591.4	1604
			2142

Nombre y apellidos: David Elez Reche		 Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño Diseño Estructura Básica de Nave Industrial
Escala: 1/200	Plano: Cimentación en planta	
		Fecha: 08/06/16
		NºPlano: 03



# PLIEGO DE CONDICIONES



## PLIEGO DE CONDICIONES

<b>1. Disposiciones Generales</b> .....	7
<b>1.1. Disposiciones de carácter general</b> .....	7
1.1.1. Objeto del Pliego de Condiciones .....	7
1.1.2. Contrato de obra.....	7
1.1.3. Documentación del contrato de obra .....	7
1.1.4. Reglamentación urbanística .....	8
1.1.5. Jurisdicción competente.....	8
1.1.6. Responsabilidad del Contratista .....	8
1.1.7. Accidentes de trabajo .....	8
1.1.8. Daños y perjuicios a terceros .....	9
1.1.9. Anuncios y carteles.....	9
1.1.10. Copia de documentos.....	9
1.1.11. Suministro de materiales.....	9
1.1.12. Causas de rescisión del contrato de obra.....	10
<b>1.2. Disposiciones relativas a trabajos, materiales y medios auxiliares</b> .....	11
1.2.1. Accesos y vallados.....	11
1.2.2. Replanteo .....	11
1.2.3. Inicio de la obra y ritmo de ejecución de los trabajos .....	11
1.2.4. Facilidades para otros contratistas .....	12
1.2.5. Ampliación del proyecto por causas imprevistas .....	12
1.2.6. Interpretaciones, aclaraciones y modificaciones del proyecto .....	13
1.2.7. Prorroga por causa de fuerza mayor.....	13
1.2.8. Responsabilidad de la dirección facultativa en retraso de obra .....	13
1.2.9. Trabajos defectuosos.....	14
1.2.10. Vicios ocultos.....	14
1.2.11. Procedencia de materiales, aparatos y equipos .....	14



1.2.12.	Presentación de muestras.....	15
1.2.13.	Materiales, aparatos y equipos defectuosos.....	15
1.2.14.	Gastos ocasionados por pruebas y ensayos.....	15
1.2.15.	Limpieza de las obras.....	16
1.3.	Disposiciones de las recepciones de edificios y obras anejas.....	16
1.3.1.	Consideraciones de carácter general.....	16
1.3.2.	Recepción provisional.....	16
1.3.3.	Documentación final de la obra.....	17
1.3.4.	Medición definitiva y liquidación provisional de la obra.....	17
1.3.5.	Plazo de garantía.....	17
1.3.6.	Conservación de las obras recibidas provisionalmente.....	18
1.3.7.	Recepción definitiva.....	18
1.3.8.	Prórroga del plazo de garantía.....	18
1.3.9.	Recepciones de trabajos cuya contrata haya sido rescindida.....	18
2.	Disposiciones Facultativas.....	19
2.1.	El Promotor.....	19
2.2.	El Projectista.....	19
2.3.	El Constructor o Contratista.....	19
2.4.	El Director de Obra.....	20
2.5.	El Director de la Ejecución de la Obra.....	20
2.6.	La Dirección Facultativa.....	20
2.7.	Visitas facultativas.....	20
3.	Disposiciones Económicas.....	21
3.1.	Definición.....	21
3.2.	Contrato de obra.....	21
3.3.	Criterio General.....	22
3.4.	Fianzas.....	22
3.4.1.	Ejecución de trabajos con cargo a la fianza.....	22

3.4.2.	Devolución de las fianzas .....	22
3.4.3.	Devolución de la fianza en el caso de efectuarse recepciones parciales .....	23
3.5.	De los precios .....	23
3.6.	Precio básico .....	23
3.7.	Precio unitario.....	23
3.8.	Obras por administración .....	25
4.	Pliego de condiciones técnicas.....	26
4.1.	Prescripciones sobre los materiales.....	26
4.2.	Garantías de calidad (Marcado CE).....	27
4.3.	Hormigones.....	29
4.3.1.	Hormigón estructural .....	29
4.3.1.1.	Condiciones de suministro .....	29
4.3.1.2.	Recepción y control.....	30
4.3.1.3.	Conservación, almacenamiento y manipulación .....	32
4.3.1.4.	Recomendaciones para su uso en obra .....	32
4.4.	Aceros para hormigón armado.....	33
4.4.1.	Aceros corrugados.....	33
4.4.1.1.	Condiciones de suministro .....	33
4.4.1.2.	Recepción y control.....	33
4.4.1.3.	Conservación, almacenamiento y manipulación .....	36
4.4.1.4.	Recomendaciones para su uso en obra .....	36
4.5.	Aceros para estructuras metálicas.....	37
4.5.1.	Aceros en perfiles laminados .....	37
4.5.1.1.	Condiciones de suministro .....	37
4.5.1.2.	Recepción y control.....	37
4.5.1.3.	Conservación, almacenamiento y manipulación .....	38
4.5.1.4.	Recomendaciones para su uso en obra .....	38



<b>4.6. Morteros</b> .....	38
<b>4.6.1. Morteros hechos en obra</b> .....	38
<b>4.6.1.1. Condiciones de suministro</b> .....	38
<b>4.6.1.2. Recepción y control</b> .....	39
<b>4.6.1.3. Conservación, almacenamiento y manipulación</b> .....	39
<b>4.6.1.4. Recomendaciones para su uso en obra</b> .....	39
<b>4.7. Conglomerantes</b> .....	40
<b>4.7.1. Cemento</b> .....	40
<b>4.7.1.1. Condiciones de suministro</b> .....	40
<b>4.7.1.2. Recepción y control</b> .....	41
<b>4.7.1.3. Conservación, almacenamiento y manipulación</b> .....	41
<b>4.7.1.4. Recomendaciones para su uso en obra</b> .....	42
<b>4.8. Carpintería y cerrajería</b> .....	44
<b>4.8.1. Puertas de madera</b> .....	44
<b>4.8.1.1. Condiciones de suministro</b> .....	44
<b>4.8.1.2. Recepción y control</b> .....	44
<b>4.8.1.3. Conservación, almacenamiento y manipulación</b> .....	44
<b>4.8.1.4. Recomendaciones para su uso en obra</b> .....	44
<b>4.9. Vidrios</b> .....	45
<b>4.9.1. Vidrios para la construcción</b> .....	45
<b>4.9.1.1. Condiciones de suministro</b> .....	45
<b>4.9.1.2. Recepción y control</b> .....	45
<b>4.9.1.3. Conservación, almacenamiento y manipulación</b> .....	45
<b>4.9.1.4. Recomendaciones para su uso en obra</b> .....	46
<b>4.10. Prescripciones en cuanto a la Ejecución por Unidad de Obra.</b> .....	46
<b>4.10.1. Acondicionamiento del terreno</b> .....	47
<b>4.10.2. Cimentaciones</b> .....	48
<b>4.10.3. Estructuras</b> .....	49



<b>4.10.4.</b>	<b>Fachadas .....</b>	<b>50</b>
<b>4.10.5.</b>	<b>Particiones.....</b>	<b>51</b>
<b>4.10.6.</b>	<b>Cubiertas .....</b>	<b>52</b>
<b>4.10.7.</b>	<b>Revestimientos .....</b>	<b>53</b>

## **1. Disposiciones Generales**

### **1.1. Disposiciones de carácter general**

#### **1.1.1. Objeto del Pliego de Condiciones**

La finalidad de este Pliego es la de fijar los criterios de la relación que se establece entre los agentes que intervienen en las obras definidas en el presente proyecto y servir de base para la realización del contrato de obra entre el Promotor y el Contratista.

#### **1.1.2. Contrato de obra**

Se recomienda la contratación de la ejecución de las obras por unidades de obra, con arreglo a los documentos del proyecto y en cifras fijas. A tal fin, el Director de Obra ofrece la documentación necesaria para la realización del contrato de obra.

#### **1.1.3. Documentación del contrato de obra**

Integran el contrato los siguientes documentos relacionados por orden de prelación en cuanto al valor de sus especificaciones en caso de omisión o aparente contradicción:

- 1º.- Las condiciones fijadas en el propio documento de Contrato Administrativo.
- 2º.- El Pliego de Condiciones particulares.
- 3º.- El presente Pliego General de Condiciones.
- 4º.- El resto de la documentación de Proyecto (memoria, planos, mediciones y presupuestos).

El presente proyecto en cumplimiento del artículo 58 del Reglamento General de Contratación del Estado, se refiere a una obra completa, siendo por tanto susceptible de ser entregada al uso a que se destina una vez finalizada la misma.

Las órdenes e instrucciones de la Dirección Facultativa de las obras se incorporan al Proyecto como interpretación, complemento o precisión de sus determinaciones.

En cada documento, las especificaciones literales prevalecen sobre las gráficas y en los planos, la cota prevalece sobre la medida a escala.

#### **1.1.4. Reglamentación urbanística**

La obra a construir se ajustará a todas las limitaciones del proyecto aprobado por los organismos competentes, especialmente las que se refieren al volumen, alturas, emplazamiento y ocupación del solar, así como a todas las condiciones de reforma del proyecto que pueda exigir la Administración para ajustarlo a las Ordenanzas, a las Normas y al Planeamiento Vigente.

#### **1.1.5. Jurisdicción competente**

En el caso de no llegar a un acuerdo cuando surjan diferencias entre las partes, ambas quedan obligadas a someter la discusión de todas las cuestiones derivadas de su contrato a las Autoridades y Tribunales Administrativos con arreglo a la legislación vigente, renunciando al derecho común y al fuero de su domicilio, siendo competente la jurisdicción donde estuviese ubicada la obra.

#### **1.1.6. Responsabilidad del Contratista**

El Contratista es responsable de la ejecución de las obras en las condiciones establecidas en el contrato y en los documentos que componen el Proyecto. En consecuencia, quedará obligado a la demolición y reconstrucción de todas las unidades de obra con deficiencias o mal ejecutadas, sin que pueda servir de excusa el hecho de que la Dirección Facultativa haya examinado y reconocido la construcción durante sus visitas de obra, ni que hayan sido abonadas en liquidaciones parciales.

#### **1.1.7. Accidentes de trabajo**

Es de obligado cumplimiento 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 y demás legislación vigente que, tanto directa como indirectamente,

inciden sobre la planificación de la seguridad y salud en el trabajo de la construcción, conservación y mantenimiento de edificios. Es responsabilidad del Coordinador de Seguridad y Salud, en virtud del Real Decreto 1627/97, el control y el seguimiento, durante toda la ejecución de la obra, del Plan de Seguridad y Salud redactado por el Contratista.

#### **1.1.8. Daños y perjuicios a terceros**

El Contratista será responsable de todos los accidentes que, por inexperiencia o descuido, sobrevinieran tanto en la edificación donde se efectúen las obras como en las colindantes. Será por tanto de su cuenta el abono de las indemnizaciones a quien corresponda y cuando a ello hubiere lugar, y de todos los daños y perjuicios que puedan ocasionarse o causarse en las operaciones de la ejecución de las obras. Asimismo, será responsable de los daños y perjuicios directos o indirectos que se puedan ocasionar frente a terceros como consecuencia de la obra, tanto en ella como en sus alrededores, incluso los que se produzcan por omisión o negligencia del personal a su cargo, así como los que se deriven de los subcontratistas e industriales que intervengan en la obra. Es de su responsabilidad mantener vigente durante la ejecución de los trabajos una póliza de seguros frente a terceros, en la modalidad de "Todo riesgo al derribo y la construcción", suscrita por una compañía aseguradora con la suficiente solvencia para la cobertura de los trabajos contratados. Dicha póliza será aportada y ratificada por el Promotor o Propiedad, no pudiendo ser cancelada mientras no se firme el Acta de Recepción Provisional de la obra.

#### **1.1.9. Anuncios y carteles**

Sin previa autorización del Promotor, no se podrán colocar en las obras ni en sus vallas más inscripciones o anuncios que los convenientes al régimen de los trabajos y los exigidos por la policía local.

#### **1.1.10. Copia de documentos**

El Contratista, a su costa, tiene derecho a sacar copias de los documentos integrantes del Proyecto.

#### **1.1.11. Suministro de materiales**

Se especificará en el Contrato la responsabilidad que pueda caber al Contratista por retraso en el plazo de terminación o en plazos parciales, como consecuencia de deficiencias o faltas en los suministros.

#### **1.1.12. Causas de rescisión del contrato de obra**

Se considerarán causas suficientes de rescisión de contrato:

- La muerte o incapacitación del Contratista.
- La quiebra del Contratista.
- Las alteraciones del contrato por las causas siguientes:

La modificación del proyecto en forma tal que represente alteraciones fundamentales del mismo a juicio del Director de Obra y, en cualquier caso, siempre que la variación del Presupuesto de Ejecución Material, como consecuencia de estas modificaciones, represente una desviación mayor del 20%.

Las modificaciones de unidades de obra, siempre que representen variaciones en más o en menos del 40% del proyecto original, o más de un 50% de unidades de obra del proyecto reformado.

- La suspensión de obra comenzada, siempre que el plazo de suspensión haya excedido de un año y, en todo caso, siempre que por causas ajenas al Contratista no se dé comienzo a la obra adjudicada dentro del plazo de tres meses a partir de la adjudicación. En este caso, la devolución de la fianza será automática.
- Que el Contratista no comience los trabajos dentro del plazo señalado en el contrato.
- El vencimiento del plazo de ejecución de la obra.
- El abandono de la obra sin causas justificadas.

## **1.2. Disposiciones relativas a trabajos, materiales y medios auxiliares**

Se describen las disposiciones básicas a considerar en la ejecución de las obras, relativas a los trabajos, materiales y medios auxiliares, así como a las recepciones de los edificios objeto del presente proyecto y sus obras anejas.

### **1.2.1. Accesos y vallados**

El Contratista dispondrá, por su cuenta, los accesos a la obra, el cerramiento o el vallado de ésta y su mantenimiento durante la ejecución de la obra, pudiendo exigir el Director de Ejecución de la Obra su modificación o mejora.

### **1.2.2. Replanteo**

El Contratista iniciará "in situ" el replanteo de las obras, señalando las referencias principales que mantendrá como base de posteriores replanteos parciales. Dichos trabajos se considerarán a cargo del Contratista e incluidos en su oferta económica. Asimismo, someterá el replanteo a la aprobación del Director de Ejecución de la Obra y, una vez éste haya dado su conformidad, preparará el Acta de Inicio y Replanteo de la Obra acompañada de un plano de replanteo definitivo, que deberá ser aprobado por el Director de Obra. Será responsabilidad del Contratista la deficiencia o la omisión de este trámite.

### **1.2.3. Inicio de la obra y ritmo de ejecución de los trabajos**

El Contratista dará comienzo a las obras en el plazo especificado en el respectivo contrato, desarrollándose de manera adecuada para que dentro de los períodos parciales señalados se realicen los trabajos, de modo que la ejecución total se lleve a cabo dentro del plazo establecido en el contrato. Será obligación del Contratista comunicar a la Dirección Facultativa el inicio de las obras, de forma fehaciente y preferiblemente por escrito, al menos con tres días de antelación. El Director de Obra redactará el acta de comienzo de la obra y la suscribirán en la misma obra junto con él, el día de comienzo de los trabajos, el Director de la Ejecución de la Obra, el Promotor y el Contratista. Para la formalización del acta de comienzo de la

obra, el Director de la Obra comprobará que en la obra existe copia de los siguientes documentos:

- Proyecto de Ejecución, Anejos y modificaciones.
- Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo y su acta de aprobación por parte del Coordinador de Seguridad y Salud durante la ejecución de los trabajos.
- Licencia de Obra otorgada por el Ayuntamiento.
- Aviso previo a la Autoridad laboral competente efectuado por el Promotor.
- Comunicación de apertura de centro de trabajo efectuada por el Contratista.
- Otras autorizaciones, permisos y licencias que sean preceptivas por otras administraciones.

La fecha del acta de comienzo de la obra marca el inicio de los plazos parciales y total de la ejecución de la obra.

#### **1.2.4. Facilidades para otros contratistas**

De acuerdo con lo que requiera la Dirección Facultativa, el Contratista dará todas las facilidades razonables para la realización de los trabajos que le sean encomendados a los Subcontratistas u otros Contratistas que intervengan en la ejecución de la obra. Todo ello sin perjuicio de las compensaciones económicas a que haya lugar por la utilización de los medios auxiliares o los suministros de energía u otros conceptos. En caso de litigio, todos ellos se ajustarán a lo que resuelva la Dirección Facultativa.

#### **1.2.5. Ampliación del proyecto por causas imprevistas**

Cuando se precise ampliar el Proyecto, por motivo imprevisto o por cualquier incidencia, no se interrumpirán los trabajos, continuándose según las instrucciones de la Dirección Facultativa en tanto se formula o se tramita el Proyecto Reformado. El Contratista está obligado a realizar, con su personal y sus medios materiales, cuanto la

Dirección de Ejecución de la Obra disponga para apeos, apuntalamientos, derribos, recalces o cualquier obra de carácter urgente, anticipando de momento este servicio, cuyo importe le será consignado en un presupuesto adicional o abonado directamente, de acuerdo con lo que se convenga.

#### **1.2.6. Interpretaciones, aclaraciones y modificaciones del proyecto**

El Contratista podrá requerir del Director de Obra o del Director de Ejecución de la Obra, según sus respectivos cometidos y atribuciones, las instrucciones o aclaraciones que se precisen para la correcta interpretación y ejecución de la obra proyectada. Cuando se trate de interpretar, aclarar o modificar preceptos de los Pliegos de Condiciones o indicaciones de los planos, croquis, órdenes e instrucciones correspondientes, se comunicarán necesariamente por escrito al Contratista, estando éste a su vez obligado a devolver los originales o las copias, suscribiendo con su firma el enterado, que figurará al pie de todas las órdenes, avisos e instrucciones que reciba tanto del Director de Ejecución de la Obra, como del Director de Obra. Cualquier reclamación que crea oportuno hacer el Contratista en contra de las disposiciones tomadas por la Dirección Facultativa, habrá de dirigirla, dentro del plazo de tres días, a quien la hubiera dictado, el cual le dará el correspondiente recibo, si éste lo solicitase.

#### **1.2.7. Prorroga por causa de fuerza mayor**

Si, por causa de fuerza mayor o independientemente de la voluntad del Contratista, éste no pudiese comenzar las obras, tuviese que suspenderlas o no le fuera posible terminarlas en los plazos prefijados, se le otorgará una prórroga proporcionada para su cumplimiento, previo informe favorable del Director de Obra. Para ello, el Contratista expondrá, en escrito dirigido al Director de Obra, la causa que impide la ejecución o la marcha de los trabajos y el retraso que por ello se originaría en los plazos acordados, razonando debidamente la prórroga que por dicha causa solicita.

#### **1.2.8. Responsabilidad de la dirección facultativa en retraso de obra**

El Contratista no podrá excusarse de no haber cumplido los plazos de obras estipulados, alegando como causa la carencia de planos u órdenes de la Dirección

Facultativa, a excepción del caso en que habiéndolo solicitado por escrito, no se le hubiese proporcionado.

#### **1.2.9. Trabajos defectuosos**

El Contratista debe emplear los materiales que cumplan las condiciones exigidas en el proyecto, y realizará todos y cada uno de los trabajos contratados de acuerdo con lo estipulado.

#### **1.2.10. Vicios ocultos**

El Contratista es el único responsable de los vicios ocultos y de los defectos de la construcción, durante la ejecución de las obras y el periodo de garantía, hasta los plazos prescritos después de la terminación de las obras en la vigente L.O.E., aparte de otras responsabilidades legales o de cualquier índole que puedan derivarse. Si el Director de Ejecución de la Obra tuviese fundadas razones para creer en la existencia de vicios ocultos de construcción en las obras ejecutadas, ordenará, cuando estime oportuno, realizar antes de la recepción definitiva los ensayos, destructivos o no, que considere necesarios para reconocer o diagnosticar los trabajos que suponga defectuosos, dando cuenta de la circunstancia al Director de Obra. El Contratista demolerá, y reconstruirá posteriormente a su cargo, todas las unidades de obra mal ejecutadas, sus consecuencias, daños y perjuicios, no pudiendo eludir su responsabilidad por el hecho de que el Director de Obra y/o el Director del Ejecución de Obra lo hayan examinado o reconocido con anterioridad, o que haya sido conformada o abonada una parte o la totalidad de las obras mal ejecutadas.

#### **1.2.11. Procedencia de materiales, aparatos y equipos**

El Contratista tiene libertad de proveerse de los materiales, aparatos y equipos de todas clases donde considere oportuno y conveniente para sus intereses, excepto en aquellos casos en los se preceptúe una procedencia y características específicas en el proyecto. Obligatoriamente, y antes de proceder a su empleo, acopio y puesta en obra, el Contratista deberá presentar al Director de Ejecución de la Obra una lista completa de los materiales, aparatos y equipos que vaya a utilizar, en la que se especifiquen todas las indicaciones sobre sus características técnicas, marcas, calidades, procedencia e idoneidad de cada uno de ellos.

### **1.2.12. Presentación de muestras**

A petición del Director de Obra, el Contratista presentará las muestras de los materiales, aparatos y equipos, siempre con la antelación prevista en el calendario de obra.

### **1.2.13. Materiales, aparatos y equipos defectuosos**

Cuando los materiales, aparatos, equipos y elementos de instalaciones no fuesen de la calidad y características técnicas prescritas en el proyecto, no tuvieran la preparación en él exigida o cuando, a falta de prescripciones formales, se reconociera o demostrara que no son los adecuados para su fin, el Director de Obra, a instancias del Director de Ejecución de la Obra, dará la orden al Contratista de sustituirlos por otros que satisfagan las condiciones o sean los adecuados al fin al que se destinen. Si, a los 15 días de recibir el Contratista orden de que retire los materiales que no estén en condiciones, ésta no ha sido cumplida, podrá hacerlo el Promotor o Propiedad a cuenta de Contratista. En el caso de que los materiales, aparatos, equipos o elementos de instalaciones fueran defectuosos, pero aceptables a juicio del Director de Obra, se recibirán con la rebaja del precio que aquél determine, a no ser que el Contratista prefiera sustituirlos por otros en condiciones.

### **1.2.14. Gastos ocasionados por pruebas y ensayos**

Todos los gastos originados por las pruebas y ensayos de materiales o elementos que intervengan en la ejecución de las obras correrán a cargo y cuenta del Contratista. Todo ensayo que no resulte satisfactorio, no se realice por omisión del Contratista, o que no ofrezca las suficientes garantías, podrá comenzarse nuevamente o realizarse nuevos ensayos o pruebas especificadas en el proyecto, a cargo y cuenta del Contratista y con la penalización correspondiente, así como todas las obras complementarias a que pudieran dar lugar cualquiera de los supuestos anteriormente citados y que el Director de Obra considere necesarios.

### **1.2.15. Limpieza de las obras**

Es obligación del Contratista mantener limpias las obras y sus alrededores tanto de escombros como de materiales sobrantes, retirar las instalaciones provisionales que no sean necesarias, así como ejecutar todos los trabajos y adoptar las medidas que sean apropiadas para que la obra presente buen aspecto.

## **1.3. Disposiciones de las recepciones de edificios y obras anejas**

### **1.3.1. Consideraciones de carácter general**

La recepción de la obra es el acto por el cual el Contratista, una vez concluida la obra, hace entrega de la misma al Promotor y es aceptada por éste. Podrá realizarse con o sin reservas y deberá abarcar la totalidad de la obra o fases completas y terminadas de la misma, cuando así se acuerde por las partes. La recepción deberá consignarse en un acta firmada, al menos, por el Promotor y el Contratista, haciendo constar:

- Las partes que intervienen.
- La fecha del certificado final de la totalidad de la obra o de la fase completa y terminada de la misma.
- El coste final de la ejecución material de la obra.
- La declaración de la recepción de la obra con o sin reservas, especificando, en su caso, éstas de manera objetiva, y el plazo en que deberán quedar subsanados los defectos observados. Una vez subsanados los mismos, se hará constar en un acta aparte, suscrita por los firmantes de la recepción.
- Las garantías que, en su caso, se exijan al Contratista para asegurar sus responsabilidades.

### **1.3.2. Recepción provisional**

Treinta días antes de dar por finalizadas las obras, comunicará el Director de Ejecución de la Obra al Promotor o Propiedad la proximidad de su terminación a fin de convenir el acto de la Recepción Provisional. Ésta se realizará con la intervención de

la Propiedad, del Contratista, del Director de Obra y del Director de Ejecución de la Obra. Se convocará también a los restantes técnicos que, en su caso, hubiesen intervenido en la dirección con función propia en aspectos parciales o unidades especializadas. Practicado un detenido reconocimiento de las obras, se extenderá un acta con tantos ejemplares como intervinientes y firmados por todos ellos. Desde esta fecha empezará a correr el plazo de garantía, si las obras se hallasen en estado de ser admitidas. Seguidamente, los Técnicos de la Dirección extenderán el correspondiente Certificado de Final de Obra.

Cuando las obras no se hallen en estado de ser recibidas, se hará constar expresamente en el Acta y se darán al Contratista las oportunas instrucciones para subsanar los defectos observados, fijando un plazo para subsanarlos, expirado el cual se efectuará un nuevo reconocimiento a fin de proceder a la recepción provisional de la obra. Si el Contratista no hubiese cumplido, podrá declararse resuelto el contrato con la pérdida de la fianza.

### **1.3.3. Documentación final de la obra**

El Director de Ejecución de la Obra, asistido por el Contratista y los técnicos que hubieren intervenido en la obra, redactará la documentación final de las obras, que se facilitará al Promotor, con las especificaciones y contenidos dispuestos por la legislación vigente.

### **1.3.4. Medición definitiva y liquidación provisional de la obra**

Recibidas provisionalmente las obras, se procederá inmediatamente por el Director de Ejecución de la Obra a su medición definitiva, con precisa asistencia del Contratista o de su representante. Se extenderá la oportuna certificación por triplicado que, aprobada por el Director de Obra con su firma, servirá para el abono por el Promotor del saldo resultante menos la cantidad retenida en concepto de fianza.

### **1.3.5. Plazo de garantía**

El plazo de garantía deberá estipularse en el contrato privado y, en cualquier caso, nunca deberá ser inferior a seis meses

### **1.3.6. Conservación de las obras recibidas provisionalmente**

Los gastos de conservación durante el plazo de garantía comprendido entre las recepciones provisional y definitiva, correrán a cargo y cuenta del Contratista. Si el edificio fuese ocupado o utilizado antes de la recepción definitiva, la guardería, limpieza y reparaciones ocasionadas por el uso correrán a cargo de la Propiedad y las reparaciones por vicios de obra o por defectos en las instalaciones, serán a cargo del Contratista.

### **1.3.7. Recepción definitiva**

La recepción definitiva se realizará después de transcurrido el plazo de garantía, en igual modo y con las mismas formalidades que la provisional. A partir de esa fecha cesará la obligación del Contratista de reparar a su cargo aquellos desperfectos inherentes a la normal conservación de los edificios, y quedarán sólo subsistentes todas las responsabilidades que pudieran derivar de los vicios de construcción.

### **1.3.8. Prórroga del plazo de garantía**

Si, al proceder al reconocimiento para la recepción definitiva de la obra, no se encontrase ésta en las condiciones debidas, se aplazará dicha recepción definitiva y el Director de Obra indicará al Contratista los plazos y formas en que deberán realizarse las obras necesarias. De no efectuarse dentro de aquellos, podrá resolverse el contrato con la pérdida de la fianza.

### **1.3.9. Recepciones de trabajos cuya contrata haya sido rescindida**

En caso de resolución del contrato, el Contratista vendrá obligado a retirar, en el plazo fijado, la maquinaria, instalaciones y medios auxiliares, a resolver los subcontratos que tuviese concertados y a dejar la obra en condiciones de ser reanudada por otra empresa sin problema alguno. Las obras y trabajos terminados por completo se recibirán provisionalmente con los trámites establecidos anteriormente. Transcurrido el plazo de garantía, se recibirán definitivamente según lo dispuesto anteriormente. Para las obras y trabajos no determinados, pero aceptables a juicio del Director de Obra, se efectuará una sola y definitiva recepción.

## **2. Disposiciones Facultativas**

### **2.1. El Promotor**

Es la persona física o jurídica, pública o privada, que individual o colectivamente decide, impulsa, programa y financia, con recursos propios o ajenos, las obras de edificación para sí o para su posterior enajenación, entrega o cesión a terceros bajo cualquier título. Asume la iniciativa de todo el proceso de la edificación, impulsando la gestión necesaria para llevar a cabo la obra inicialmente proyectada, y se hace cargo de todos los costes necesarios. Según la legislación vigente, a la figura del promotor se equiparan también las de gestor de sociedades cooperativas, comunidades de propietarios, u otras análogas que asumen la gestión económica de la edificación. Cuando las Administraciones públicas y los organismos sujetos a la legislación de contratos de las Administraciones públicas actúen como promotores, se regirán por la legislación de contratos de las Administraciones públicas y, en lo no contemplado en la misma, por las disposiciones de la L.O.E.

### **2.2. El Projectista**

Es el agente que, por encargo del promotor y con sujeción a la normativa técnica y urbanística correspondiente, redacta el proyecto. Podrán redactar proyectos parciales del proyecto, o partes que lo complementen, otros técnicos, de forma coordinada con el autor de éste. Cuando el proyecto se desarrolle o complete mediante proyectos parciales u otros documentos técnicos según lo previsto en el apartado 2 del artículo 4 de la L.O.E., cada projectista asumirá la titularidad de su proyecto.

### **2.3. El Constructor o Contratista**

Es el agente que asume, contractualmente ante el Promotor, el compromiso de ejecutar con medios humanos y materiales, propios o ajenos, las obras o parte de las mismas con sujeción al Proyecto y al Contrato de obra. La ley señala como responsable explícito de los vicios o defectos constructivos al contratista general de la obra, sin perjuicio del derecho o de repetición de éste hacia los subcontratistas.

## **2.4. El Director de Obra**

Es el agente que, formando parte de la dirección facultativa, dirige el desarrollo de la obra en los aspectos técnicos, estéticos, urbanísticos y medioambientales, de conformidad con el proyecto que la define, la licencia de edificación y demás autorizaciones preceptivas, y las condiciones del contrato, con el objeto de asegurar su adecuación al fin propuesto. Podrán dirigir las obras de los proyectos parciales otros técnicos, bajo la coordinación del Director de Obra.

## **2.5. El Director de la Ejecución de la Obra**

Es el agente que, formando parte de la Dirección Facultativa, asume la función técnica de dirigir la Ejecución Material de la Obra y de controlar cualitativa y cuantitativamente la construcción y calidad de lo edificado. Para ello es requisito indispensable el estudio y análisis previo del proyecto de ejecución una vez redactado por el Arquitecto, procediendo a solicitarle, con antelación al inicio de las obras, todas aquellas aclaraciones, subsanaciones o documentos complementarios que, dentro de su competencia y atribuciones legales, estimare necesarios para poder dirigir de manera solvente la ejecución de las mismas.

## **2.6. La Dirección Facultativa**

En correspondencia con la L.O.E., la Dirección Facultativa está compuesta por la Dirección de Obra y la Dirección de Ejecución de la Obra. A la Dirección Facultativa se integrará el Coordinador en materia de Seguridad y Salud en fase de ejecución de la obra, en el caso de que se haya adjudicado dicha misión a facultativo distinto de los anteriores. Representa técnicamente los intereses del promotor durante la ejecución de la obra, dirigiendo el proceso de construcción en función de las atribuciones profesionales de cada técnico participante.

## **2.7. Visitas facultativas**

Son las realizadas a la obra de manera conjunta o individual por cualquiera de los miembros que componen la Dirección Facultativa. La intensidad y número de visitas dependerá de los cometidos que a cada agente le son propios, pudiendo variar en función de los requerimientos específicos.

### **3. Disposiciones Económicas**

#### **3.1. Definición**

Las condiciones económicas fijan el marco de relaciones económicas para el abono y recepción de la obra. Tienen un carácter subsidiario respecto al contrato de obra, establecido entre las partes que intervienen, Promotor y Contratista, que es en definitiva el que tiene validez.

#### **3.2. Contrato de obra**

Se aconseja que se firme el contrato de obra, entre el Promotor y el Contratista, antes de iniciarse las obras, evitando en lo posible la realización de la obra por administración. A la Dirección Facultativa (Director de Obra y Director de Ejecución de la Obra) se le facilitará una copia del contrato de obra, para poder certificar en los términos pactados. Sólo se aconseja contratar por administración aquellas partidas de obra irrelevantes y de difícil cuantificación, o cuando se desee un acabado muy esmerado. El contrato de obra deberá prever las posibles interpretaciones y discrepancias que pudieran surgir entre las partes, así como garantizar que la Dirección Facultativa pueda, de hecho, COORDINAR, DIRIGIR y CONTROLAR la obra, por lo que es conveniente que se especifiquen y determinen con claridad, como mínimo, los siguientes puntos:

- Documentos a aportar por el Contratista.
- Condiciones de ocupación del solar e inicio de las obras.
- Determinación de los gastos de enganches y consumos.
- Responsabilidades y obligaciones del Contratista: Legislación laboral.
- Responsabilidades y obligaciones del Promotor.
- Presupuesto del Contratista.
- Revisión de precios (en su caso).
- Forma de pago: Certificaciones.
- Retenciones en concepto de garantía (nunca menos del 5%).
- Plazos de ejecución: Planning.
- Retraso de la obra: Penalizaciones.
- Recepción de la obra: Provisional y definitiva.

- Litigio entre las partes.

Dado que este Pliego de Condiciones Económicas es complemento del contrato de obra, en caso de que no exista contrato de obra alguno entre las partes se le comunicará a la Dirección Facultativa, que pondrá a disposición de las partes el presente Pliego de Condiciones Económicas que podrá ser usado como base para la redacción del correspondiente contrato de obra.

### **3.3. Criterio General**

Todos los agentes que intervienen en el proceso de la construcción, definidos en la Ley 38/1999 de Ordenación de la Edificación (L.O.E.), tienen derecho a percibir puntualmente las cantidades devengadas por su correcta actuación con arreglo a las condiciones contractualmente establecidas, pudiendo exigirse recíprocamente las garantías suficientes para el cumplimiento diligente de sus obligaciones de pago.

### **3.4. Fianzas**

El Contratista presentará una fianza con arreglo al procedimiento que se estipule en el contrato de obra:

#### **3.4.1. Ejecución de trabajos con cargo a la fianza**

Si el contratista se negase a hacer por su cuenta los trabajos precisos para ultimar la obra en las condiciones contratadas, el Director de Obra, en nombre y representación del Promotor, los ordenará ejecutar a un tercero, o podrá realizarlos directamente por administración, abonando su importe con la fianza depositada, sin perjuicio de las acciones a que tenga derecho el Promotor, en el caso de que el importe de la fianza no bastase para cubrir el importe de los gastos efectuados en las unidades de obra que no fuesen de recibo.

#### **3.4.2. Devolución de las fianzas**

La fianza recibida será devuelta al Contratista en un plazo establecido en el contrato de obra, una vez firmada el Acta de Recepción Definitiva de la obra. El Promotor podrá exigir que el Contratista le acredite la liquidación y finiquito de sus

deudas causadas por la ejecución de la obra, tales como salarios, suministros y subcontratos.

### 3.4.3. Devolución de la fianza en el caso de efectuarse recepciones parciales

Si el Promotor, con la conformidad del Director de Obra, accediera a hacer recepciones parciales, tendrá derecho el Contratista a que se le devuelva la parte proporcional de la fianza.

## 3.5. De los precios

El objetivo principal de la elaboración del presupuesto es anticipar el coste del proceso de construir la obra. Descompondremos el presupuesto en unidades de obra, componente menor que se contrata y certifica por separado, y basándonos en esos precios, calcularemos el presupuesto.

### 3.6. Precio básico

Es el precio por unidad (ud, m, kg, etc.) de un material dispuesto a pie de obra, (incluido su transporte a obra, descarga en obra, embalajes, etc.) o el precio por hora de la maquinaria y de la mano de obra.

### 3.7. Precio unitario

Es el precio de una unidad de obra que obtendremos como suma de los siguientes costes:

- **Costes directos:** calculados como suma de los productos "precio básico x cantidad" de la mano de obra, maquinaria y materiales que intervienen en la ejecución de la unidad de obra.
- **Medios auxiliares:** Costes directos complementarios, calculados en forma porcentual como porcentaje de otros componentes, debido a que representan los costes directos que intervienen en la ejecución de la unidad de obra y que son de difícil cuantificación. Son diferentes para cada unidad de obra.

- **Costes indirectos:** aplicados como un porcentaje de la suma de los costes directos y medios auxiliares, igual para cada unidad de obra debido a que representan los costes de los factores necesarios para la ejecución de la obra que no se corresponden a ninguna unidad de obra en concreto.

En relación a la composición de los precios, el vigente Reglamento general de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas (Real Decreto 1098/2001, de 12 de octubre) establece que la composición y el cálculo de los precios de las distintas unidades de obra se base en la determinación de los costes directos e indirectos precisos para su ejecución, sin incorporar, en ningún caso, el importe del Impuesto sobre el Valor Añadido que pueda gravar las entregas de bienes o prestaciones de servicios realizados.

Considera costes directos:

- La mano de obra que interviene directamente en la ejecución de la unidad de obra.
- Los materiales, a los precios resultantes a pie de obra, que quedan integrados en la unidad de que se trate o que sean necesarios para su ejecución.
- Los gastos de personal, combustible, energía, etc., que tengan lugar por el accionamiento o funcionamiento de la maquinaria e instalaciones utilizadas en la ejecución de la unidad de obra.
- Los gastos de amortización y conservación de la maquinaria e instalaciones anteriormente citadas.

Deben incluirse como costes indirectos: Los gastos de instalación de oficinas a pie de obra, comunicaciones, edificación de almacenes, talleres, pabellones temporales para obreros, laboratorio, etc., los del personal técnico y administrativo adscrito exclusivamente a la obra y los imprevistos. Todos estos gastos, excepto aquéllos que se reflejen en el presupuesto valorados en unidades de obra o en partidas alzadas, se cifrarán en un porcentaje de los costes directos, igual para todas las unidades de obra, que adoptará, en cada caso, el autor del proyecto a la vista de la naturaleza de la obra proyectada, de la importancia de su presupuesto y de su previsible plazo de ejecución. Las características técnicas de cada unidad de obra, en las que se incluyen todas las especificaciones necesarias para su correcta ejecución, se encuentran en el apartado de 'Prescripciones en cuanto a la Ejecución por Unidad

de Obra.', junto a la descripción del proceso de ejecución de la unidad de obra. Si en la descripción del proceso de ejecución de la unidad de obra no figurase alguna operación necesaria para su correcta ejecución, se entiende que está incluida en el precio de la unidad de obra, por lo que no supondrá cargo adicional o aumento de precio de la unidad de obra contratada. Para mayor aclaración, se exponen algunas operaciones o trabajos, que se entiende que siempre forman parte del proceso de ejecución de las unidades de obra:

- El transporte y movimiento vertical y horizontal de los materiales en obra, incluso carga y descarga de los camiones.
- Eliminación de restos, limpieza final y retirada de residuos a vertedero de obra.
- Transporte de escombros sobrantes a vertedero autorizado.
- Montaje, comprobación y puesta a punto.
- Las correspondientes legalizaciones y permisos en instalaciones.
- Maquinaria, andamiajes y medios auxiliares necesarios.

Trabajos que se considerarán siempre incluidos y para no ser reiterativos no se especifican en cada una de las unidades de obra.

### **3.8. Obras por administración**

Se denominan "Obras por administración" aquellas en las que las gestiones que se precisan para su realización las lleva directamente el Promotor, bien por sí mismo, por un representante suyo o por mediación de un Contratista. Las obras por administración se clasifican en dos modalidades:

- Obras por administración directa.
- Obras por administración delegada o indirecta.

Según la modalidad de contratación, en el contrato de obra se regulará:

- Su liquidación.
- El abono al Contratista de las cuentas de administración delegada.
- Las normas para la adquisición de los materiales y aparatos.
- Responsabilidades del Contratista en la contratación por administración en general y, en particular, la debida al bajo rendimiento de los obreros.

## **4. Pliego de condiciones técnicas**

### **4.1. Prescripciones sobre los materiales**

Para facilitar la labor a realizar, por parte del Director de la Ejecución de la Obra, para el control de recepción en obra de los productos, equipos y sistemas que se suministren a la obra de acuerdo con lo especificado en el artículo 7.2. del CTE, en el presente proyecto se especifican las características técnicas que deberán cumplir los productos, equipos y sistemas suministrados. Los productos, equipos y sistemas suministrados deberán cumplir las condiciones que sobre ellos se especifican 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. Tendrán preferencia en cuanto a su aceptabilidad aquellos materiales que estén en posesión de Documento de Idoneidad Técnica que avale sus calidades, emitido por Organismos Técnicos reconocidos. Este control de recepción en obra de productos, equipos y sistemas comprenderá según el artículo 7.2. del CTE:

- El control de la documentación de los suministros, realizado de acuerdo con el artículo 7.2.1.
- El control mediante distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad, según el artículo 7.2.2.
- El control mediante ensayos, conforme al artículo 7.2.3.

Por parte del Constructor o Contratista debe existir obligación de comunicar a los suministradores de productos las calidades que se exigen para los distintos materiales, aconsejándose que previamente al empleo de los mismos se solicite la aprobación del Director de Ejecución de la Obra y de las entidades y laboratorios encargados del control de calidad de la obra. El Contratista será responsable de que los materiales empleados cumplan con las condiciones exigidas, independientemente del nivel de control de calidad que se establezca para la aceptación de los mismos. El Contratista notificará al Director de Ejecución de la Obra, con suficiente antelación, la procedencia de los materiales que se proponga utilizar, aportando, cuando así lo solicite el Director de Ejecución de la Obra, las muestras y datos necesarios para

decidir acerca de su aceptación. Estos materiales serán reconocidos por el Director de Ejecución de la Obra antes de su empleo en obra, sin cuya aprobación no podrán ser acopiados en obra ni se podrá proceder a su colocación. Así mismo, aún después de colocados en obra, aquellos materiales que presenten defectos no percibidos en el primer reconocimiento, siempre que vaya en perjuicio del buen acabado de la obra, serán retirados de la obra. Todos los gastos que ello ocasionase serán a cargo del Contratista. El hecho de que el Contratista subcontrate cualquier partida de obra no le exime de su responsabilidad. La simple inspección o examen por parte de los Técnicos no supone la recepción absoluta de los mismos, siendo los oportunos ensayos los que determinen su idoneidad, no extinguiéndose la responsabilidad contractual del Contratista a estos efectos hasta la recepción definitiva de la obra.

#### **4.2. Garantías de calidad (Marcado CE)**

El término producto de construcción queda definido como cualquier producto fabricado para su incorporación, con carácter permanente, a las obras de edificación e ingeniería civil que tengan incidencia sobre los siguientes requisitos esenciales:

- Resistencia mecánica y estabilidad.
- Seguridad en caso de incendio.
- Higiene, salud y medio ambiente.
- Seguridad de utilización.
- Protección contra el ruido.
- Ahorro de energía y aislamiento térmico.

El marcado CE de un producto de construcción indica:

- Que éste cumple con unas determinadas especificaciones técnicas relacionadas con los requisitos esenciales contenidos en las Normas Armonizadas (EN) y en las Guías DITE (Guías para el Documento de Idoneidad Técnica Europeo).
- Que se ha cumplido el sistema de evaluación de la conformidad establecido por la correspondiente Decisión de la Comisión Europea.

Siendo el fabricante el responsable de su fijación y la Administración competente en materia de industria la que vele por la correcta utilización del marcado CE. Es obligación del Director de la Ejecución de la Obra verificar si los productos que entran en la obra están afectados por el cumplimiento del sistema del marcado CE y, en caso de ser así, si se cumplen las condiciones establecidas en el Real Decreto 1630/1992 por el que se transpone a nuestro ordenamiento legal la Directiva de Productos de Construcción 89/106/CEE. El marcado CE se materializa mediante el símbolo “CE” acompañado de una información complementaria. El fabricante debe cuidar de que el marcado CE figure, por orden de preferencia:

- En el producto propiamente dicho.
- En una etiqueta adherida al mismo.
- En su envase o embalaje.
- En la documentación comercial que le acompaña.

Las letras del símbolo CE se realizan según el dibujo adjunto y deben tener una dimensión vertical no inferior a 5 mm. del símbolo CE deben estar situadas en una de las cuatro posibles localizaciones una serie de inscripciones complementarias, cuyo contenido específico se determina en las normas armonizadas y Guías DITE para cada familia de productos, entre las que se incluyen:

- el número de identificación del organismo notificado (cuando proceda)
- el nombre comercial o la marca distintiva del fabricante
- la dirección del fabricante
- el nombre comercial o la marca distintiva de la fábrica
- las dos últimas cifras del año en el que se ha estampado el marcado en el producto
- el número del certificado CE de conformidad (cuando proceda)
- el número de la norma armonizada y en caso de verse afectada por varias los números de todas ellas
- la designación del producto, su uso previsto y su designación normalizada
- información adicional que permita identificar las características del producto atendiendo a sus especificaciones técnicas

Las inscripciones complementarias del marcado CE no tienen por qué tener un formato, tipo de letra, color o composición especial, debiendo cumplir únicamente las características reseñadas anteriormente para el símbolo. Ejemplo de marcado CE:

	Símbolo
0123	Nº de organismo notificado
Empresa	Nombre del fabricante
Dirección registrada	Dirección del fabricante
Fábrica	Nombre de la fábrica
Año	Dos últimas cifras del año
0123-CPD-0456	Nº del certificado de conformidad CE
EN 197-1	Norma armonizada
CEM I 42,5 R	Designación normalizada
Límite de cloruros (%) Límite de pérdida por calcinación de cenizas (%) Nomenclatura normalizada de aditivos	Información adicional

Dentro de las características del producto podemos encontrar que alguna de ellas presente la mención "Prestación no determinada" (PND). La opción PND es una clase que puede ser considerada si al menos un estado miembro no tiene requisitos legales para una determinada característica y el fabricante no desea facilitar el valor de esa característica.

### 4.3. Hormigones

#### 4.3.1. Hormigón estructural

##### 4.3.1.1. Condiciones de suministro

El hormigón se debe transportar utilizando procedimientos adecuados para conseguir que las masas lleguen al lugar de entrega en las condiciones estipuladas, sin experimentar variación sensible en las características que poseían recién amasadas.

Cuando el hormigón se amasa completamente en central y se transporta en amasadoras móviles, el volumen de hormigón transportado no deberá exceder del 80% del volumen total del tambor. Cuando el hormigón se amasa, o se termina de amasar, en amasadora móvil, el volumen no excederá de los dos tercios del volumen total del tambor.

Los equipos de transporte deberán estar exentos de residuos de hormigón o mortero endurecido, para lo cual se limpiarán cuidadosamente antes de proceder a la carga de una nueva masa fresca de hormigón. Asimismo, no deberán presentar desperfectos o desgastes en las paletas o en su superficie interior que puedan afectar a la homogeneidad del hormigón.

El transporte podrá realizarse en amasadoras móviles, a la velocidad de agitación, o en equipos con o sin agitadores, siempre que tales equipos tengan superficies lisas y redondeadas y sean capaces de mantener la homogeneidad del hormigón durante el transporte y la descarga.

#### **4.3.1.2. Recepción y control**

Previamente a efectuar el pedido del hormigón se deben planificar una serie de tareas, con objeto de facilitar las operaciones de puesta en obra del hormigón:

- Preparar los accesos y viales por los que transitarán los equipos de transporte dentro de la obra.
- Preparar la recepción del hormigón antes de que llegue el primer camión.
- Programar el vertido de forma que los descansos o los horarios de comida no afecten a la puesta en obra del hormigón, sobre todo en aquellos elementos que no deban presentar juntas frías. Esta programación debe comunicarse a la central de fabricación para adaptar el ritmo de suministro.

#### **Inspecciones:**

Cada carga de hormigón fabricado en central, tanto si ésta pertenece o no a las instalaciones de obra, irá acompañada de una hoja de suministro que estará en todo

momento a disposición de la Dirección de Obra, y en la que deberán figurar, como mínimo, los siguientes datos:

- Nombre de la central de fabricación de hormigón.
- Número de serie de la hoja de suministro.
- Fecha de entrega.
- Nombre del peticionario y del responsable de la recepción.
  
- Especificación del hormigón.
  
- En el caso de que el hormigón se designe por propiedades:
  - Designación.
  - Contenido de cemento en kilos por metro cúbico ( $\text{kg/m}^3$ ) de hormigón, con una tolerancia de  $\pm 15$  kg.
  - Relación agua/cemento del hormigón, con una tolerancia de  $\pm 0,02$ .
- En el caso de que el hormigón se designe por dosificación:
  - Contenido de cemento por metro cúbico de hormigón.
  - Relación agua/cemento del hormigón, con una tolerancia de  $\pm 0,02$ .
  - Tipo de ambiente.
- Tipo, clase y marca del cemento.
- Consistencia.
- Tamaño máximo del árido.
- Tipo de aditivo, si lo hubiere, y en caso contrario indicación expresa de que no contiene.
- Procedencia y cantidad de adición (cenizas volantes o humo de sílice) si la hubiere y, en caso contrario, indicación expresa de que no contiene.
  
- Designación específica del lugar del suministro (nombre y lugar).
- Cantidad de hormigón que compone la carga, expresada en metros cúbicos de hormigón fresco.
- Identificación del camión hormigonera (o equipo de transporte) y de la persona que proceda a la descarga.
- Hora límite de uso para el hormigón.

### **Ensayos:**

La comprobación de las propiedades o características exigibles a este material se realiza según la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08).

#### **4.3.1.3. Conservación, almacenamiento y manipulación**

En el vertido y colocación de las masas, incluso cuando estas operaciones se realicen de un modo continuo mediante conducciones apropiadas, se adoptarán las debidas precauciones para evitar la disgregación de la mezcla.

#### **4.3.1.4. Recomendaciones para su uso en obra**

El tiempo transcurrido entre la adición de agua de amasado al cemento y a los áridos y la colocación del hormigón, no debe ser mayor de hora y media. En tiempo caluroso, o bajo condiciones que contribuyan a un rápido fraguado del hormigón, el tiempo límite deberá ser inferior, a menos que se adopten medidas especiales que, sin perjudicar la calidad del hormigón, aumenten el tiempo de fraguado.

#### **Hormigonado en tiempo frío:**

La temperatura de la masa de hormigón, en el momento de verterla en el molde o encofrado, no será inferior a 5°C.

Se prohíbe verter el hormigón sobre elementos (armaduras, moldes, etc.) cuya temperatura sea inferior a cero grados centígrados.

En general, se suspenderá el hormigonado siempre que se prevea que, dentro de las cuarenta y ocho horas siguientes, pueda descender la temperatura ambiente por debajo de cero grados centígrados.

En los casos en que, por absoluta necesidad, se hormigone en tiempo de heladas, se adoptarán las medidas necesarias para garantizar que, durante el fraguado y primer endurecimiento del hormigón, no se producirán deterioros locales en

los elementos correspondientes, ni mermas permanentes apreciables de las características resistentes del material.

### **Hormigonado en tiempo caluroso:**

Si la temperatura ambiente es superior a 40°C o hay un viento excesivo, se suspenderá el hormigonado, salvo que, previa autorización expresa de la Dirección de Obra, se adopten medidas especiales.

## **4.4. Aceros para hormigón armado**

### **4.4.1. Aceros corrugados**

#### **4.4.1.1. Condiciones de suministro**

Los aceros se deben transportar protegidos adecuadamente contra la lluvia y la agresividad de la atmósfera ambiental.

#### **4.4.1.2. Recepción y control**

### **Inspecciones:**

➤ Control de la documentación:

○ Los suministradores entregarán al Constructor, quién los facilitará a la Dirección Facultativa, cualquier documento de identificación del producto exigido por la reglamentación aplicable o, en su caso, por el proyecto o por la Dirección Facultativa. Se facilitarán los siguientes documentos:

- Antes del suministro:
- Los documentos de conformidad o autorizaciones administrativas exigidas reglamentariamente.

- Durante el suministro:
  - Las hojas de suministro de cada partida o remesa.
  - Hasta la entrada en vigor del mercado CE, se adjuntará un certificado de ensayo que garantice el cumplimiento de las siguientes características:
    - Características mecánicas mínimas garantizadas por el fabricante.
    - Ausencia de grietas después del ensayo de doblado-desdoblado.
    - Aptitud al doblado simple.
    - Los aceros soldables con características especiales de ductilidad deberán cumplir los requisitos de los ensayos de fatiga y deformación alternativa.
    - Características de adherencia. Cuando el fabricante garantice las características de adherencia mediante el ensayo de la viga, presentará un certificado de homologación de adherencia, en el que constará, al menos:
      - Marca comercial del acero.
      - Forma de suministro: barra o rollo.
      - Límites admisibles de variación de las características geométricas de los resaltos.
  - Composición química.
- En la documentación, además, constará:
  - El nombre del laboratorio. En el caso de que no se trate de un laboratorio público, declaración de estar acreditado para el ensayo referido.
  - Fecha de emisión del certificado.
- La clase técnica se especificará mediante un código de identificación del tipo de acero mediante engrosamientos u omisiones de corrugas o grafilas. Además, las barras corrugadas deberán llevar grabadas las marcas de identificación que incluyen información sobre el país de origen y el fabricante.

- En el caso de que el producto de acero corrugado sea suministrado en rollo o proceda de operaciones de enderezado previas a su suministro, deberá indicarse explícitamente en la correspondiente hoja de suministro.
- En el caso de barras corrugadas en las que, dadas las características del acero, se precise de procedimientos especiales para el proceso de soldadura, el fabricante deberá indicarlos.
- Después del suministro:
  - El certificado de garantía del producto suministrado, firmado por persona física con poder de representación suficiente.
- Control mediante distintivos de calidad:
  - Los suministradores entregarán al Constructor, quién la facilitará a la Dirección Facultativa, una copia compulsada por persona física de los certificados que avalen que los productos que se suministrarán están en posesión de un distintivo de calidad oficialmente reconocido.
  - Antes del inicio del suministro, la Dirección Facultativa valorará, en función del nivel de garantía del distintivo y de acuerdo con lo indicado en el proyecto y lo establecido en la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08), si la documentación aportada es suficiente para la aceptación del producto suministrado o, en su caso, qué comprobaciones deben efectuarse.

### **Ensayos:**

- La comprobación de las propiedades o características exigibles a este material se realiza según la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08).
- En el caso de efectuarse ensayos, los laboratorios de control facilitarán sus resultados acompañados de la incertidumbre de medida para un determinado nivel de confianza, así como la información relativa a las fechas, tanto de la entrada de la muestra en el laboratorio como de la realización de los ensayos.

- Las entidades y los laboratorios de control de calidad entregarán los resultados de su actividad al agente autor del encargo y, en todo caso, a la Dirección Facultativa.

#### **4.4.1.3. Conservación, almacenamiento y manipulación**

Durante el almacenamiento las armaduras se protegerán adecuadamente contra la lluvia y de la agresividad de la atmósfera ambiental. Hasta el momento de su empleo, se conservarán en obra, cuidadosamente clasificadas según sus tipos, calidades, diámetros y procedencias, para garantizar la necesaria trazabilidad.

Antes de su utilización y especialmente después de un largo periodo de almacenamiento en obra, se examinará el estado de su superficie, con el fin de asegurarse de que no presenta alteraciones perjudiciales. Una ligera capa de óxido en la superficie de las barras no se considera perjudicial para su utilización. Sin embargo, no se admitirán pérdidas de peso por oxidación superficial, comprobadas después de una limpieza con cepillo de alambres hasta quitar el óxido adherido, que sean superiores al 1% respecto al peso inicial de la muestra.

En el momento de su utilización, las armaduras pasivas deben estar exentas de sustancias extrañas en su superficie tales como grasa, aceite, pintura, polvo, tierra o cualquier otro material perjudicial para su buena conservación o su adherencia.

La elaboración de armaduras mediante procesos de ferralla requiere disponer de unas instalaciones que permitan desarrollar, al menos, las siguientes actividades:

- Almacenamiento de los productos de acero empleados.
- Proceso de enderezado, en el caso de emplearse acero corrugado suministrado en rollo.
- Procesos de corte, doblado, soldadura y armado, según el caso.

#### **4.4.1.4. Recomendaciones para su uso en obra**

Para prevenir la corrosión, se deberá tener en cuenta todas las consideraciones relativas a los espesores de recubrimiento.

Con respecto a los materiales empleados, se prohíbe poner en contacto las armaduras con otros metales de muy diferente potencial galvánico

Se prohíbe emplear materiales componentes (agua, áridos, aditivos y/o adiciones) que contengan iones despasivantes, como cloruros, sulfuros y sulfatos, en proporciones superiores a las establecidas.

#### **4.5. Aceros para estructuras metálicas**

##### **4.5.1. Aceros en perfiles laminados**

###### **4.5.1.1. Condiciones de suministro**

Los aceros se deben transportar de una manera segura, de forma que no se produzcan deformaciones permanentes y los daños superficiales sean mínimos. Los componentes deben estar protegidos contra posibles daños en los puntos de eslingado (por donde se sujetan para izarlos).

Los componentes prefabricados que se almacenan antes del transporte o del montaje deben estar apilados por encima del terreno y sin contacto directo con éste. Debe evitarse cualquier acumulación de agua. Los componentes deben mantenerse limpios y colocados de forma que se eviten las deformaciones permanentes.

###### **4.5.1.2. Recepción y control**

###### **Inspecciones:**

- Para los productos planos:
  - Salvo acuerdo en contrario, el estado de suministro de los productos planos de los tipos S235, S275 y S355 de grado JR queda a elección del fabricante.
    - Si en el pedido se solicita inspección y ensayo, se deberá indicar:
    - Tipo de inspección y ensayos (específicos o no específicos).
    - El tipo de documento de la inspección.

- Para los productos largos:
  - Salvo acuerdo en contrario, el estado de suministro de los productos largos de los tipos S235, S275 y S355 de grado JR queda a elección del fabricante.

#### **Ensayos:**

- La comprobación de las propiedades o características exigibles a este material se realiza según la normativa vigente.

#### **4.5.1.3. Conservación, almacenamiento y manipulación**

Si los materiales han estado almacenados durante un largo periodo de tiempo, o de una manera tal que pudieran haber sufrido un deterioro importante, deberán ser comprobados antes de ser utilizados, para asegurarse de que siguen cumpliendo con la norma de producto correspondiente. Los productos de acero resistentes a la corrosión atmosférica pueden requerir un chorreo ligero antes de su empleo para proporcionarles una base uniforme para la exposición a la intemperie.

El material deberá almacenarse en condiciones que cumplan las instrucciones de su fabricante, cuando se disponga de éstas.

#### **4.5.1.4. Recomendaciones para su uso en obra**

El material no deberá emplearse si se ha superado la vida útil en almacén especificada por su fabricante.

### **4.6. Morteros**

#### **4.6.1. Morteros hechos en obra**

##### **4.6.1.1. Condiciones de suministro**

- El conglomerante (cal o cemento) se debe suministrar:

- En sacos de papel o plástico, adecuados para que su contenido no sufra alteración.
- a granel, mediante instalaciones especiales de transporte y almacenamiento que garanticen su perfecta conservación.
  
- La arena se debe suministrar a granel, mediante instalaciones especiales de transporte y almacenamiento que garanticen su perfecta conservación.
  
- El agua se debe suministrar desde la red de agua potable.

#### **4.6.1.2. Recepción y control**

##### **Inspecciones:**

Si ciertos tipos de mortero necesitan equipamientos, procedimientos o tiempos de amasado especificados para el amasado en obra, se deben especificar por el fabricante. El tiempo de amasado se mide a partir del momento en el que todos los componentes se han adicionado.

##### **Ensayos:**

La comprobación de las propiedades o características exigibles a este material se realiza según la normativa vigente.

#### **4.6.1.3. Conservación, almacenamiento y manipulación**

Los morteros deben estar perfectamente protegidos del agua y del viento, ya que, si se encuentran expuestos a la acción de este último, la mezcla verá reducido el número de finos que la componen, deteriorando sus características iniciales y por consiguiente no podrá ser utilizado. Es aconsejable almacenar los morteros secos en silos.

#### **4.6.1.4. Recomendaciones para su uso en obra**

Para elegir el tipo de mortero apropiado se tendrá en cuenta determinadas propiedades, como la resistencia al hielo y el contenido de sales solubles en las

condiciones de servicio en función del grado de exposición y del riesgo de saturación de agua.

En condiciones climatológicas adversas, como lluvia, helada o excesivo calor, se tomarán las medidas oportunas de protección.

El amasado de los morteros se realizará preferentemente con medios mecánicos. La mezcla debe ser batida hasta conseguir su uniformidad, con un tiempo mínimo de 1 minuto. Cuando el amasado se realice a mano, se hará sobre una plataforma impermeable y limpia, realizando como mínimo tres batidas.

El mortero se utilizará en las dos horas posteriores a su amasado. Si es necesario, durante este tiempo se le podrá agregar agua para compensar su pérdida. Pasadas las dos horas, el mortero que no se haya empleado se desechará.

## **4.7. Conglomerantes**

### **4.7.1. Cemento**

#### **4.7.1.1. Condiciones de suministro**

El cemento se suministra a granel o envasado.

El cemento a granel se debe transportar en vehículos, cubas o sistemas similares adecuados, con el hermetismo, seguridad y almacenamiento tales que garanticen la perfecta conservación del cemento, de forma que su contenido no sufra alteración, y que no alteren el medio ambiente.

El cemento envasado se debe transportar mediante palets o plataformas similares, para facilitar tanto su carga y descarga como su manipulación, y así permitir mejor trato de los envases.

El cemento no llegará a la obra u otras instalaciones de uso excesivamente caliente. Se recomienda que, si su manipulación se va a realizar por medios mecánicos, su temperatura no exceda de 70°C, y si se va a realizar a mano, no exceda de 40°C.

Cuando se prevea que puede presentarse el fenómeno de falso fraguado, deberá comprobarse, con anterioridad al empleo del cemento, que éste no presenta tendencia a experimentar dicho fenómeno.

#### **4.7.1.2. Recepción y control**

##### **Inspecciones:**

Este material debe estar provisto del marcado CE, que es una indicación de que cumple los requisitos esenciales y ha sido objeto de un procedimiento de evaluación de la conformidad.

A la entrega del cemento, ya sea el cemento expedido a granel o envasado, el suministrador aportará un albarán que incluirá, al menos, los siguientes datos:

1. Número de referencia del pedido.
2. Nombre y dirección del comprador y punto de destino del cemento.
3. Identificación del fabricante y de la empresa suministradora.
4. Designación normalizada del cemento suministrado.
5. Cantidad que se suministra.
6. En su caso, referencia a los datos del etiquetado correspondiente al marcado CE.
7. Fecha de suministro.
8. Identificación del vehículo que lo transporta (matrícula).

##### **Ensayos:**

La comprobación de las propiedades o características exigibles a este material se realiza según la Instrucción para la recepción de cementos (RC-08).

#### **4.7.1.3. Conservación, almacenamiento y manipulación**

Los cementos a granel se almacenarán en silos estancos y se evitará, en particular, su contaminación con otros cementos de tipo o clase de resistencia distintos. Los silos deben estar protegidos de la humedad y tener un sistema o

mecanismo de apertura para la carga en condiciones adecuadas desde los vehículos de transporte, sin riesgo de alteración del cemento.

En cementos envasados, el almacenamiento deberá realizarse sobre palets o plataforma similar, en locales cubiertos, ventilados y protegidos de las lluvias y de la exposición directa del sol. Se evitarán especialmente las ubicaciones en las que los envases puedan estar expuestos a la humedad, así como las manipulaciones durante su almacenamiento que puedan dañar el envase o la calidad del cemento.

Las instalaciones de almacenamiento, carga y descarga del cemento dispondrán de los dispositivos adecuados para minimizar las emisiones de polvo a la atmósfera.

Aún en el caso de que las condiciones de conservación sean buenas, el almacenamiento del cemento no debe ser muy prolongado, ya que puede meteorizarse. El almacenamiento máximo aconsejable es de tres meses, dos meses y un mes, respectivamente, para las clases resistentes 32,5, 42,5 y 52,5. Si el periodo de almacenamiento es superior, se comprobará que las características del cemento continúan siendo adecuadas. Para ello, dentro de los veinte días anteriores a su empleo, se realizarán los ensayos de determinación de principio y fin de fraguado y resistencia mecánica inicial a 7 días (si la clase es 32,5) ó 2 días (para todas las demás clases) sobre una muestra representativa del cemento almacenado, sin excluir los terrones que hayan podido formarse

#### **4.7.1.4. Recomendaciones para su uso en obra**

La elección de los distintos tipos de cemento se realizará en función de la aplicación o uso al que se destinen, las condiciones de puesta en obra y la clase de exposición ambiental del hormigón o mortero fabricado con ellos.

Las aplicaciones consideradas son la fabricación de hormigones y los morteros convencionales, quedando excluidos los morteros especiales y los monocapa.

El comportamiento de los cementos puede ser afectado por las condiciones de puesta en obra de los productos que los contienen, entre las que cabe destacar:

Los factores climáticos: temperatura, humedad relativa del aire y velocidad del viento.

Los procedimientos de ejecución del hormigón o mortero: colocado en obra, prefabricado, proyectado, etc.

Las clases de exposición ambiental.

Los cementos que vayan a utilizarse en presencia de sulfatos, deberán poseer la característica adicional de resistencia a sulfatos.

Los cementos deberán tener la característica adicional de resistencia al agua de mar cuando vayan a emplearse en los ambientes marino sumergido o de zona de carrera de mareas.

En los casos en los que se haya de emplear áridos susceptibles de producir reacciones álcali-árido, se utilizarán los cementos con un contenido de alcalinos inferior a 0,60% en masa de cemento.

Cuando se requiera la exigencia de blancura, se utilizarán los cementos blancos.

Para fabricar un hormigón se recomienda utilizar el cemento de la menor clase de resistencia que sea posible y compatible con la resistencia mecánica del hormigón deseada.

## **4.8. Carpintería y cerrajería**

### **4.8.1. Puertas de madera**

#### **4.8.1.1. Condiciones de suministro**

Las puertas se deben suministrar protegidas, de manera que no se alteren sus características.

#### **4.8.1.2. Recepción y control**

##### **Inspecciones:**

En cada suministro de este material que llegue a la obra se debe controlar como mínimo:

- La escuadría y planeidad de las puertas.
- Verificación de las dimensiones.

##### **Ensayos:**

La comprobación de las propiedades o características exigibles a este material se realiza según la normativa vigente.

#### **4.8.1.3. Conservación, almacenamiento y manipulación**

El almacenamiento se realizará conservando la protección de la carpintería hasta el revestimiento de la fábrica y la colocación, en su caso, del acristalamiento.

#### **4.8.1.4. Recomendaciones para su uso en obra**

La fábrica que reciba la carpintería de la puerta estará terminada, a falta de revestimientos. El cerco estará colocado y aplomado.

Antes de su colocación se comprobará que la carpintería conserva su protección. Se reparará el ajuste de herrajes y la nivelación de hojas.

## **4.9. Vidrios**

### **4.9.1. Vidrios para la construcción**

#### **4.9.1.1. Condiciones de suministro**

Los vidrios se deben transportar en grupos de 40 cm de espesor máximo y sobre material no duro.

Los vidrios se deben entregar con corchos intercalados, de forma que haya aireación entre ellos durante el transporte.

#### **4.9.1.2. Recepción y control**

##### **Inspecciones:**

Este material debe estar provisto del marcado CE, que es una indicación de que cumple los requisitos esenciales y ha sido objeto de un procedimiento de evaluación de la conformidad.

##### **Ensayos:**

La comprobación de las propiedades o características exigibles a este material se realiza según la normativa vigente.

#### **4.9.1.3. Conservación, almacenamiento y manipulación**

El almacenamiento se realizará protegido de acciones mecánicas tales como golpes, rayaduras y sol directo y de acciones químicas como impresiones producidas por la humedad.

Se almacenarán en grupos de 25 cm de espesor máximo y con una pendiente del 6% respecto a la vertical.

Se almacenarán las pilas de vidrio empezando por los vidrios de mayor dimensión y procurando poner siempre entre cada vidrio materiales tales como

corchos, listones de madera o papel ondulado. El contacto de una arista con una cara del vidrio puede provocar rayas en la superficie. También es preciso procurar que todos los vidrios tengan la misma inclinación, para que apoyen de forma regular y no haya cargas puntuales.

Es conveniente tapar las pilas de vidrio para evitar la suciedad. La protección debe ser ventilada.

La manipulación de vidrios llenos de polvo puede provocar rayas en la superficie de los mismos.

#### **4.9.1.4. Recomendaciones para su uso en obra**

Antes del acristalamiento, se recomienda eliminar los corchos de almacenaje y transporte, así como las etiquetas identificativas del pedido, ya que de no hacerlo el calentamiento podría ocasionar roturas térmicas.

#### **4.10. Prescripciones en cuanto a la Ejecución por Unidad de Obra.**

Las prescripciones para la ejecución de cada una de las diferentes unidades de obra se organizan en los siguientes apartados:

**MEDIDAS PARA ASEGURAR LA COMPATIBILIDAD ENTRE LOS DIFERENTES PRODUCTOS, ELEMENTOS Y SISTEMAS CONSTRUCTIVOS QUE COMPONEN LA UNIDAD DE OBRA.**

Se especifican, en caso de que existan, las posibles incompatibilidades, tanto físicas como químicas, entre los diversos componentes que componen la unidad de obra, o entre el soporte y los componentes.

**CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS.**

Se describe la unidad de obra, detallando de manera pormenorizada los elementos que la componen, con la nomenclatura específica correcta de cada uno de ellos, de acuerdo a los criterios que marca la propia normativa.

#### **4.10.1. Acondicionamiento del terreno**

Unidad de obra ADL010: Desbroce y limpieza del terreno, profundidad mínima de 25 cm, con medios mecánicos, retirada de los materiales excavados, carga a camión y transporte a vertedero autorizado.

##### **CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS.**

Desbroce y limpieza del terreno, con medios mecánicos. Comprende los trabajos necesarios para retirar de las zonas previstas para la edificación o urbanización: árboles, plantas, tocones, maleza, broza, maderas caídas, escombros, basuras o cualquier otro material existente, hasta una profundidad no menor que el espesor de la capa de tierra vegetal, considerando como mínima 25 cm. Incluso transporte de la maquinaria, retirada de los materiales excavados, carga a camión y transporte a vertedero autorizado.

**Unidad de obra ASB010: Acometida general de saneamiento a la red general del municipio, de PVC liso, serie SN-4, rigidez anular nominal 4 kN/m<sup>2</sup>, de 200 mm de diámetro, pegado mediante adhesivo.**

##### **CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS.**

Instalación y montaje de acometida general de saneamiento, para la evacuación de aguas residuales y/o pluviales a la red general del municipio, con una pendiente mínima del 2%, para la evacuación de aguas residuales y/o pluviales, formada por tubo de PVC liso, serie SN-4, rigidez anular nominal 4 kN/m<sup>2</sup>, de 200 mm de diámetro exterior, pegado mediante adhesivo, colocado sobre cama o lecho de arena de 10 cm de espesor, debidamente compactada y nivelada mediante equipo manual con pisón vibrante, relleno lateral compactando hasta los riñones y posterior relleno con la misma arena hasta 30 cm por encima de la generatriz superior de la tubería, con sus correspondientes juntas y piezas especiales. Incluso demolición y levantado del firme existente y posterior reposición con hormigón en masa HM-20/P/20/I, sin incluir la excavación previa de la zanja, el posterior relleno principal de la misma ni su conexión con la red general de saneamiento. Totalmente montada, conexionada y probada.

**Unidad de obra ASB020: Conexión de la acometida del edificio a la red general de saneamiento del municipio.**

#### CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS.

Instalación y montaje de la conexión de la acometida del edificio a la red general de saneamiento del municipio a través de pozo de registro (sin incluir). Incluso comprobación del buen estado de la acometida existente, trabajos de conexión, rotura del pozo de registro desde el exterior con martillo compresor hasta su completa perforación, acoplamiento y recibido del tubo de acometida, empalme con junta flexible, repaso y bruñido con mortero de cemento en el interior del pozo, sellado, pruebas de estanqueidad, reposición de elementos en caso de roturas o de aquellos que se encuentren deteriorados en el tramo de acometida existente. Totalmente montada, conexionada y probada. Sin incluir excavación.

**Unidad de obra ASC010: Colector enterrado de saneamiento de PVC liso, serie SN-4, rigidez anular nominal 4 kN/m<sup>2</sup>, de 160 mm de diámetro, pegado mediante adhesivo.**

#### CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS.

Suministro y montaje de colector enterrado de red horizontal de saneamiento, con una pendiente mínima del 2%, para la evacuación de aguas residuales y/o pluviales, formado por tubo de PVC liso, serie SN-4, rigidez anular nominal 4 kN/m<sup>2</sup>, de 160 mm de diámetro exterior, pegado mediante adhesivo, colocado sobre cama o lecho de arena de 10 cm de espesor, debidamente compactada y nivelada mediante equipo manual con pisón vibrante, relleno lateral compactando hasta los riñones y posterior relleno con la misma arena hasta 30 cm por encima de la generatriz superior de la tubería. Incluso líquido limpiador y adhesivo, sin incluir la excavación ni el posterior relleno principal de las zanjas. Totalmente colocado, conexionado y probado.

#### 4.10.2. Cimentaciones

**Unidad de obra CSZ010: Zapata de cimentación de hormigón armado HA-30/B/20/IIa+Qa fabricado en central y vertido con cubilote, acero UNE-EN 10080 B 500 S, cuantía 50 kg/m<sup>3</sup>.**

MEDIDAS PARA ASEGURAR LA COMPATIBILIDAD ENTRE LOS DIFERENTES PRODUCTOS, ELEMENTOS Y SISTEMAS CONSTRUCTIVOS QUE COMPONEN LA UNIDAD DE OBRA.

Dependiendo de la agresividad del terreno o la presencia de agua con sustancias agresivas, se elegirá el cemento adecuado para la fabricación del hormigón, así como su dosificación y permeabilidad y el espesor de recubrimiento de las armaduras.

#### CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS.

Formación de zapata de cimentación de hormigón armado HA-30/B/20/IIa+Qa fabricado en central y vertido con cubilote, con una cuantía aproximada de acero UNE-EN 10080 B 500 S de 50 kg/m<sup>3</sup>. Incluso p/p de armaduras de espera del soporte. NORMATIVA DE APLICACIÓN. Elaboración, transporte y puesta en obra del hormigón

#### 4.10.3. Estructuras

**Unidad de obra EAM020b: Estructura metálica realizada con cerchas de acero laminado S275JR, 20 < L < 30 m, separación de 5 m entre cerchas.**

MEDIDAS PARA ASEGURAR LA COMPATIBILIDAD ENTRE LOS DIFERENTES PRODUCTOS, ELEMENTOS Y SISTEMAS CONSTRUCTIVOS QUE COMPONEN LA UNIDAD DE OBRA.

La zona de soldadura no se pintará. No se pondrá en contacto directo el acero con otros metales ni con yesos.

#### CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS.

Suministro y montaje de cerchas, barras y correas de acero laminado UNE-EN 10025 S275JR mediante uniones soldadas, para distancia entre apoyos de 15 < L < 20 m y separación de 5 m entre cerchas, trabajado y montado en taller, con preparación de superficies en grado SA21/2 según UNE-EN ISO 8501-1 y aplicación posterior de dos manos de imprimación con pintura de minio electrolítico con un espesor de 40 micras por mano. Incluso p/p de conexiones a soportes, preparación de bordes, soldaduras, cortes, piezas especiales, despuntes y reparación en obra de cuantos retoques y/o desperfectos se originen por razones de transporte, manipulación o montaje, con el mismo grado de preparación de superficies e imprimación.

**Unidad de obra EAM020: Estructura metálica realizada con cerchas de acero laminado S275JR,  $10 < L < 15$  m, separación de 5 m entre cerchas.**

#### CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS.

Suministro y montaje de cerchas, barras y correas de acero laminado UNE-EN 10025 S275JR mediante uniones soldadas, para distancia entre apoyos de  $10 < L < 15$  m y separación de 5 m entre cerchas, trabajado y montado en taller, con preparación de superficies en grado SA21/2 según UNE-EN ISO 8501-1 y aplicación posterior de dos manos de imprimación con pintura de minio electrolítico con un espesor de 40 micras por mano. Incluso p/p de conexiones a soportes, preparación de bordes, soldaduras, cortes, piezas especiales, despuntes y reparación en obra de cuantos retoques y/o desperfectos se originen por razones de transporte, manipulación o montaje, con el mismo grado de preparación de superficies e imprimación.

#### **4.10.4. Fachadas**

**Unidad de obra FPP020: Cerramiento de fachada formado por paneles prefabricados, lisos, de hormigón armado de 14 cm de espesor, 3 m de anchura y 14 m de longitud máxima, acabado liso de color blanco a una cara, montaje horizontal.**

#### CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS.

Suministro y montaje horizontal de cerramiento de fachada formado por paneles prefabricados, lisos, de hormigón armado de 14 cm de espesor, 3 m de anchura y 14 m de longitud máxima, acabado liso de color blanco a una cara, con inclusión o delimitación de huecos, incluso p/p de piezas especiales y elementos metálicos para conexión entre paneles y entre paneles y elementos estructurales, sellado de juntas con silicona neutra sobre cordón de caucho adhesivo y retacado con mortero sin retracción en las horizontales, colocación en obra de los paneles con ayuda de grúa autopropulsada y apuntalamientos. Totalmente montados.

**Unidad de obra FCL055: Carpintería de aluminio anodizado color inox, en cerramiento de zaguanes de entrada al edificio, gama básica, con premarco.**

## CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS.

Suministro y montaje de carpintería de aluminio anodizado color inox con espesor mínimo de 15 micras, en cerramiento de zaguanes de entrada al edificio, formada por hojas fijas y practicables; certificado de conformidad marca de calidad EWAA EURAS (QUALANOD), gama básica, con premarco; compuesta por perfiles extrusionados formando cercos y hojas de 1,5 mm de espesor mínimo en perfiles estructurales, herrajes de colgar, cerradura, manivela y abrepuestas, juntas de acristalamiento de EPDM, tornillería de acero inoxidable, elementos de estanqueidad, accesorios y utillajes de mecanizado homologados. Incluso p/p de premarco de aluminio, garras de fijación, sellado perimetral de juntas por medio de un cordón de silicona neutra y ajuste final en obra. Elaborada en taller, con clasificación a la permeabilidad al aire según UNE-EN 12207, a la estanqueidad al agua según UNE-EN 12208 y a la resistencia a la carga del viento según UNE-EN 12210. Totalmente montada y probada.

**Unidad de obra FVS010: Vidrio laminar de seguridad 6+6 mm, butiral de polivinilo incoloro.**

## CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS.

Acristalamiento con vidrio de seguridad 3+3 mm compuesto por dos lunas de 3 mm de espesor unidas mediante una lámina de butiral de polivinilo incoloro fijado sobre carpintería con acuñado mediante calzos de apoyo perimetrales y laterales, sellado en frío con silicona sintética incolora (no acrílica), compatible con el material soporte. Incluso cortes del vidrio y colocación de junquillos.

### **4.10.5.Particiones**

**Unidad de obra PPC010: Puerta de paso de acero galvanizado de una hoja, 700x1945 mm de luz y altura de paso, acabado lacado en color blanco, con rejillas de ventilación.**

## CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS.

Suministro y colocación de puerta de paso de una hoja de 38 mm de espesor, 700x1945 mm de luz y altura de paso, acabado lacado en color blanco formada por dos chapas de acero galvanizado de 0,5 mm de espesor con rejillas de ventilación troqueladas en la parte superior e inferior, plegadas, ensambladas y montadas, con cámara intermedia rellena de poliuretano, sobre cerco de acero galvanizado de 1,5 mm de espesor con garras de anclaje a obra. Elaborada en taller, con ajuste y fijación en obra. Totalmente montada y probada, sin incluir recibido de albañilería.

**Unidad de obra PPM010: Puerta de paso vidriera, de una hoja de 203x82,5x3,5 cm, de tablero aglomerado directo, barnizada en taller, de pino país, modelo con moldura recta; precerco de pino país de 90x35 mm; galces de MDF rechapado de pino país de 90x20 mm; tapajuntas de MDF rechapado de pino país de 70x10 mm.**

#### CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS.

Suministro y colocación de puerta de paso vidriera, de una hoja de 203x82,5x3,5 cm, de tablero aglomerado directo, barnizada en taller, de pino país, modelo con moldura recta; precerco de pino país de 90x35 mm; galces de MDF rechapado de pino país de 90x20 mm; tapajuntas de MDF rechapado de pino país de 70x10 mm en ambas caras. Incluso herrajes de colgar, cierre y manivela sobre escudo largo de latón negro brillo, serie básica. Ajuste de la hoja, fijación de los herrajes y ajuste final. Totalmente montada y probada.

**Unidad de obra PTZ010: Hoja de partición interior de 7 cm de espesor de fábrica, de ladrillo cerámico hueco doble, para revestir, 24x11,5x7 cm, recibida con mortero de cemento M-5.**

#### CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS.

Formación de hoja de partición interior de 7 cm de espesor de fábrica, de ladrillo cerámico hueco doble, para revestir, 24x11,5x7 cm, recibida con mortero de cemento M-5. Incluso p/p de replanteo, nivelación y aplomado, recibido de cercos y precercos, mermas, roturas, enjarjes, mochetas y limpieza.

#### 4.10.6. Cubiertas

**Unidad de obra QAD040: Cubierta plana no transitable, no ventilada, Deck tipo convencional, pendiente del 1% al 5%, compuesta de: soporte base: perfil**

**nervado autoportante de chapa de acero galvanizado S 280 de 0,7 mm de espesor, acabado liso, con 3 nervios de 50 mm de altura s**

#### CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS.

Formación de cubierta plana no transitable, no ventilada, Deck, tipo convencional, pendiente del 1% al 5%, compuesta de los siguientes elementos:

**Unidad de obra QLC010: Claraboya de cúpula fija parabólica monovalva, de polimetacrilato de metilo (PMMA), de base cuadrada, luz de hueco 60x60 cm, incluso zócalo de poliéster reforzado con fibra de vidrio (P.R.F.V.) con aislamiento térmico lateral tipo sándwich de espuma de poliuretano, acabado con gel-coat de color blanco.**

#### CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS.

Suministro y montaje de claraboya de cúpula fija parabólica monovalva, de polimetacrilato de metilo (PMMA), de base cuadrada, luz de hueco 60x60 cm, incluso zócalo de poliéster reforzado con fibra de vidrio (P.R.F.V.) con aislamiento térmico lateral tipo sándwich de espuma de poliuretano, acabado con gel-coat de color blanco; fijación estanca de cúpula a zócalo con tornillos y colocación de capuchones protectores y de zócalo a cubierta mediante tirafondos o clavos de acero inoxidable.

#### 4.10.7.Revestimientos

**Unidad de obra RAG010: Alicatado con azulejo liso, 1/0/H/-, 20x31 cm, 7 €/m<sup>2</sup>, colocado en paramentos interiores de ladrillo o bloque cerámico (no incluido en este precio), mediante mortero de cemento M-5, sin junta (separación entre 1,5 y 3 mm).**

#### CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS.

Suministro y colocación de alicatado con azulejo liso, 1/0/H/- (paramento, tipo 1; sin requisitos adicionales, tipo 0; higiénico, tipo H/-), 20x31 cm, 7 €/m<sup>2</sup>, recibido con mortero de cemento M-5, extendido sobre toda la cara posterior de la pieza y ajustado a punta de paleta, rellenando con el mismo mortero los huecos que pudieran quedar; todo ello previa preparación del paramento soporte con un salpicado con mortero de cemento fluido sobre el ladrillo o bloque cerámico (no incluido en este precio).

Rejuntado con mortero de juntas cementoso con resistencia elevada a la abrasión y absorción de agua reducida, CG2, para junta mínima (entre 1,5 y 3 mm), con la misma tonalidad de las piezas. Incluso p/p de cortes, cantoneras de PVC, juntas y piezas especiales.

**Unidad de obra RIT010: Pintura lisa al temple color blanco, sobre paramentos verticales interiores.**

#### CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS.

Preparación y pintado de paramentos verticales interiores mediante pintura lisa al temple color blanco. Incluso p/p de limpieza, lijado, plastecido de grietas u oquedades, mano de fondo y mano de acabado.

**Unidad de obra RPG005: Tendido de yeso de construcción B1 a buena vista, sobre paramento vertical, de hasta 3 m de altura, previa colocación de malla antiálcalis en cambios de material.**

#### CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS.

Formación de revestimiento continuo interior de yeso, a buena vista, sobre paramento vertical, de hasta 3 m de altura, de 15 mm de espesor, formado por una capa de tendido con pasta de yeso de construcción B1, aplicado sobre los paramentos a revestir, con maestras solamente en las esquinas, rincones, guarniciones de huecos y maestras intermedias para que la separación entre ellas no sea superior a 3 m. Incluso p/p de colocación de guardavivos de plástico y metal con perforaciones, formación de aristas y rincones, guarniciones de huecos, remates con rodapié, colocación de malla de fibra de vidrio antiálcalis para refuerzo de encuentros entre materiales diferentes en un 10% de la superficie del paramento y montaje, desmontaje y retirada de andamios.

**Unidad de obra RSG010: Solado de baldosas cerámicas de gres esmaltado, 3/0/-/, de 25x25 cm, 8 €/m<sup>2</sup>, recibidas con adhesivo cementoso de uso exclusivo para interiores, Ci sin ninguna característica adicional, color gris, y rejuntadas con lechada de cemento blanco, L, BL-V 22,5, para junta mínima (entre 1,5 y 3 mm), coloreada con la misma tonalidad de las piezas.**

#### CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS.



Suministro y ejecución de pavimento mediante el método de colocación en capa fina, de baldosas cerámicas de gres esmaltado, 3/0/-/- (pavimentos para tránsito peatonal moderado, tipo 3; sin requisitos adicionales, tipo 0; ningún requisito adicional, tipo -/-), de 25x25 cm, 8 €/m<sup>2</sup>; recibidas con adhesivo cementoso de uso exclusivo para interiores, Ci sin ninguna característica adicional, color gris, y rejuntadas con lechada de cemento blanco, L, BL-V 22,5, para junta mínima (entre 1,5 y 3 mm), coloreada con la misma tonalidad de las piezas. Incluso cortes y limpieza, formación de juntas perimetrales continuas, de anchura no menor de 5 mm, en los límites con paredes, pilares exentos y elevaciones de nivel y, en su caso, juntas de partición y juntas estructurales o de dilatación existentes en el soporte.



*David Elez Reche*



# PRESUPUESTO

Presupuesto y medición

1.1 A1	<b>m<sup>2</sup> Desbroce y limpieza del terreno, con medios mecánicos. Comprende los trabajos necesarios para retirar de las zonas previstas para la edificación o urbanización: pequeñas plantas, maleza, broza, maderas caídas, escombros, basuras o cualquier otro material existente, hasta una profundidad no menor que el espesor de la capa de tierra vegetal, considerando como mínima 25 cm. Incluso transporte de la maquinaria, retirada de los materiales excavados y carga a camión, sin incluir transporte a vertedero autorizado.</b>
	Total m <sup>2</sup> .....: 2.100,000 0,73 1.533,00
1.2 A2	<b>m<sup>3</sup> Zapata de cimentación de hormigón armado HA-30/B/20/IIa+Qa fabricado en central y vertido con cubilote, acero UNE-EN 10080 B 500 S, cuantía 50 kg/m<sup>3</sup>.</b>
	Total m <sup>3</sup> .....: 112,100 142,78 16.005,64
1.3 A3	<b>m<sup>3</sup> Viga de atado, HA-30/B/20/IIa+Qa fabricado en central y vertido con cubilote, acero UNE- EN 10080 B 500 S, cuantía 60 kg/m<sup>3</sup>.</b>
	Total m <sup>3</sup> .....: 26,000 148,00 3.848,00
1.4 A4	<b>m<sup>2</sup> Solera de HM-10/B/20/IIa fabricado en central y vertido desde camión, de 20 cm de espesor, extendido y vibrado manual, para base de un solado.</b>
	Total m <sup>2</sup> .....: 1.800,000 14,56 26.208,00
2.1 B1	<b>m<sup>2</sup> Estructura metálica realizada con cerchas de acero laminado S275JR, 20 &lt; L &lt; 30 m, separación de 5 m entre cerchas.</b>
	Total m <sup>2</sup> .....: 800,000 46,50 37.200,00

**2.2 B2**                    **kg Acero S275JR en soportes, con piezas simples de perfiles laminados en caliente de las series IPN, IPE, con uniones soldadas.**

Total kg .....:    32.000,000    1,35                    43.200,00

**2.3 B3**                    **m<sup>2</sup> Losa alveolar de hormigón para forjado de canto 30 cm y 100 kN•m/m de momento flector último, apoyado directamente; acero B 500 S; HA-30/B/20/IIa fabricado en central y vertido con cubilote; altura libre de planta de hasta 3 m. Sin incluir repercusión de apoyos ni soportes.**

Total m<sup>2</sup> .....:    200,000                    55,60                    11.120,00

**2.4 B4**                    **Ud Placa de anclaje de acero S275JR en perfil plano, de 500x500 mm y espesor 20 mm, con 4 pernos soldados, de acero corrugado UNE-EN 10080 B 500 S de 15 mm de diámetro y 30 cm de longitud total.**

Total Ud .....:    24,000                    62,63                    1.503,12

**3.1 C1**                    **m<sup>2</sup> Cerramiento de fachada formado por paneles prefabricados, lisos, de hormigón armado de 14 cm de espesor, 3 m de anchura y 14 m de longitud máxima, acabado liso de color blanco a una cara, montaje horizontal.**

Total m<sup>2</sup> .....:    500,000                    75,35                    37.675,00

**3.2 C2**                    **m<sup>2</sup> Hoja de partición interior de 7 cm de espesor de fábrica, de ladrillo cerámico hueco doble, para revestir, 24x11,5x7 cm, recibida con mortero de cemento M-5.**

Total m<sup>2</sup> .....:    180,000                    17,69                    3.184,20

**3.3 C3**                    **m<sup>2</sup> Vidrio laminar de seguridad 3+3 mm, butiral de polivinilo incoloro.**

Total m<sup>2</sup> .....:    625,000                    35,60                    22.250,00

**3.4 C4**                    **m<sup>2</sup> Estructura metálica ligera autoportante, sobre espacio no habitable**

Total m<sup>2</sup> .....: 625,000 25,30 15.812,50

**4.1 D1 m<sup>2</sup> Panel sándwich aislante de acero, para cubiertas, de 30 mm de espesor y 1150 mm de ancho, formado por doble cara de chapa estándar de acero, acabado prelacado, de espesor exterior 0,5 mm y espesor interior 0,5 mm y alma aislante de lana de roca de densidad media 145 kg/m<sup>3</sup>, y accesorios.**

Total m<sup>2</sup> .....: 1.250,000 42,17 52.712,50

**5.1 E1 m<sup>2</sup> Pintura lisa al temple color blanco, sobre paramentos verticales interiores.**

Total m<sup>2</sup> .....: 300,000 1,65 495,00

**6.1 F1 Ud Puerta de entrada de acero galvanizado de una hoja, 840x2040 mm de luz y altura de paso, troquelada con un cuarterón superior y otro inferior a una cara, acabado pintado con resina de epoxi color blanco, cerradura con tres puntos de cierre.**

Total Ud .....: 1,000 423,00 423,00

**6.2 F2 m<sup>2</sup> Carpintería de aluminio anodizado color inox, en cerramiento de zaguanes, gama básica, con premarco.**

Total m<sup>2</sup> .....: 300,000 165,66 49.698,00

**7.1 G1 Ud Carga y cambio de contenedor de 7 m<sup>3</sup>, para recogida de tierras, colocado en obra a pie de carga, incluso servicio de entrega y alquiler.**

Total Ud .....: 1,000 96,29 96,29

**7.2 G2 m<sup>2</sup> Clasificación a pie de obra de los residuos de construcción y/o demolición, separándolos en fracciones (hormigón, cerámicos, metales, maderas, vidrios, plásticos, papeles o cartones y residuos peligrosos), dentro de la obra en la que se produzcan, con medios manuales.**



David Elez Reche



Total m<sup>2</sup> .....: 800,000 2,58 2.064,00

**8.1 H1 Ud Partida al alza en Seguridad y Salud**

Total Ud .....: 1,000 2.500,00 2.500,00

Presupuesto de ejecución material

1. Acondicionamiento y cimentación .	47.594,64
2. Estructura .	93.023,12
3. Cerramientos y particiones .	78.921,70
4. Cubierta .	52.712,50
5. Acabados y pinturas .	495,00
6. Carpintería .	50.121,00
7. Gestión de residuos .	2.160,29
8. Seguridad y Salud .	2.500,00
Total:	<hr/> 327.528,25

**Asciende el presupuesto de ejecución material a la expresada cantidad de TRESCIENTOS VEINTISIETE MIL QUINIENTOS VEINTIOCHO EUROS CON VEINTICINCO CÉNTIMOS.**