



Servicios Externos y Aprovisionamiento S.L.  
C/ Zurbano 29, 2º Izq. 28004 Madrid - España

Informe nº: I17-1307

EXCMO. AYUNTAMIENTO DE  
ALBACETE

ESTUDIO ESTRUCTURAL ANTIGUA  
COMISARIA PASEO SIMÓN ABRIL  
INFORME Nº: I17- 1307

21 DE NOVIEMBRE DE 2017

## INDICE

- 1.- ANTECEDENTES.
- 2.- OBJETO.
- 3.- DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO
- 4.- ACTUACIONES REALIZADAS
  - 4.1. ESTUDIO GEOTECNICO
  - 4.2. ESTUDIO ESTRUCTURAL
    - 4.2.1. CATAS EN CIMENTACIÓN
    - 4.2.2. CATAS EN MUROS
    - 4.2.3. CATAS EN FORJADOS
      - 4.2.3.1. *CATAS EN FORJADOS CON VIGAS DE MADERA*
      - 4.2.3.2. *CATAS EN FORJADOS CON VIGUETAS METÁLICAS*
    - 4.2.4. ENSAYOS DE MATERIALES
      - 4.2.4.1. *ENSAYOS SOBRE MADERA*
      - 4.2.4.2. *ENSAYOS SOBRE PERFILES METÁLICOS*
    - 4.2.5. PRUEBAS DE CARGA EN FORJADOS
    - 4.2.6. ANÁLISIS MEDIANTE CÁLCULO
      - 4.2.6.1. *CÁLCULO ESTRUCTURA FORJADOS DE MADERA*
      - 4.2.6.2. *CÁLCULO ESTRUCTURA FORJADOS VIGUETA METÁLICA*
      - 4.2.6.3. *CÁLCULO CUBIERTA DE MADERA*
      - 4.2.6.4. *CÁLCULO CUBIERTA METÁLICA*
- 5.- LOCALIZACIÓN DE PATOLOGÍAS
  - ANEJO 1.- FOTOGRAFIAS COMENTADAS
  - ANEJO 2.- LISTADOS CÁLCULO ESTRUCTURA
  - ANEJO 3.- LISTADOS CÁLCULO CUBIERTAS

## 1.- ANTECEDENTES.-

A petición del **EXCMO. AYUNTAMIENTO DE ALBACETE**, nuestra organización de control de calidad **SEA S.L.** ha procedido a la realización de diversos trabajos sobre el edificio de la antigua comisaría de Policía en el Paseo Simón Abril, encaminados a estudiar por un lado la naturaleza del terreno que sirve de base a los cimientos mediante un estudio geotécnico, y de otro la realización de catas, ensayos y pruebas sobre los elementos que componen la estructura para verificar el estado de la misma, su composición, geometría y patologías que pudiera presentar de cara a un posible cambio de uso del edificio.

Las distintas intervenciones han tenido lugar durante el mes de octubre del año en curso.

## 2.- OBJETO.-

El objeto de los distintos trabajos realizados es la obtención de datos del estado actual del edificio para poder definir el alcance de actuación del proyecto de rehabilitación estructural del mismo.

## 3.- DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO.-

La edificación a inspeccionar se trata de una Vivienda construida en el año 1929, diseñada por el Arquitecto D. Francisco Fernandez Molina, es un edificio catalogado con protección estructural. Se trata de un edificio en forma de L con torreón en la en el vértice de la L y edificio anejo en el lateral de la calle María Marín, compuesto por semisótano, planta baja, planta primera y torreón en edificio principal y semisótano, baja primera y segunda en edificio anejo por calle María Marín según se aprecia en las fotografías de la tabla abajopuesta





Fachada lateral Calle María Marín

La estructura está dispuesta sobre muros de tapial distribuidos de forma paralela sobre los que apoyan los forjados. Los forjados de techo de sótano están compuestos de vigas de madera tipo C22 dispuestas cada 40 cm apoyadas en los muros de tapial y con rasillón cerámico de 15 cm de largo y 3 cm de espesor de pieza de entrevigado y tierra compacta revuelta con restos de carbón + solado con un canto total de 32 cm.

Los forjados de techo de pl. baja están formados por vigas metálicas dispuestas cada 70cm, con dos capas rasillón cerámico de 15\*3 cm como piezas de entrevigado y tierra compacta + solado con un canto total de 20 cm.

La cubierta está formada por estructura de madera en el ala de María Marín y estructura metálica en el ala de Simón Abril.

#### **4.- ACTUACIONES REALIZADAS.-**

##### **4.1. ESTUDIO GEOTECNICO**

Con objeto de comprobar las características del terreno y analizar, con base en los datos obtenidos y la información disponible, las condiciones de seguridad y servicio de las cimentaciones, se ha realizado como primera intervención un reconocimiento geotécnico del terreno.

En documento aparte se recogen los resultados de los diferentes trabajos realizados en el terreno de cimentación del edificio, así como la correspondiente interpretación de resultados. No obstante, a modo de resumen exponemos los aspectos más destacados del mismo.

La columna estratigráfica detectada en los ensayos de campo realizados es:

Techo (m)	Muro (m)	Litología
0.00	1.00	Solera de hormigón sobre rellenos de arenas y gravas.
1.00	2.50	Arenas limosas con gravas calizas dispersas y algún bolo, de color marrón anaranjado. Compacidad densa y plasticidad nula.
2.50	6.50	Arcillas de media plasticidad con arenas de color marrón anaranjado a beige, de compacidad firme a muy firme y compresibilidad media.
6.50	12.00	Arcillas de media plasticidad de color beige, de compacidad media a firme y compresibilidad alta.

Durante la realización del sondeo no se detectó la presencia del nivel freático a las profundidades estudiadas.

Este edificio, en la actualidad, se encuentra en situación de equilibrio con disipación de tensiones interticiales (largo plazo). La tensión que transmite será inferior a la máxima admisible para esta situación. Mientras que los asentos ya debieron producirse y estabilizarse hace tiempo.

Cualquier reforma y cambio de uso supondrá un incremento de tensiones en el terreno al cual se opondrán los dos mecanismos de rotura básicos ya señalados. En un principio el mecanismo no drenado a corto plazo, ya que podemos suponer que el incremento de carga de la reforma se hace “rápidamente”.

Por un lado, **el incremento de tensión** que provocaría una reforma debería ser inferior a la tensión admisible del terreno a corto plazo, para garantizar la no rotura del suelo; y **los asentos provocados** por dicho incremento de carga deberán ser tolerables.

Por otro lado, las tensiones existentes no desaparecen por lo que, a largo plazo, **la tensión total** transmitida por el edificio (existente + incremento de la reforma) deberán ser inferiores a la tensión admisible del terreno a largo plazo.

En base a los criterios anteriores, se han estudiado dos posibles planos de apoyo de cimentaciones: a -1.20 m y a -3.00 m (correspondiente a la construcción de un nuevo sótano) respecto a la boca de los sondeos.

Los valores de tensiones admisibles para cada caso se encuentran detallados en el estudio geotécnico, diferenciándose entre tensiones provocadas por los nuevos usos y tensiones totales máximas.

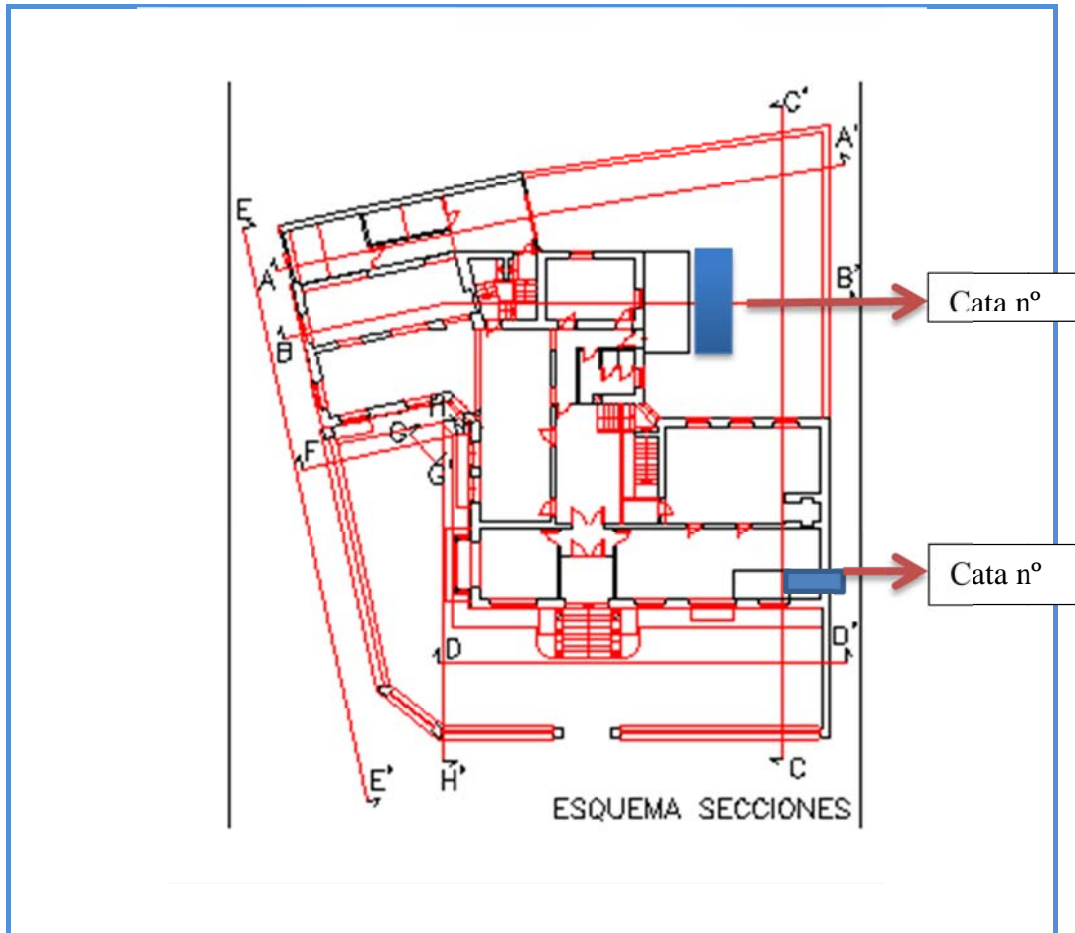
#### **4.2. ESTUDIO ESTRUCTURAL**

- 4.2.1. Catas en cimentación
- 4.2.2. Catas en muros
- 4.2.3. Catas en forjados
  - 4.2.3.1. Forjados con vigas de madera
  - 4.2.3.2. Forjados con vigas metálicas
- 4.2.4. Ensayos de materiales
  - 4.2.4.1. Ensayos sobre la madera
  - 4.2.4.2. Ensayos sobre perfiles metálicos
- 4.2.5. Pruebas de carga en forjados UNE EN 380:1998 (madera) y UNE 7-457-86 (resto)
- 4.2.6. Análisis mediante cálculo
  - 4.2.6.1. Estructura Forjados de viguetas de madera
  - 4.2.6.2. Estructura Forjados de viguetas metálicas
  - 4.2.6.3. Cubierta de madera
  - 4.2.6.4. Cubierta metálicas
- 4.2.7. Localización patologías

#### 4.2.1. Catas en cimentación

Se han realizado dos calicatas en distintas zonas de cimentación según el croquis adjunto, una se ha realizado de forma manual por el interior en la estancia denominada como nº 4 junto al muro de fachada por el interior, esta cata se ha realizado de forma manual debido a la imposibilidad de introducir maquinaria dentro, y una segunda cata en el muro del patio interior, esta última se ha realizado con una miniexcavadora.

**Ubicación de las catas**





En la cata nº 1 hemos encontrado lo siguiente:



**Detalle cemento muro**



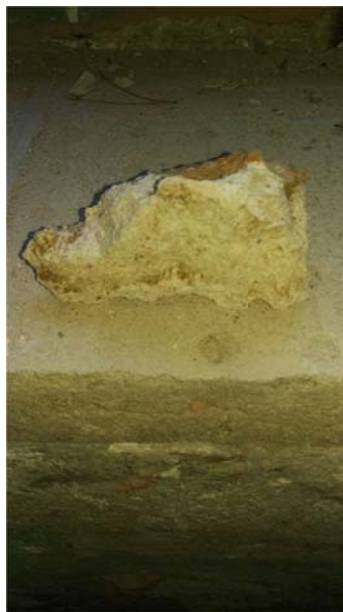
**Ubicación cata interior**



**Detalle cemento muro**



**Terreno apoyo cimentación**

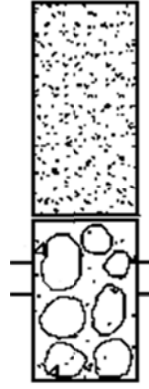


**Detalle mortero agarre muro**



**Detalle base cemento**

El muro de tapial queda enterrado en el terreno 0,5 m, a ese nivel se ha cogido una muestra de terreno para analizar en laboratorio. La cimentación del muro consiste en un cimiento corrido que es el arranque del muro de igual sección 0,50 m compuesto de piedras de naturaleza caliza y mortero de cal y tierra.



**“Detalle cimentación corrido de muro”**

En la cata nº 2 el detalle es el siguiente:



**Detalle cemento muro**



**Otra perspectiva cata interior**



**Detalle prof. cemento muro**



**Detalle recrecido cemento**



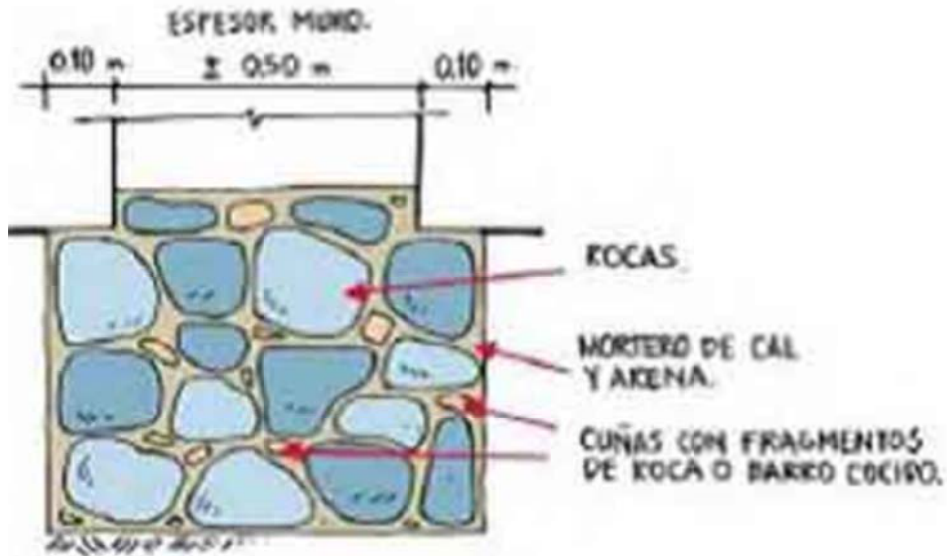
**Terreno apoyo cimentación**



**Ubicación cata y mini**



El muro de tapial queda enterrado en el terreno 1,80 m, a ese nivel se ha cogido una muestra de terreno para analizar en laboratorio. La cimentación del muro consiste en un cimiento corrido que presenta un recreido de 10-12 cm hacia el exterior desde la base del cimiento hasta una altura de 1,10 m, a partir de esta cota el muro disminuye su sección para quedar de igual sección 0,50 m compuesto de piedras de naturaleza caliza y mortero de cal y tierra.



*Detalle recreido cimiento muro*

**4.2.2. Catas en muros**

Se han revisado muros de pl. sótano, baja y primera de varias estancias del edificio



*Detalle muro pl. baja*



*Detalle muro pl. sotano*



*Detalle muro fachada posterior*



**Detalle coronación de muros**

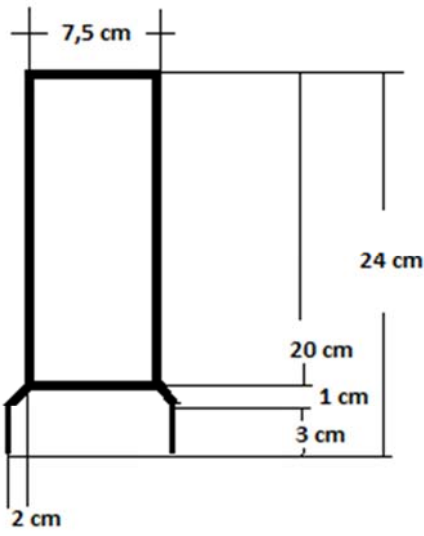
Los muros de fachadas exteriores e interiores poseen espesores de 0,50 m en todas sus plantas, están formados por cantos calizos y mortero de cal. No se aprecian refuerzos en esquinas. Los muros de particiones interiores tienen una sección de 0,30 m y están compuestos por los mismos materiales. No se aprecian grietas ni roturas significativas, aunque en algunas zonas debido a la falta de mantenimiento si hay cierto grado de degradación producido fundamentalmente por la acción del agua, en el capítulo de patologías observadas haremos más extensivo este comentario. Se han tomado medidas in situ de la humedad en distintos puntos de los muros y los datos han sido los siguientes:

Muros de fachada zona sótano	Altura en m. desde suelo	Contenido humedad %
<b>Muros fachada pl. sótano</b>	Hasta 0,50	5 %
	De 0,50 a 1,50	Entre 2,7 Y 3 %
	Mas de 1,50	Entre 2,1 y 2,5%
<b>Muros interiores pl. sótano</b>	Hasta 0,50	Entre 2,7 Y 3 %
	De 0,50 a 1,50	Entre 2,1 y 2,5%
	Mas de 1,50	Entre 2,7 Y 3 %
<b>Muros pl. 1ª y 2ª</b>	Hasta 0,50	Entre 2,1 y 2,5%
	De 0,50 a 1,50	Entre 2,7 Y 3 %
	Mas de 1,50	Entre 2,1 y 2,5%

#### **4.2.3. Catas en forjados**

##### **4.2.3.1. Forjados con vigas de madera**

En forjados de madera se han realizado la **cata nº 1** en techo de sótano y **cata nº 4** en forjado suelo de torreón. Los forjados de **techo sótano** y **suelo torreón** están formados por viguetas de madera del tipo "C22 " de 24 cm de canto, dispuestas cada 0,40 m y que apoyan en los muros de fachada y muros interiores. Como piezas de entrevigado, encontramos un revoltón de tierra compacta con un espesor variable con forma de bóveda y algo de cañizo en forjado suelo torreón y de 0,03 m en la parte superior de la viga, un mortero de agarre de 1,5 cm y el terrazo de 0,03 m. con un canto total de 0,23 m sin contar solados.



**Croquis medidas vigas de madera**



**Fotografía viga madera**

**Detalles cata forjado techo sótano**

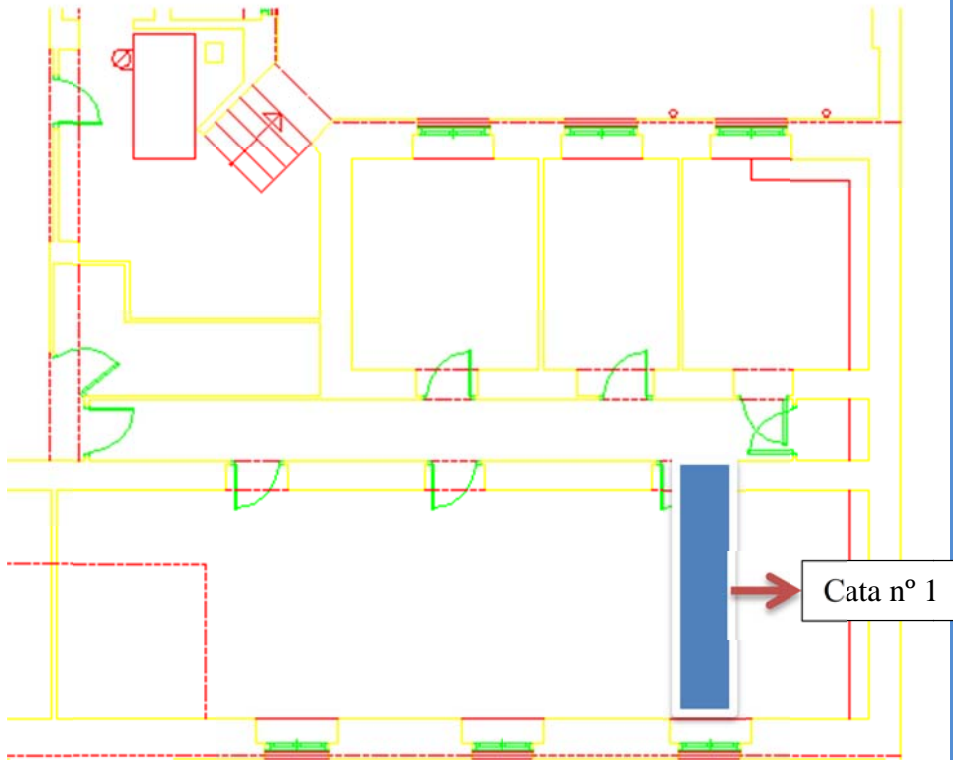


**Detalle cata 1 forjado madera**

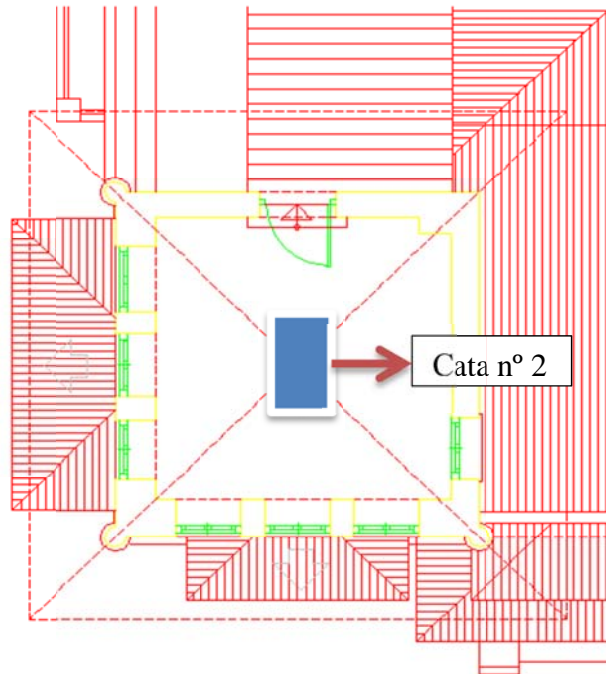


**Detalle composición forjado**

**Ubicación de cata nº 1 en forjado techo sótano.  
"Techo Estancia nº 4 según plano"**



**Ubicación de cata nº 4 en forjado suelo torreón.  
"Techo Estancia nº 4 según plano"**



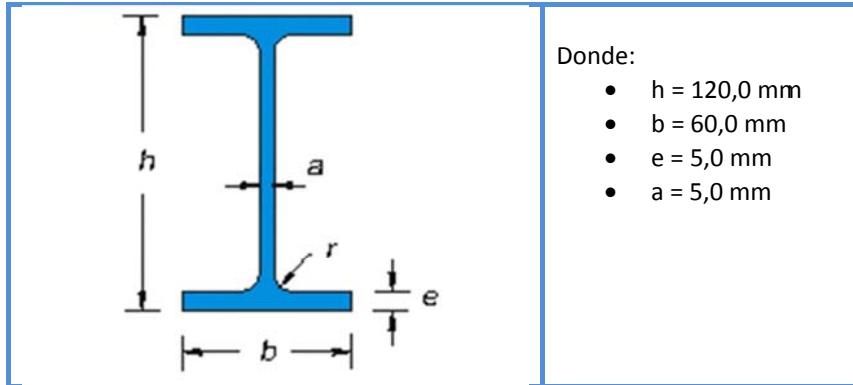


4.2.3.2. Forjados con vigas metálicas

Se han realizado tres (3) catas en forjados con vigueta metálica y estos han sido los resultados:

Los forjados de techo pl. baja están formados por viguetas metálica de tipo similar a IPE-120 de 12 cm de canto, dispuestas cada 0,70 m y que apoyan en los muros de fachada y muros interiores. Como piezas de entrevigado, encontramos dos capas de rasillón de 15\*3 cm apoyadas en en las alas inferiores de las vigas y encima revoltón de tierra compacta y restos de ceniza o carbón con un espesor de 5 cm, un mortero de agarre de 1,5 cm y el terrazo de 0,03 m. con un canto total de 0,17 m.

Detalle perfil metálico:



**Detalle cata 1 techo pl.baja**



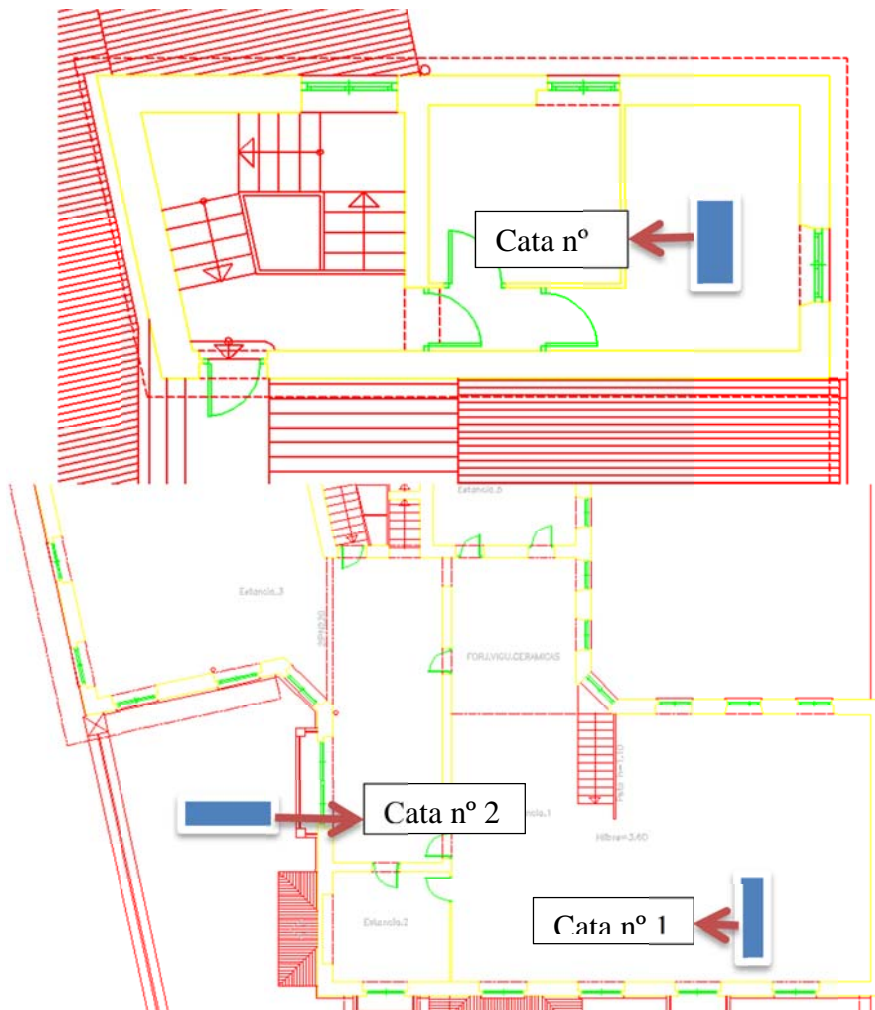
**Cata 1 en techo pl.baja**



**Detalle cata 2 techo pl. baja**



Ubicación de las catas en forjados con viguetas metálicas:



#### 4.2.4. Ensayos de materiales

##### 4.2.4.1. Ensayos sobre la madera

Se han realizado sobre las vigas de madera los siguientes ensayos:

- ✓ Determinación contenido en humedad in situ (procedimiento in situ)
- ✓ Determinación de la densidad en  $\text{kg}/\text{m}^3$

##### Ensayos sobre madera:

Debido a la imposibilidad de obtener el número representativo que la norma UNE EN 384:1996 para la obtención de la densidad (mínimo 40 muestras) se ha optado por un procedimiento in situ. Para la medición in situ se ha utilizado un Higrometro marca GANN HIDROMETTE COMPACT, apto para este tipo de mediciones dentro de un rango de temperatura desde los 5°C hasta los 40°C., con 3 escalas de medida en función del material a medir.

Localización elemento	Temperatura °C	Contenido en Humedad %
Viga de madera cata 1 forjado techo sótano	22 °C	12,2 %
Viga de madera cata 4 forajdo suelo torreón	22 °C	12,4 %



*Detalle medición humedad in situ*



*Detalle medición.*

##### DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD EN $\text{kg}/\text{m}^3$

Se extrae muestra de la viga, con posterioridad se cubica y pesa en laboratorio y el resultado obtenido ha sido el siguiente:

- ✓ Volumen total de la muestra:  $19187 \text{ mm}^3$
- ✓ Peso total de la muestra: 7,63 g
- ✓ **Densidad en  $\text{kg}/\text{m}^3 = 401 \text{ kg}/\text{m}^3$ .**

Catalogación de la madera con arreglo a los criterios de la norma UNE EN 338:2016 Tabla 1

		Coníferas e chopo										Fronzosas							
		C14	C16	C18	C20	C22	C24	C27	C30	C35	C40	C45	C50	D30	D35	D40	D50	D60	D70
Propiedades resistentes en N/mm <sup>2</sup>																			
Flexión	$f_{m,k}$	14	16	18	20	22	24	27	30	35	40	45	50	30	35	40	50	60	70
Traacción paralela	$f_{t,k}$	8	10	11	12	13	14	16	18	21	24	27	30	18	21	24	30	36	42
Traacción perpendicular	$f_{t90,k}$	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Compresión paralela	$f_{c,k}$	16	17	18	19	20	21	22	23	25	26	27	29	23	25	26	29	32	34
Compresión perpendicular	$f_{c90,k}$	2,0	2,2	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	3,1	3,2	8,0	8,4	8,8	9,7	10,5	13,5
Cortante	$f_{v,k}$	1,7	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0	3,4	3,8	3,8	3,6	3,0	3,4	3,8	4,0	5,3	6,0
Propiedades de rigidez en kN/mm <sup>2</sup>																			
Mód. elasticidad paralelo medio	$E_{0,050}$	7	8	9	9,5	10	11	12	12	13	14	15	16	10	10	11	14	17	20
Mód. elasticidad paralelo 5º percentil	$E_{0,05}$	4,7	5,4	6,0	6,4	6,7	7,4	8,0	8,0	8,7	9,4	10,0	10,7	8,0	8,7	9,4	11,8	14,3	16,8
Mód. elasticidad perpendicular medio	$E_{90,050}$	0,23	0,27	0,30	0,32	0,33	0,37	0,40	0,40	0,43	0,47	0,50	0,53	0,64	0,69	0,75	0,93	1,13	1,33
Módulo cortante medio	G	0,44	0,50	0,56	0,59	0,63	0,69	0,75	0,75	0,81	0,88	0,94	1,00	0,60	0,65	0,70	0,88	1,05	1,25
Densidad en Kg/m <sup>3</sup>																			
Densidad característica	$\rho_k$	290	310	320	330	340	350	370	380	400	420	440	460	530	560	590	650	700	800
Densidad media	$\rho_{med}$	350	370	380	390	410	420	450	480	490	500	520	550	640	670	700	780	840	1060

De los datos de humedad y densidad de la madera podemos concluir que se trata de una madera catalogada como :

**Luego podemos clasificarla como madera de conífera o chopo del tipo C22**

**Ensayos sobre vigas metálicas:**

Las disposiciones legales de aplicación en el momento de redacción del presente documento son:

- ✓ **UNE-EN ISO 6507-1:2006. Materiales metálicos. Ensayo de dureza Vickers. Parte 1: Método de ensayo.**

**Ensayo de dureza Vickers (HV1)**

<b>Medios empleados en el ensayo: EQUIPO:</b>	Microdurómetro Vickers
<b>Marca:</b>	Typ Instrumentos      Modelo: Epx-300
<b>Nº Serie:</b>	3858



*“Detalle microdurómetro y base tarado”*

**Condiciones Ambientales.**

El ensayo se ha realizado bajo las siguientes condiciones reflejadas en la normativa de aplicación:

- Temperatura: 22°C ± 2°C
- Humedad relativa: 30% - 60%.
- Presión atmosférica: de 860 mbar a 1060 mbar
- Fecha realización ensayos: 03/11/2017



Para aceros no aleados y fundiciones, existe una relación aproximada y directa entre la dureza Vickers, Dureza Brinell y el límite elástico, siendo el límite elástico aproximadamente 3,3 veces la dureza Vickers.

$$R_p 0,2 = 3,3 * HV$$

Localización	Medidas realizadas Dureza Brinell HB					Valor medio
Viga metálica techo pl. baja junto prueba de carga nº 2	193	172	181	152	176	175
Viga metálica techo pl. baja junto prueba de carga nº 3	152	163	171	146	156	158

Luego aplicando la correlación entre dureza Brinell/Vickers y límite elástico obtenemos que dureza Brinell obtenida 175 HB, valor más próximo a este obtenemos 174 HB, que correspondería a  $174 \text{ Hv} * 3,3 = 574,2 \text{ Mpa}$ .

**Y una resistencia a la tracción =  $59,2 \text{ Kg/mm}^2$ .**

Para la segunda muestra obtenemos que dureza Brinell obtenida 158 HB, valor más próximo a este obtenemos 159 HB, que correspondería a  $159 \text{ Hv} * 3,3 = 524,7 \text{ Mpa}$ .

**Y una resistencia a la tracción igual =  $54,0 \text{ Kg/mm}^2$ .**

### EQUIVALENCIAS ENTRE DUREZAS BRINELL, ROCKWELL, VICKERS Y SHORE Y LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN

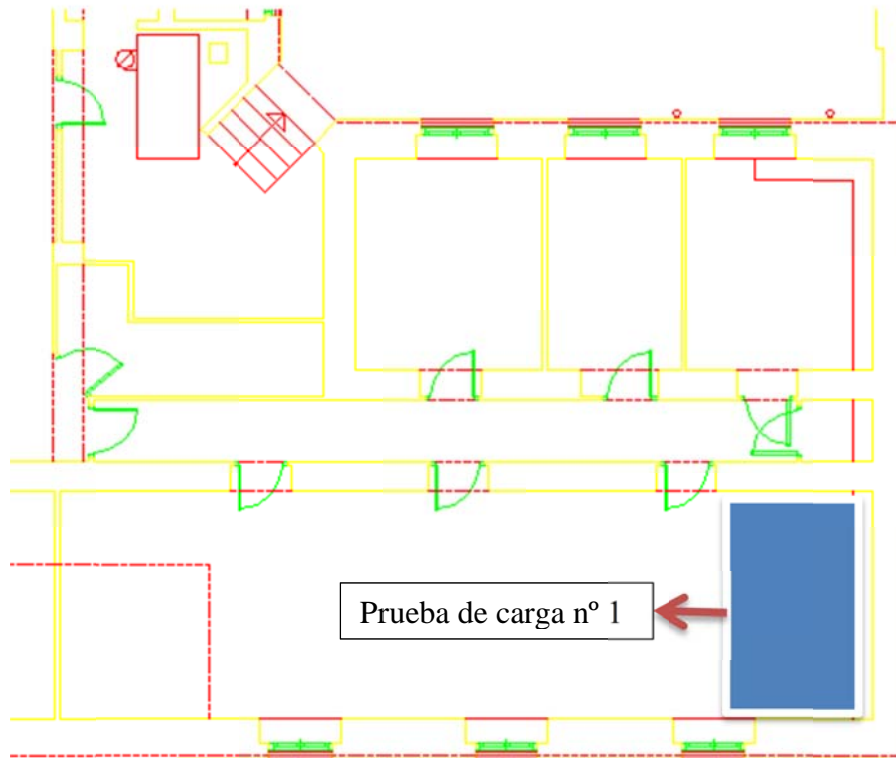
Brinell Diámetro Huella	Brinell Dureza HB	Rockwell Dureza Ha	Rockwell Dureza HRb	Rockwell Dureza HRc	Vickers Dureza HV	Shore	Resistencia a la tracción $\text{Kg/mm}^2$
4.30	197	-	94	14	197	30.2	67.0
4.35	192	-	93	13	192	29.5	65.3
4.40	187	-	92	11	187	29.0	63.6
4.45	183	-	91	10	183	28.5	62.2
4.50	179	-	90	9	179	28.0	60.9
4.55	174	-	89	7	174	27.5	59.2
4.60	170	-	88	6	170	26.5	57.8
4.65	166	-	87	4	166	25.5	56.3
4.70	163	-	86	3	163	25.0	55.4
4.75	159	-	85	1	159	24.5	54.0
4.80	156	-	84	0	156	24.0	53.0

#### **4.2.5. Pruebas de carga en forjados**

Se han realizado tres (3) pruebas de carga en los distintos forjados que pasamos a desarrollar.

##### **PRUEBA DE CARGA Nº 1: UNE EN 380:1998**

De una parte se ha ejecutado una prueba de carga sobre forjados formados por viguetas de madera para una sobrecarga de uso de 500 kg/m<sup>2</sup>, en el **techo de sótano** según croquis adjunto. La superficie ensayada ha sido una franja de 3,75\*3,00 m, un total 11,25 m<sup>2</sup>



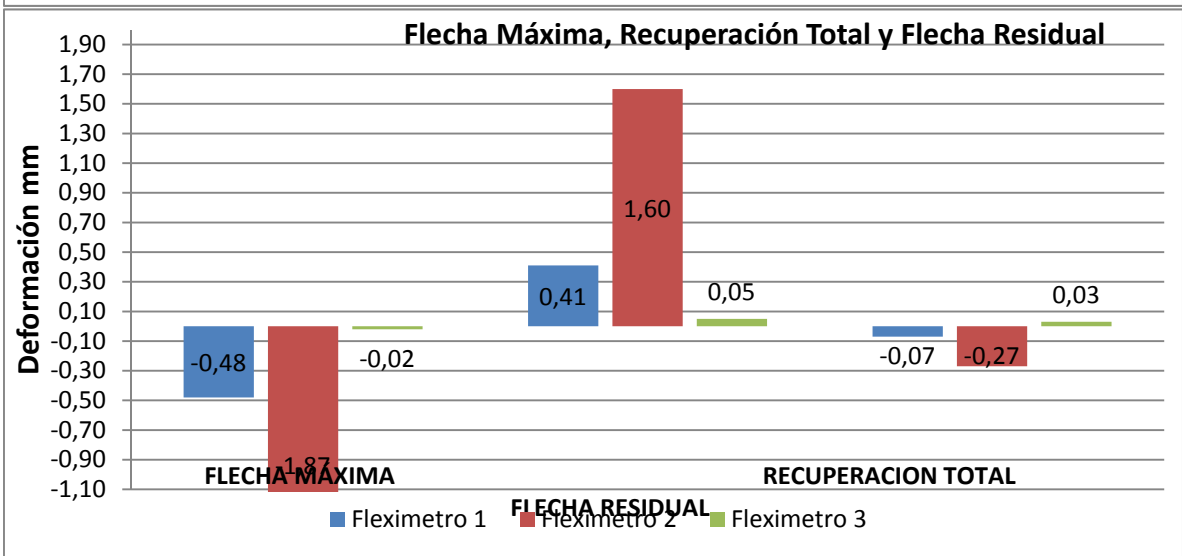
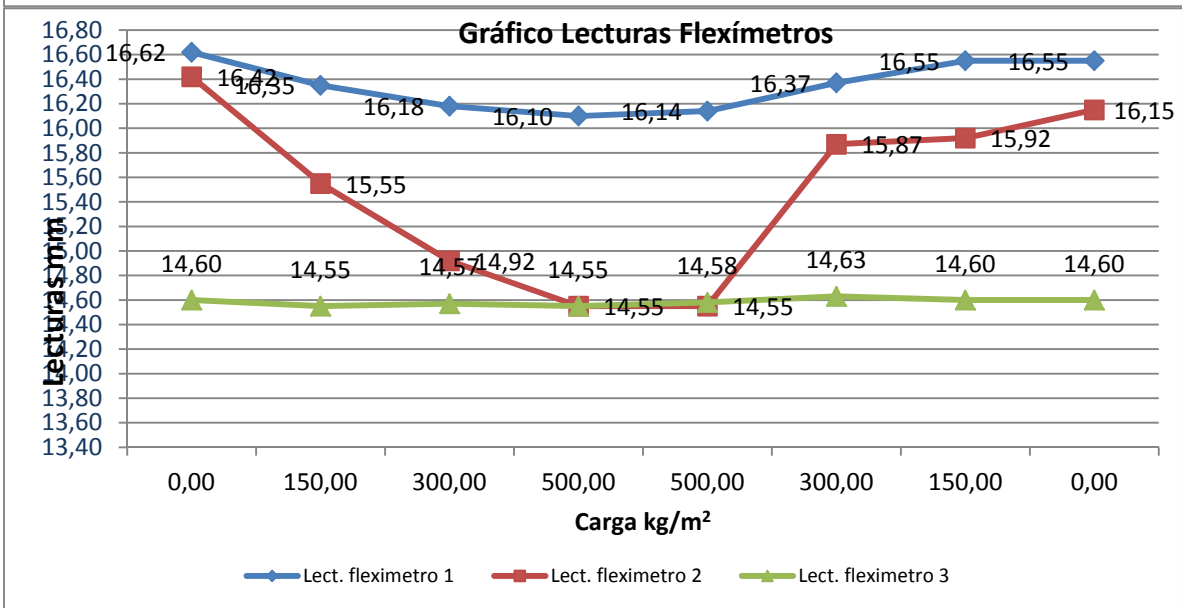
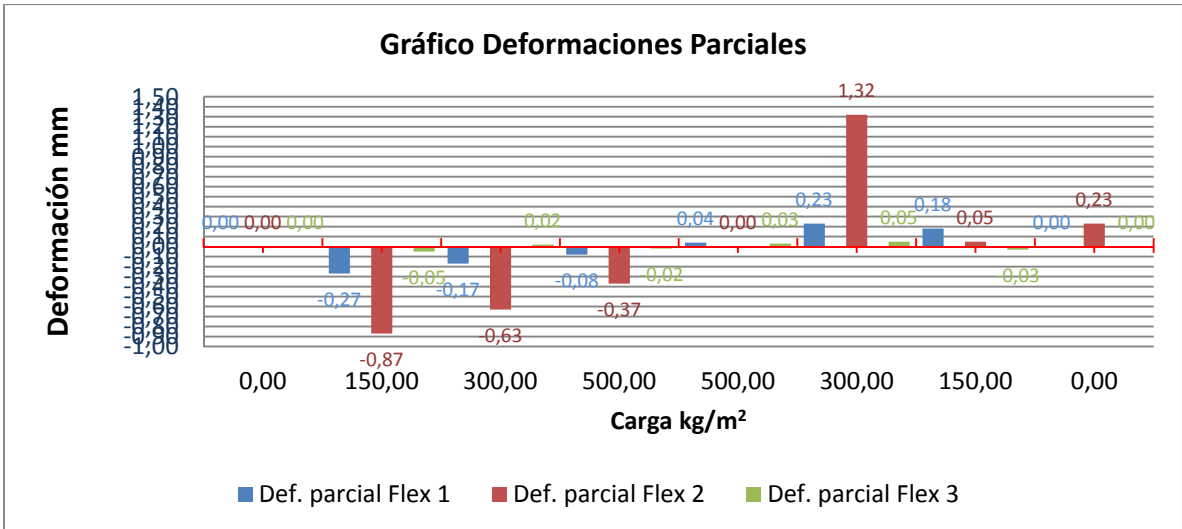
Para la realización de las prueba se ha tenido en cuenta los criterios establecidos por el artículo 101 de la EHE 08 y la Norma UNE EN 380:1998 (Principios Generales para la realización de ensayos de carga estática) en su procedimiento nº 3 “**Deformación a largo plazo**”. Una prueba de carga no es más que un proceso de investigación sobre una estructura ya construida mediante la reproducción de un estado de carga determinado, con el fin de obtener datos experimentales sobre su seguridad y/o comportamiento estructural.

La carga se ha repartido de una forma uniforme en toda su superficie y en el centro de vano, utilizando para tal fin unas cubetas plásticas llenas de agua, distribuyendo las mismas uniformemente en el paño ensayado.

Para la medición de las deformaciones se han utilizado dos comparadores de precisión 0,01 mm., dispuestos en el centro del vano y extremos de forjado de techo pl. sótano.

Los equipos de medida no han sido expuestos a altas temperaturas por lo que el riesgo de dilataciones de los equipos de medida queda descartado.









**DETALLE ZONA DE CARGA**



**DETALLE A MÁXIMA CARGA**



**DETALLE FLEXIMETRO EN ESQUINA**



**DETALLE FLEXIMETRO EN CENTRO**

1º Durante y una vez finalizada la prueba no se ha observado ni fisuras ni otro tipo de patología en el forjado ensayado.

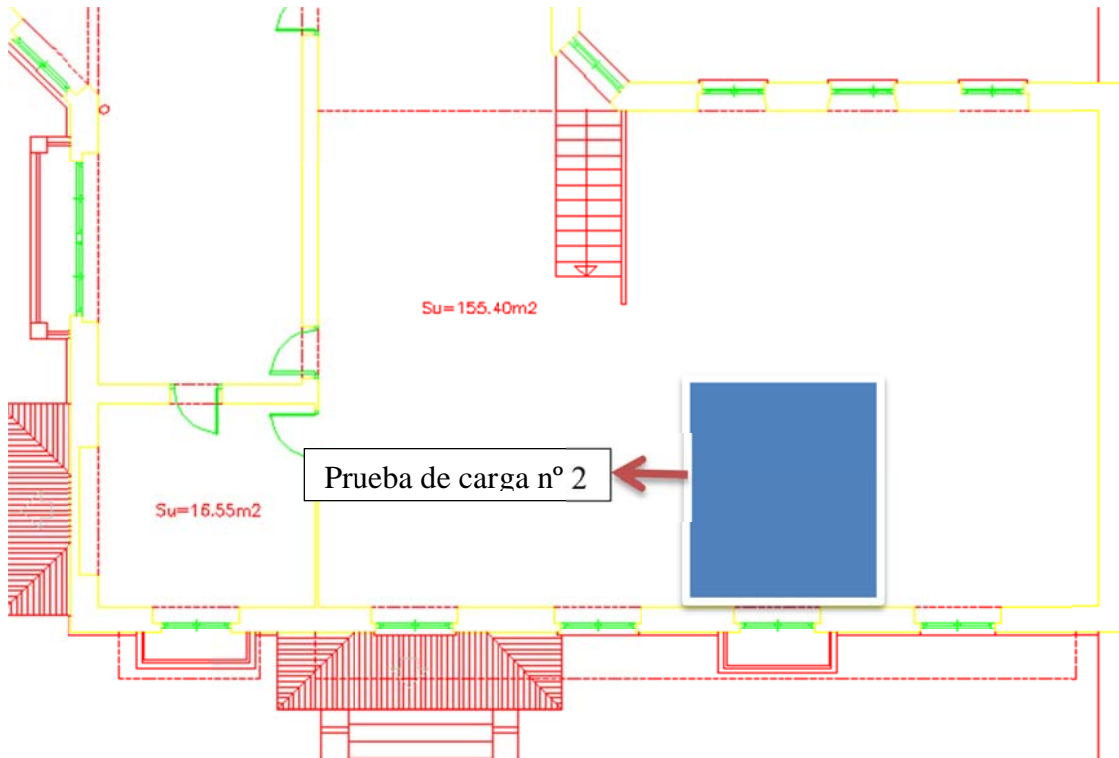
2º Las flechas máxima obtenidas en el centro del vano han sido inferiores al límite de  $l^2 / 20000 h$ , para la prueba, siendo  $l$  la luz de cálculo y  $h$  el canto del elemento.

3º Las flechas residuales una vez finalizadas las prueba son inferiores al 25% de la máxima permitida en función de la luz del tramo ensayado.

4º La comprobación realizada consiste en un ensayo, tal y como establece el artículo 79.5 de la E.H.E. (Comprobación de la conformidad de la estructura terminada) y será la propia Dirección Facultativa quien determine la validez de los resultados obtenidos según establece dicho artículo

### PRUEBA DE CARGA Nº 2:

De otra parte se ha ejecutado una prueba de carga sobre forjados formados por viguetas metálicas para una sobrecarga de uso de 500 kg/m<sup>2</sup>, en el **techo de pl baja** según croquis adjunto. La superficie ensayada ha sido una franja de 3,75\*3,00 m, un total 11,25 m<sup>2</sup>



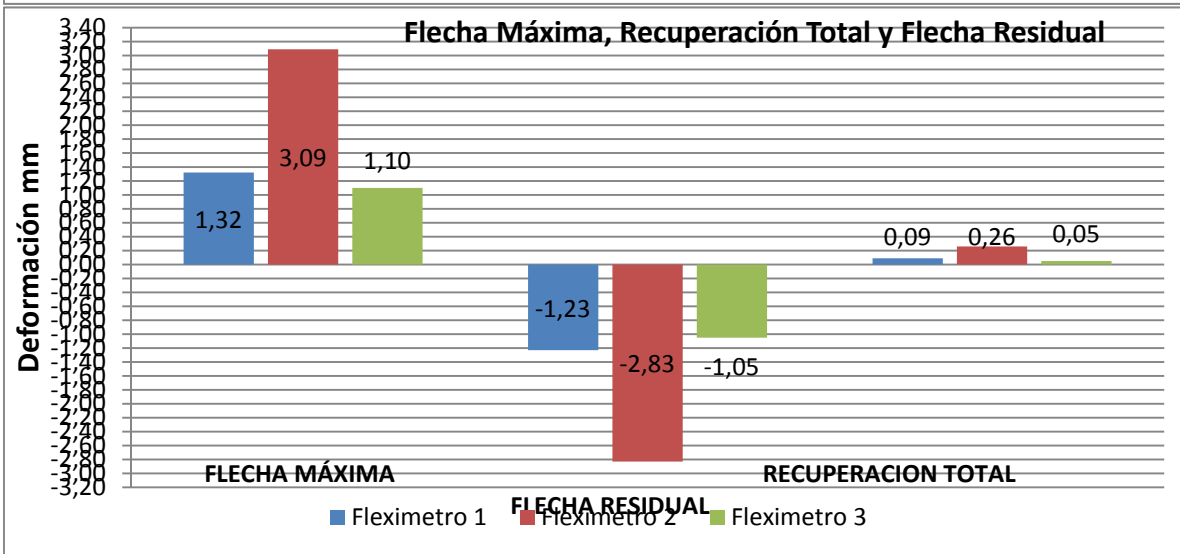
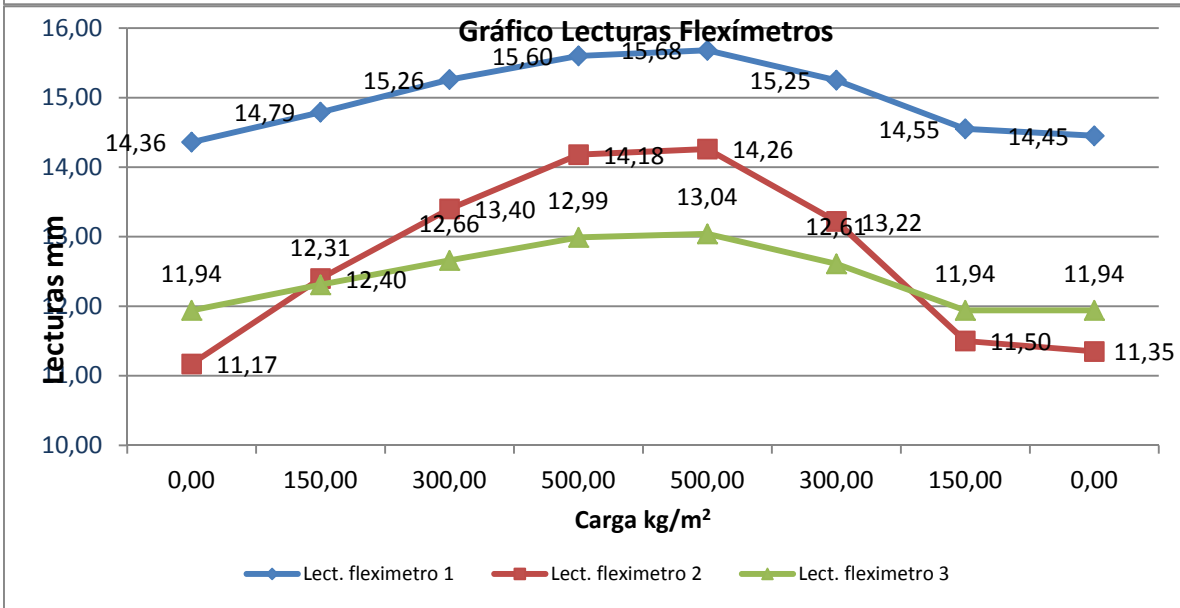
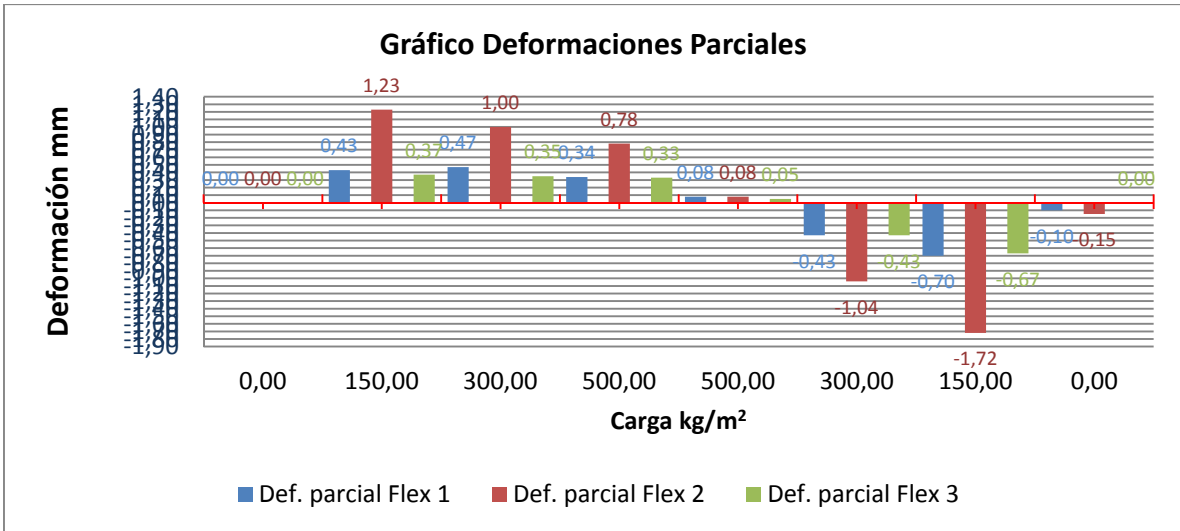
Para la realización de las pruebas se ha tenido en cuenta los criterios establecidos por el artículo 101 de la EHE 08 y la Norma UNE 7-457-86 (Realización de ensayos estáticos de puesta en carga sobre estructuras de piso en edificación). Una prueba de carga no es más que un proceso de investigación sobre una estructura ya construida mediante la reproducción de un estado de carga determinado, con el fin de obtener datos experimentales sobre su seguridad y/o comportamiento estructural.

La carga se ha repartido de una forma uniforme en toda su superficie y en el centro de vano, utilizando para tal fin unas cubetas plásticas llenas de agua, distribuyendo las mismas uniformemente en el paño ensayado.

Para la medición de las deformaciones se han utilizado dos comparadores de precisión 0,01 mm., dispuestos en el centro del vano y extremos de forjado de techo pl. baja.

Los equipos de medida no han sido expuestos a altas temperaturas por lo que el riesgo de dilataciones de los equipos de medida queda descartado.







1º Durante y una vez finalizada la prueba no se ha observado ni fisuras ni otro tipo de patología en el forjado ensayado.

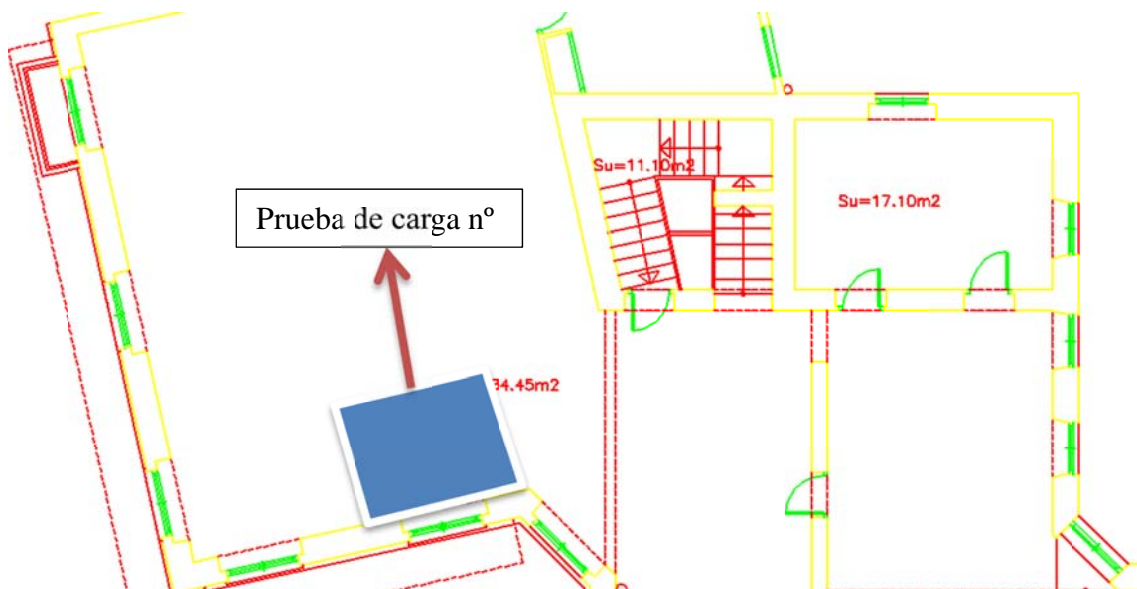
2º Las flechas máxima obtenidas en el centro del vano han sido inferiores al límite de  $l^2 / 20000 h$ , para la prueba, siendo  $l$  la luz de cálculo y  $h$  el canto del elemento.

3º Las flechas residuales una vez finalizadas las prueba son inferiores al 25% de la máxima permitida en función de la luz del tramo ensayado.

4º La comprobación realizada consiste en un ensayo, tal y como establece el artículo 79.5 de la E.H.E. (Comprobación de la conformidad de la estructura terminada) y será la propia Dirección Facultativa quien determine la validez de los resultados obtenidos según establece dicho artículo

### **PRUEBA DE CARGA Nª 3:**

Por último se ha ejecutado una prueba de carga sobre forjado formados por viguetas metálicas para una sobrecarga de uso de  $500 \text{ kg/m}^2$ , en el **techo de pl baja** según croquis adjunto. La superficie ensayada ha sido una franja de  $3,60 \times 3,00 \text{ m}$ , un total  $10,80 \text{ m}^2$





**Detalle prueba a máxima carga**



**Detalle 3er escalón de carga**



**Flexímetro centro**



**Zoom flexímetro centro**

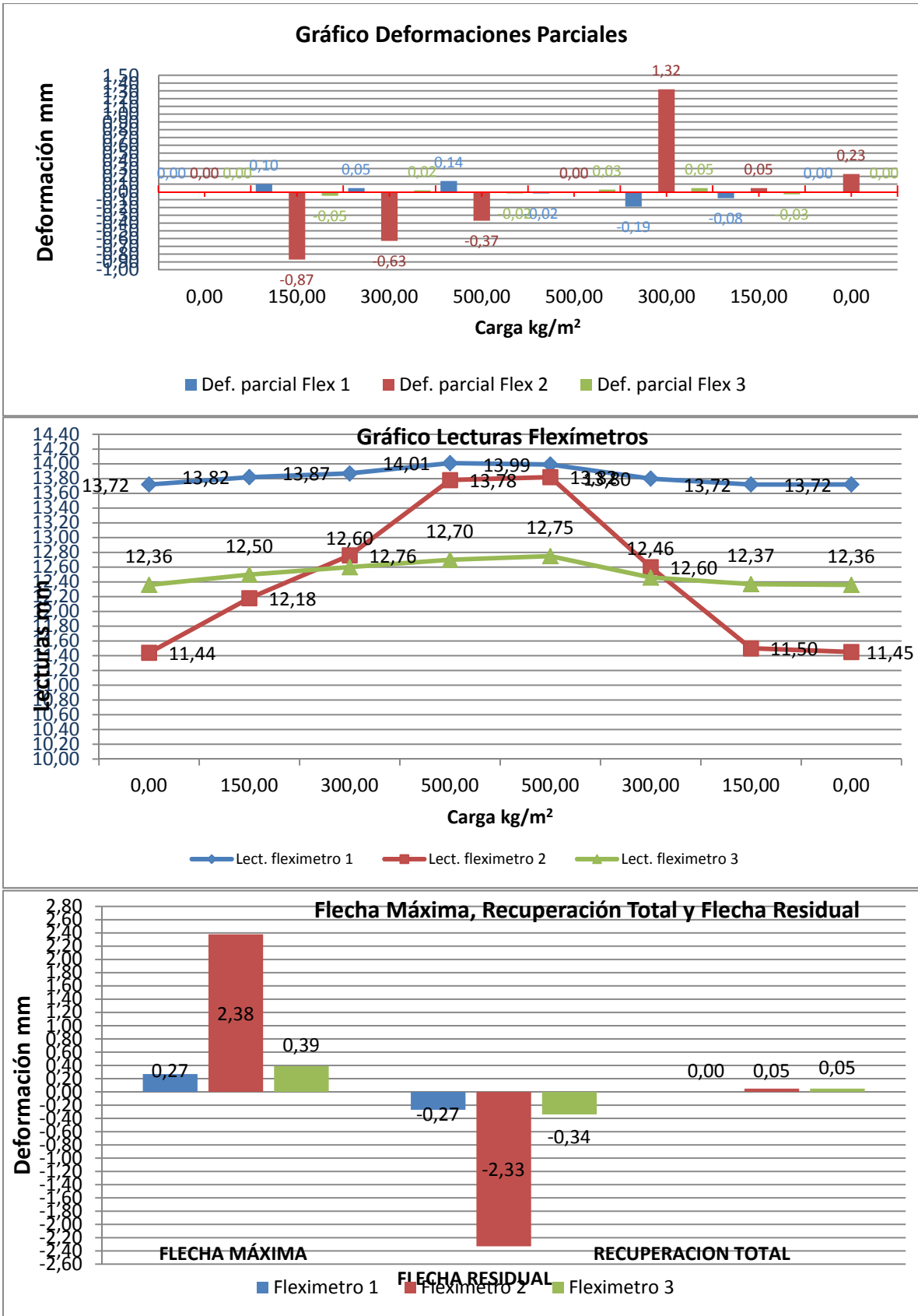


**Flexímetro en esquina**



**Panorámica flexímetros**





1º Durante y una vez finalizada la prueba no se ha observado ni fisuras ni otro tipo de patología en el forjado ensayado.

2º Las flechas máxima obtenidas en el centro del vano han sido inferiores al límite de  $l^2/20000h$ , para la prueba, siendo  $l$  la luz de cálculo y  $h$  el canto del elemento.

3º Las flechas residuales una vez finalizadas las prueba son inferiores al 25% de la máxima permitida en función de la luz del tramo ensayado.

4º La comprobación realizada consiste en un ensayo, tal y como establece el artículo 79.5 de la E.H.E. (Comprobación de la conformidad de la estructura terminada) y será la propia Dirección Facultativa quien determine la validez de los resultados obtenidos según establece dicho artículo.

#### **4.2.6. COMPROBACIÓN MEDIANTE CALCULO**

##### **4.2.6.1. Estructura Forjados viguetas de madera**

Como comprobación adicional y de manera complementaria a las pruebas de carga realizadas, se ha diseñado un posible refuerzo para los forjados de madera existentes.

El diseño del refuerzo depende de la tipología del mismo y éste, a su vez, dependerá de las diferentes soluciones que el mercado ofrece.

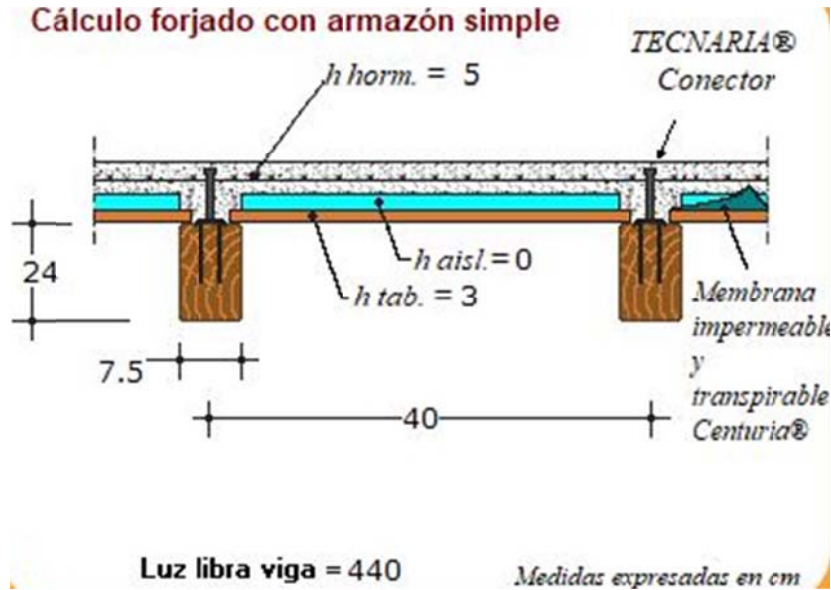
Para el cálculo del refuerzo se ha optado por escoger un forjado mixto madera-hormigón. Al hacer trabajar de manera conjunta a estos dos materiales conseguimos soportar cargas relativamente elevadas con poco aumento de canto. Es una solución ideal porque evita que se tenga que sustituir por completo los forjados de madera y permite que no se tenga que modificar mucho la altura del piso.

El sistema consiste en formar una capa de compresión de hormigón sobre las viguetas de madera, previa demolición del solado existente. El hormigón así dispuesto se comporta como un forjado unidireccional en donde la armadura necesaria que trabaja a tracción para soportar los momentos positivos es la madera, sustituyendo total o parcialmente a las armaduras de tracción o positivos, colaborando el hormigón como bloque comprimido en esas secciones. Además, la sección de hormigón se ve complementada con un mallazo situado en la parte superior como armadura para repartir cargas y absorber esfuerzos de retracción y temperatura.

Para que la sección de hormigón y madera pueda responder adecuadamente como estructura mixta, la propia madera ha de llegar a aproximarse al agotamiento, por lo que es preciso que la sección tenga capacidad resistente suficiente a la tensión rasante a la que se ve solicitada en la interfaz madera-hormigón. Por ello, resulta determinante que el mecanismo de adhesión primero y conexión mecánica posterior, funcionen adecuadamente y ante sollicitaciones lo mayores posibles. Para conseguir aumentar esta capacidad resistente a tensiones rasantes, es posible adicionar al forjado mixto elementos como conectadores que, situados en los apoyos, colaboran como tercer mecanismo en la absorción de las tensiones rasantes y pueden llegar a producir el agotamiento a tracción de la madera.

El cálculo se ha realizado siguiendo el sistema comercializado por Tecnaria, aunque, por supuesto, es válido cualquier otro sistema similar de cualquier casa comercial de calidad.





El refuerzo consiste en:

- la formación de una capa de compresión de 50 mm de hormigón HA-25, con malla de reparto 20x20x6 mm.
- conectores tipo CTL BASE 12/70 situados a 30,70 cm de separación en los cuartos de las viguetas y a 50,00 cm en la mitad central de la viga.

Obtenemos así un forjado diseñado para:

- Peso Propio 1,75 kN/m<sup>2</sup>
- Cargas muertas 2,00 kN/m<sup>2</sup>
- Sobrecarga de uso 5,00 kN/m<sup>2</sup> (zonas de aglomeración)
- Peso Propio 1,75 kN/m<sup>2</sup>

Resumen de los datos	
Hormigón	C25/30 - Rck30
Madera armazón	EN C22
Conector	Base en viga
Cargas totales por metro cuadrado	
Peso propio	$G_{k,1} = 1.74 \text{ kN/m}^2$
Carga permanente	$G_{k,2} = 2.00 \text{ kN/m}^2$
Sobrecarga de uso	$Q_k = 5.00 \text{ kN/m}^2$
Cargas totales por metro lineal	
Total ELS	$F_d = 3.50 \text{ kN/m}$
Total ELU	$F_d = 5.02 \text{ kN/m}$

RESULTADO DE LAS COMPROBACIONES			
Conector tipo CTL BASE 12/ 70			
Conectores con espaciado variable			
- en los cuartos . . . . .	De =	30.7	cm
- en la mitad central de la viga . . . . .	Dc =	50.0	cm
- número de conectores por viga . . . . .	13		
- número de conectores por metro cuadrado . . . . .	7.39		
Comprobaciones a tiempo CERO			
HORM. - Tensión máxima	$\sigma_{c,max}$ =	6.26 <=	14.17 N/mm <sup>2</sup>
HORM. - Tensión mínima	$\sigma_{c,min}$ =	-7.04	N/mm <sup>2</sup>
MADERA - flexo-tensión		0.74 <=	1.00
MADERA - corte	$\tau_{l,max}$ =	0.62 <=	1.48 N/mm <sup>2</sup>
CONECTOR - corte	$F_{con,max}$ =	10430 <=	10585 N
DEFLEXIÓN - flecha	$F_{r,max}$ =	6.14 <=	8.80 mm
Comprobaciones a tiempo FINAL			
HORM. - Tensión máxima	$\sigma_{c,max}$ =	4.65 <=	14.17 N/mm <sup>2</sup>
HORM. - Tensión mínima	$\sigma_{c,min}$ =	-3.79	N/mm <sup>2</sup>
MADERA - flexo-tensión		0.77 <=	1.00
MADERA - corte	$\tau_{l,max}$ =	0.64 <=	1.48 N/mm <sup>2</sup>
CONECTOR - corte	$F_{con,max}$ =	10578 <=	10585 N
DEFLEXIÓN - flecha	$F_{r,max}$ =	9.21 <=	12.57 mm
Armadura inferior B500S			
área mínima . . . . .	$A_{f,min}$ =	1 $\phi$ 10	/viga

**4.2.6.2. Estructura Forjados viguetas de metálica**

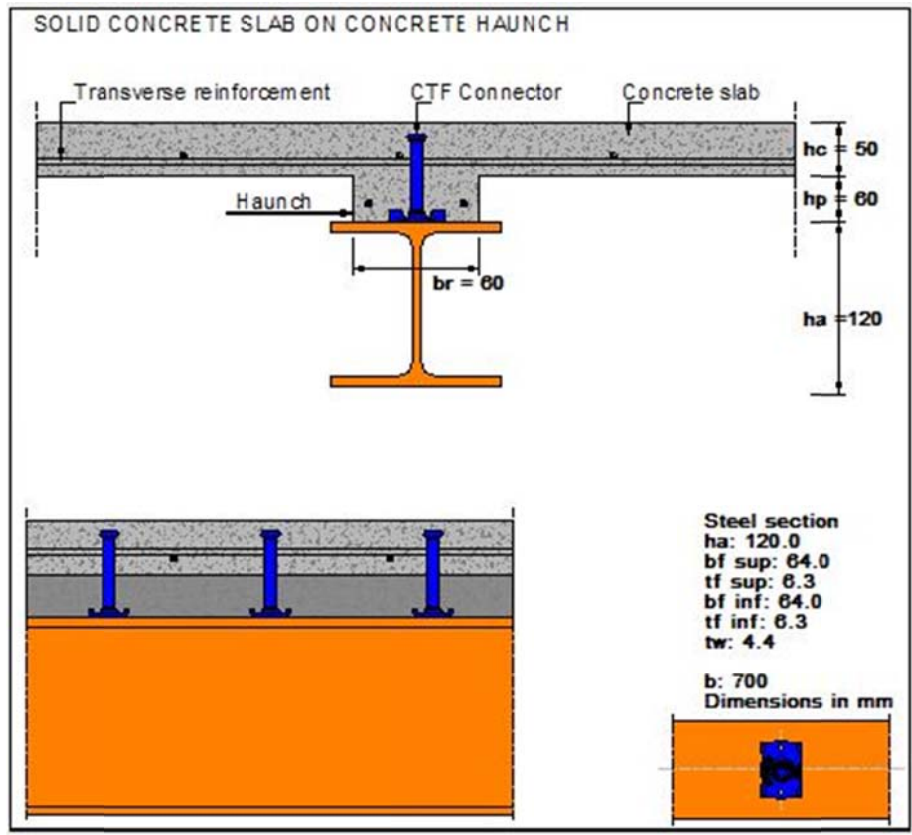
Como comprobación adicional y de manera complementaria a las pruebas de carga realizadas, se ha diseñado un posible refuerzo para los forjados de viguetas metálicas existentes.

El diseño del refuerzo es similar al caso anterior. Para el cálculo del refuerzo se ha optado por escoger un forjado mixto acero-hormigón. Al hacer trabajar de manera conjunta a estos dos materiales conseguimos soportar cargas relativamente elevadas con poco aumento de canto.

El sistema consiste en formar una capa de compresión de hormigón sobre las viguetas de acero, previa demolición del solado existente. El hormigón así dispuesto se comporta como un forjado unidireccional en donde la armadura necesaria que trabaja a tracción para soportar los momentos positivos es la vigueta de acero estructural, sustituyendo total o parcialmente a las armaduras de tracción o positivos, colaborando el hormigón como bloque comprimido en esas secciones. Además, la sección de hormigón se ve complementada con un mallazo situado en la parte superior como armadura para repartir cargas y absorber esfuerzos de retracción y temperatura.

Para que la sección de hormigón y acero pueda responder adecuadamente como estructura mixta, la vigueta de acero ha de llegar a aproximarse al agotamiento, por lo que es preciso que la sección tenga capacidad resistente suficiente a la tensión rasante a la que se ve solicitada en la interfaz acero-hormigón. Por ello, resulta determinante que el mecanismo de adhesión primero y conexión mecánica posterior, funcionen adecuadamente y ante sollicitaciones lo mayores posibles. Para conseguir aumentar esta capacidad resistente a tensiones rasantes, es posible adicionar al forjado mixto elementos como conectores que, situados en los apoyos, colaboran como tercer mecanismo en la absorción de las tensiones rasantes y pueden llegar a producir el agotamiento del acero.

El cálculo se ha realizado siguiendo el sistema comercializado por Tecnaria, aunque, por supuesto, es válido cualquier otro sistema similar de cualquier casa comercial de calidad.



El refuerzo consiste en:

- la formación de una capa de compresión de 50 mm de hormigón HA-25, con malla de reparto 20x20x6 mm.
- conectores tipo CTF situados a 110 cm de separación en los cuartos de las viguetas y a 220 cm en la mitad central de la viga.

Obtenemos así un forjado diseñado para:

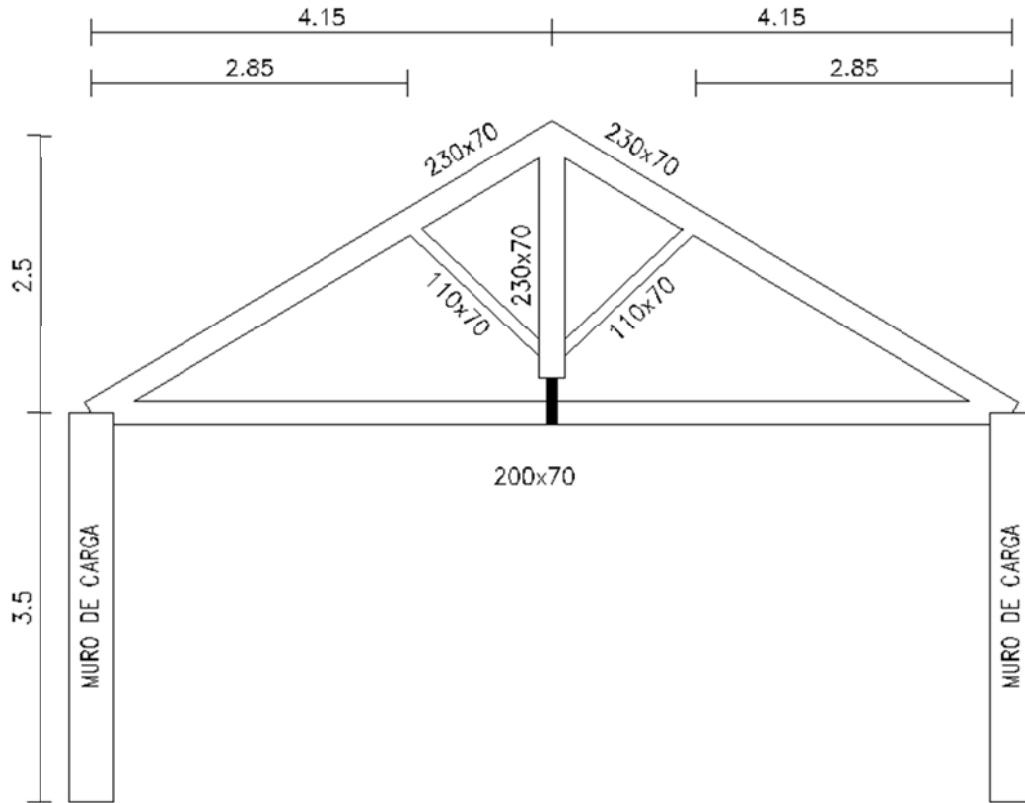
- Peso Propio 1,47 kN/m<sup>2</sup>
- Cargas muertas 2,00 kN/m<sup>2</sup>
- Sobrecarga de uso 5,00 kN/m<sup>2</sup> (zonas de aglomeración)

1 st phase - Steel beam - Ultimate Limit State - Simply supported beam				
Bending unity factor: <b>0.20</b>		Shear unity factor: <b>0.04</b>		
1st + 2nd phase - Composite beam - Ultimate Limit State - Simply supported beam				
Class: 1	Beff (cm): 70.0	MEd (kNm): 20.6	Bending unity factor: <b>0.57</b>	
Plastic theory	x (cm): 11.6	MRd (kNm): 36.3	Shear unity factor: <b>0.22</b>	
1st + 2nd phase - Composite beam - Ultimate Limit State: CONNECTION				
Conn. height: <b>9.0</b> cm	Allowed spacing: L (cm)	n.conn.	spacing	
Ductile connection	Uniform: <b>440</b>	<b>27</b>	<b>16.9</b> cm	
Resistance PRd: 11.0 kN	Variable:			
Nc: 148 kN	k: 0.30	Left quarter of beam: <b>110</b>	<b>10</b>	<b>11.0</b> cm
Nc,f: 363 kN		Central half of beam: <b>220</b>	<b>7</b>	<b>36.7</b> cm
Nc,el: 170 kN		Right quarter of beam: <b>110</b>	<b>10</b>	<b>11.0</b> cm
			<b>27</b>	
1st + 2nd phase - Composite beam - Serviceability				
0 Deflection (mm) 0.0	x el. (cm): 7.4	Frequency:		
1 Deflection (mm) 7.5 + 1.2	n - modular ratio: 13.5	4.4 Hz		
2 Deflection (mm) 3.9	i: 1.00			
Shrinkage defl. (mm) 0.0	= L / <b>1124</b>	Slab reinf. (cm <sup>2</sup> /m): 1.00	-	
Total deflection (mm) 12.7	= L / <b>347</b>	Haunch reinf. (cm <sup>2</sup> /m): -	-	

#### 4.2.6.3. Cubiertas de madera

Se trata de la comprobación estructural de la siguiente cercha de madera cuyas características principales son:

- Distancia entre cerchas: 2 metros.
- No hay dispuestas correas, si no que existe una cubrición de fibrocemento sobre la que asientan las tejas cerámicas.
- Material de cubrición: placa de fibrocemento tipo "uralita" y poblado teja cerámica.
- Peso cubrición: 0,58 kN/m<sup>2</sup>.
- Nieve: 0,60 kN/m<sup>2</sup>.
- Viento: Según CTE zona eólica A, 26 m/s, grado de aspereza V.



**NORMAS CONSIDERADAS:**

Madera: CTE DB SE-M

Hormigón: EHE-98-CTE

Norma: CTE DB SI. Anejo E: Resistencia al fuego de las estructuras de madera.

Resistencia requerida: R90

**Las diferentes barras que componen la cercha cumplen estructuralmente. (Se adjuntan listados de cálculo en anejo)**

**Norma: CTE DB SI. Anejo E: Resistencia al fuego de las estructuras de madera. Resistencia requerida en función del uso y altura de evacuación: R 90**

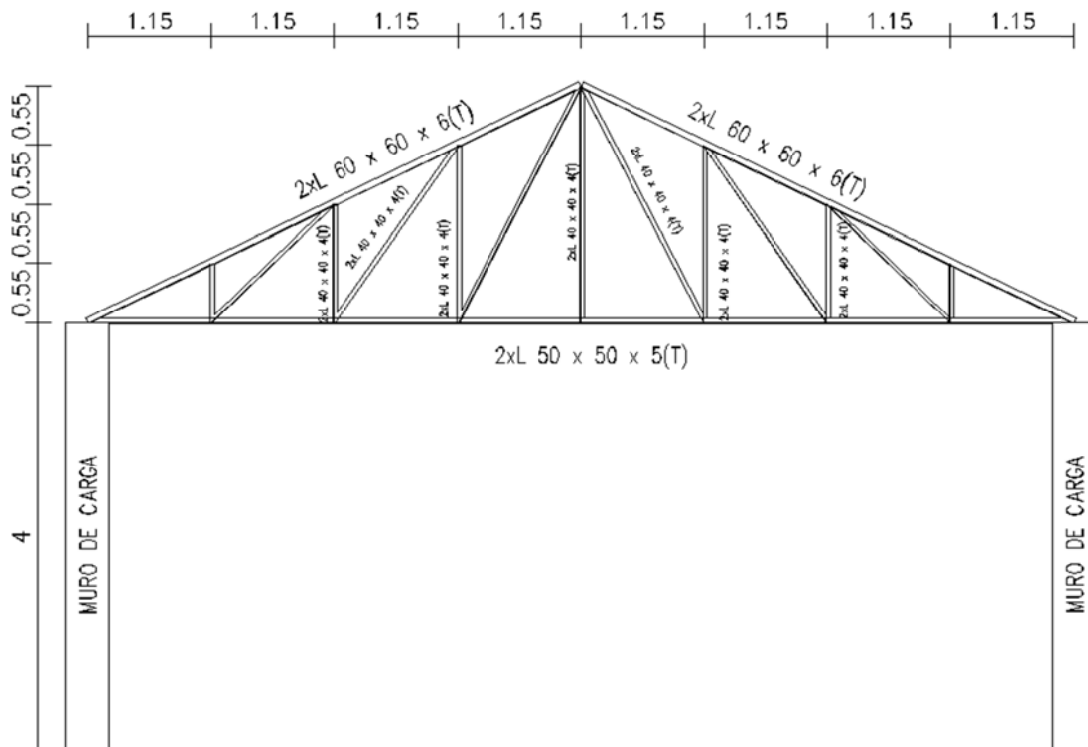
**No cumple ninguna barra a resistencia al fuego, por lo que habrá que dotar a la estructura de dicha protección mediante placas ignífugas, proyección de vermiculita o pintura intumescente.**



#### 4.2.6.4. Cubiertas metálicas

Se trata de la comprobación estructural de la siguiente cercha metálica cuyas características principales son:

- Distancia entre cerchas: 4 metros.
- Correas tipo IPE-120 dispuestas aproximadamente cada 1,20 metros.
- Material de cubrición: rasilla cerámica de 4 cm, mortero y teja cerámica.
- Peso cubrición: 1,60 kN/m<sup>2</sup>.
- Nieve: 0,60 kN/m<sup>2</sup>.
- Viento: Según CTE zona eólica A, 26 m/s, grado de aspereza V.



#### NORMAS CONSIDERADAS

Aceros laminados y armados: CTE DB SE-A

Hormigón: EHE-98-CTE

Norma: CTE DB SI. Anejo D: Resistencia al fuego de los elementos de acero.

Resistencia requerida: R 90

#### RESULTADOS OBTENIDOS:

**El cordón superior de la cercha no cumple a la comprobación de axil y momento, necesita mayor sección por lo que se debería reforzar, este refuerzo se podría conseguir alojando en el interior del ángulo 60.6 uno de grado inferior, por ejemplo 50.5 y soldándolo longitudinalmente con cordón discontinuo para evitar deformaciones**

Norma: CTE DB SI. Anejo D: Resistencia al fuego de los elementos de acero.

Resistencia requerida en función del uso y altura de evacuación: R 90

**No cumple ninguna barra a resistencia al fuego, por lo que habrá que dotar a la estructura de dicha protección mediante placas ignífugas, proyección de vermiculita o pintura intumescente.**

#### **4.2.7. LOCALIZACIÓN DE PATOLOGÍAS**

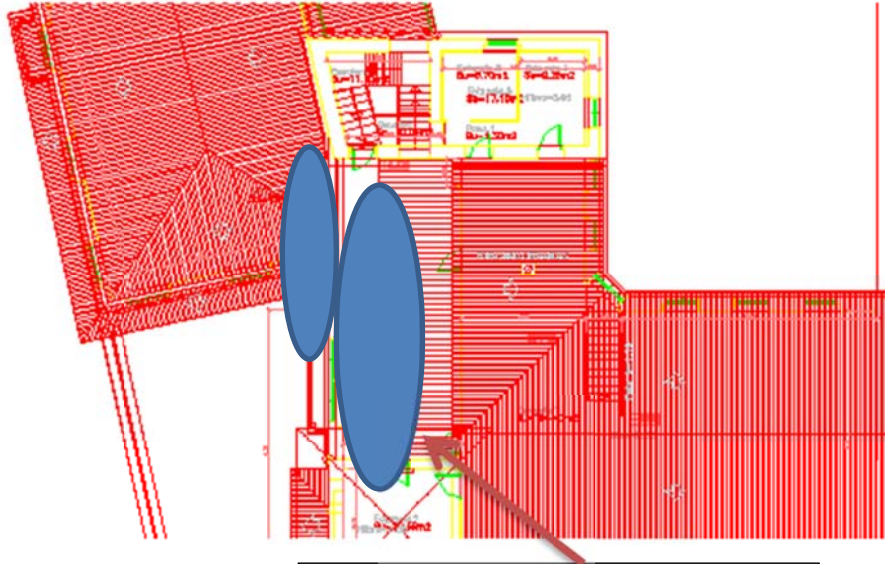
Una vez analizados todos los elementos estructurales procedemos a indicar la localización de las patologías más evidentes que hemos encontrado en el edificio y que son las siguientes:

Planta sótano: Fundamentalmente las patologías observadas se refieren a filtraciones de agua a los muros que están en contacto con las fachadas, el estado de filtraciones es generalizado por lo que se recomienda de cara a la rehabilitación tener en cuenta este capítulo sobre todo arreglando pavimentos exteriores y canalizaciones de aguas de desagües y pluviales que vierten directamente a estas zonas.



Planta baja: Las patologías encontradas son básicamente en zonas de ventanas y puertas de fachada donde se producen filtraciones de agua.

Planta 1ª: Aparecen grandes filtraciones de agua en la zona de cubierta que han llevado agua a algunas vigas de madera que habría que sanear. La zona más afectada es la siguiente:



Zona de goteras filtraciones y goteras



En fachada principal aparecen desperfectos y desprendimientos de los morteros de revestimiento que debieran ser reparados para evitar filtraciones de agua desde el exterior a los muros.

En Albacete a 21 de noviembre de 2017

Fdo: JOSE MANUEL GÓMEZ GÓMEZ  
 INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL

**SEA** Servicios Externos y  
 Aprovisionamiento S.L.  
 B86507472  
 Polígono Industrial El Cristo  
 ALMELGARES, S/N - NAVE 14  
 13170 MIGUELTURRA (CIUDAD REAL) - Tel: 926 24 32 27  
 Polígono Industrial Campolano CALLE F, 19 - NAVE 26  
 02007 ALBACETE - Tel: 967 59 22 10

FDO: CARLOS FERNANDEZ  
 INGENIERO CAMINOS CANALES Y PUERTOS

## ANEJO Nº 1.- FOTOGRAFÍAS COMENTADAS



FOTOGRAFIAS CORRESPONDIENTES A LA ESTRUCTURA DE CUBIERTA.

CERCHA METALICA.



Vistas generales de la cercha metálica.



Vista general de la cercha metálica, zona unión ambos cuerpos.





Vista general. Zona muro hastial medianero.



Detalle del apoyo de la cercha metálica sobre viga de hormigón corrida sobre el muro de carga.

Todos los perfiles se encuentran sin pintura de imprimación.

**CERCHA DE MADERA.**



Vista general de la cercha.



Detalle de empalme del tirante inferior de la cercha.





Detalle de apoyo de la cercha sobre durmiente de madera dispuesto en coronación de muros de carga.



Vista de entrega de la cercha al muro.



Vista del apoyo de la cercha, cubrición de fibrocemento. Este material está actualmente prohibido y considerado como residuo peligroso.



Detalle de arriostamiento transversal de las cerchas.





Detalle de unión de pendolón con tornapuntas y estribo metálico.



Grieta vertical en muro hastial, recorre el mismo en toda su altura.





Zona afectada por la humedad, sobre la cercha que acomete en la zona de acceso.

## ANEJO Nº 2.- LISTADOS DE CÁLCULO DE ESTRUCTURAS

MEMORIA DE CÁLCULO - TECNARIA FORJADOS MIXTA MADERA-HORMIGÓN - DATOS 1/2  
Forjados mixtos madera-hormigón en estados limite con conectores TECNARIA

Norma de cálculo: EN 1995-1-1/2005 Versión 3.06  
Proyecto : Forjados mixtos madera-hormigón Proyectista : SEA, S.L.

Los resultados que se describen se obtienen exclusivamente utilizando los conectores Tecnaria; cualquier otro uso de este cálculo no ofrece ninguna seguridad.

DATOS

Forjado con armazón simple con tablero interrumpido

GEOMETRÍA

Espesor capa de hormigón: 5 cm  
Espesor entarimado: 3 cm  
Espesor aislante: 0 cm  
Peso específico entarimado: 8.00 kN/m<sup>3</sup>  
Peso específico aislante: 0.50 kN/m<sup>3</sup>  
- Entre ejes de vigas: 40 cm  
Base vigas: 7.5 cm  
Altura vigas: 24 cm  
Luz libre vigas: 440 cm  
- Relación luz/flecha tiempo cero: L/500  
Relación luz/flecha tiempo infinito: L/350

CARGAS

- Cargas no estructurales

Mortero: 0.00 kN/m<sup>2</sup>  
Pavimento: 1.00 kN/m<sup>2</sup>  
Tabique: 1.00 kN/m<sup>2</sup>  
Otros: 0.00 kN/m<sup>2</sup>

Total permanentes estructurales: 1.74 kN/m<sup>2</sup>

Total permanentes no estructurales: 2.00 kN/m<sup>2</sup> Total variables: 5.00 kN/m<sup>2</sup>

- Total por metro lineal

Total ELS: 3.50 kN/m  
Total ELU: 5.02 kN/m

MATERIALES

- MADERA - Tipo : EN C22

Resistencia característica a flexión  $f_{m,k} = 22.0$  N/mm<sup>2</sup>  
Resistencia característica a tracción  $f_{t,0,k} = 13.0$  N/mm<sup>2</sup>  
Resistencia al corte característica  $f_{v,k} = 2.40$  N/mm<sup>2</sup>  
Módulo de elasticidad medio  $E_{0,m} = 10000$  N/mm<sup>2</sup>  
Peso específico medio  $\rho_m = 4.1$  kN/m<sup>3</sup>  
Factor de modificación  $K_{mod} = 0.80$   
Factor de fluencia  $K_{def} = 0.60$   
Coeficiente de seguridad  $\gamma_m = 1.30$

- Clase HORMIGÓN: C25/30 - Rck30

Resistencia característica cilíndrica  $f_{c,k} = 25.0$  N/mm<sup>2</sup>  
Módulo de elasticidad  $E = 30500$  N/mm<sup>2</sup>  
Peso específico  $\rho = 25.0$  kN/m<sup>3</sup>  
Coeficiente de fluencia  $\phi = 3.00$   
Coeficiente de seguridad  $\gamma_m = 1.50$

- CONECTOR tipo: TECNARIA CTL BASE 12/ 70

Resistencia característica conector  $F_k = 17200$  N

Módulo de desplazamiento inicial conector  $K_{ser} = 17900$  N/mm Módulo de desplazamiento último conector  $K_u = 9990$  N/mm - OTROS PARAMETROS:

Coeficiente parcial carga estructurales  $\gamma_{G,1} = 1.35$

Coeficiente parcial carga no estructurales  $\gamma_{G,2} = 1.35$

Coeficiente parcial carga de uso  $\gamma_Q = 1.50$

Coeficiente acción permanente de las cargas de uso (simultaneidad 2)  $\Psi_2 = 0.60$

Grueso de las tablas de clausura: 2.0 cm

**MEMORIA DE CÁLCULO - TECNARIA FORJADOS MIXTA MADERA-HORMIGÓN - RESULTADOS 2/2**  
 Proyecto : Forjados mixtos madera-hormigón      Proyectista : SEA, S.L.

**RESULTADOS**

Conectores de perno y crampones TECNARIA CTL BASE 12/ 70      colocados sobre viga con entablado interrumpido

Conectores a desplazamiento variable

- en los cuartos extremos: 30.7 cm

- en la mitad central: 50.0 cm

Número de conectores por viga: 13

Disponer armadura inferior B500S mínima 1 barra de 10 mm de diámetro

**COMPROBACIONES**

Anchura de la capa de compresión de hormigón: 40.00 cm

**ESTADO LÍMITE ÚLTIMO**

Momento máximo: 12.15 kNm

Corte máximo: 11.04 kN

- Tiempo cero

HORMIGÓN - tensión máxima: 6.26 N/mm<sup>2</sup> <= 14.17 N/mm<sup>2</sup>

HORMIGÓN - tensión mínima: -7.04 N/mm<sup>2</sup>

MADERA - flexo-tensión: 0.74 <= 1.00

MADERA - corte: 0.62 N/mm<sup>2</sup> <= 1.48 N/mm<sup>2</sup>

CONECTOR - corte: 10430 N <= 10585 N

- Tiempo infinito

HORMIGÓN - tensión máxima: 4.65 N/mm<sup>2</sup> <= 14.17 N/mm<sup>2</sup>

HORMIGÓN - tensión mínima: -3.79 N/mm<sup>2</sup>

MADERA - flexo-tensión: 0.77 <= 1.00

MADERA - corte: 0.64 N/mm<sup>2</sup> <= 1.48 N/mm<sup>2</sup>

CONECTOR - corte: 10578 N <= 10585 N

**ESTADO LÍMITE DE EJERCICIO**

- Tiempo cero

EI: 2779225095623 Nmm<sup>2</sup>

Flecha máxima (combinacione de acciones característica): 6.14 mm <= 8.80 mm      - Tiempo infinito

EI: 1851894274523 Nmm<sup>2</sup>

Flecha máxima (combinacione de acciones característica): 9.21 mm <= 12.57 mm

**ADVERTENCIAS**

- Introduzca una red electrosoldada de al menos 6 mm de diámetro y malla 20x20 cm.
- Realice una sobreposición de las hojas de red de al menos una malla.
- Mantenga la red electrosoldada levantada de la superficie durante la colada.      - Apuntale el forjado antes de la colada y mantenga los puntales hasta que el hormigón esté completamente fraguado.
- Verifique la losa de hormigón o las eventuales viguetas entre las vigas.      - La cantidad de armadura (red y otras eventuales barras ortogonales a las vigas) depende de la verificación de la losa en flexión entre las vigas.      - Se aconseja conectar la losa a las mamposterías perimetrales mediante perforaciones armadas.
- Realice un agujero de 5 mm de diámetro para los tornillos del conector BASE si
- el conector es colocado sobre frondosas o vigas antiguas,      - la distancia entre los conectores es inferior a 15 cm,
- la anchura de la viga es inferior a 12 cm.
- Disponga los conectores en varias filas si el espacio entre los conectores es inferior a 7 cm.

TECNARIA - Steel and Concrete composite beams DATA 1/2  
 DESIGN REPORT. DESIGN OF COMPOSITE STEEL AND CONCRETE BEAM WITH TECNARIA CONNECTORS.

Standard: EN 1994-1-1:2004

Reference for the resistance and the ductility of the connectors: SOCOTEC Specifications.

Project name: Ref\_viguetas Prepared by: ICC Beam reference: Version : 4.0.4.4

General data Solid slab with haunch Safety factors EN 1994-1-1

Non-propped beam Simply supported beam Environment:

Limit for 2nd deflection = L /

Limit for total deflection = L / dry environments

300

250 Loads - Structural loads:

Loads - Non-structural loads:

Loads - Variable loads:

Materials - Steel:

Materials - Concrete:

Materials - Connectors:

Materials - Steel of re-bars:

Materials - Metal deck: 1.35 1.35 1.50 1.00 1.50 1.25 1.15

1.10

Geometry Length:

Beam spacing: (b)

Slab depth: (hc)

-

Depth of haunch: (hp)

Width of haunch: (br) 440.0 cm

70.0 cm

5.0 cm

6.0 cm

6.0 cm Steel section Type:

Height of section- ha:

Top flange width - bf:

Top flange thickness- tf:

Bottom flange width- bfi:

Bottom flange thickness- tfi: IPE 120

120.0 mm

64.0 mm

6.3 mm

64.0 mm

6.3 mm

Web thickness- tw: 4.4 mm

Radius - r0: 7.0 mm

Radius - r1: 0.0 mm

Area: 1321 mm<sup>2</sup>

Iy: 317.8 cm<sup>4</sup>

Wy Sup: 52960 mm<sup>3</sup>

Wy Inf: 52960 mm<sup>3</sup>

W Ply: 60730 mm<sup>3</sup>

Concrete C25/30 fck:

Rck:

Density: 25 N/mm<sup>2</sup>

30 N/mm<sup>2</sup>

24.0 kN/m<sup>3</sup> Steel grade S275 fy:

Es 275 N/mm<sup>2</sup>

210000 N/mm<sup>2</sup>

Ecm: 31000 N/mm<sup>2</sup>



Loads Self weight: 1.47 kN/m<sup>2</sup>  
Others loads of 1st phase: 0.00 kN/m<sup>2</sup>  
Mortar: 0.00 kN/m<sup>2</sup>  
Floor covering: 1.00 kN/m<sup>2</sup>

Ceilings and services: 1.00 kN/m<sup>2</sup>  
Other loads: 0.00 kN/m<sup>2</sup>  
Variable loads 5.00 kN/m<sup>2</sup>

Tecnaria SPA, via Pecori Giraldi 55, 36061 Bassano del Grappa VI, ITALY Tel. +39 0424 502029 - Fax +39 0424 502386 - info@tecnaria.com - www.tecnaria.com

1st + 2nd Phase - Composite beam - Connection

Connection: partial shear connection

Nc Compression in concrete slab (kN): 148

Nc,f Compression in concrete slab with full shear connection (kN): 363

Nc,el Compression in concrete slab corresponding to maximum elastic bending moment Mel,Rd (kN):

Connector: CTF 12/90

Height: 90 mm

Resistance of connector - PRd: 36.60 kN

Resistance of one connector - PRd \* k: 10.98 kN

Ductile connector Uniform plastic connector spacing 170

Connector spacing: Length of beam(cm)

Uniform spacing:

-- alternatively --

Variable spacing: left quarter

middle half

right quarter

Total

1st + 2nd Phase - composite section - transverse reinforcement 440

Length of zone (cm)

110

220

110

Slab Transverse reinforcement of slab : 1.0 cm<sup>2</sup>/m

-

Notes:

Design of slab transverse to beam is not included.

TECNARIA Steel and Concrete

REPORT 2/2

DESIGN REPORT. DESIGN OF COMPOSITE STEEL AND CONCRETE BEAM WITH TECNARIA CONNECTORS.

Code: EN 1994-1-1:2004

Project name: Ref\_viguetas Prepared by: ICC Beam reference: Software version:

4.0.4.4

1st Phase - Steel Beam - ULS - Plastic Theory 1st phase actions : 1.39 kN/m Class steel section: 1

Applied bending moment MEd1: 3.4 kNm Applied shear - VEd1: 3.1 kN

Resisting b. moment MRd1: 16.7 kNm Resisting shear - VRd1: 83.8 kN

Bending moment unity factor: 0.20 Shear unity factor: 0.04

1st + 2nd Phase - Composite Beam - ULS - Ultimate Limit State

Class composite section: 1 Plastic theory

Effective width beff: 70.0 cm Actions: 8.53 kN/m

Neutral axis from top: 11.6 cm Total height: 23.0 cm

Applied bending moment MEd: 20.6 kNm Applied shear VEd: 18.8 kN

Resisting bending moment MRd:	36.3 kNm	Resisting shear - VRd:	83.8 kN
Bending moment unity factor:	0.57	Shear unity factor:	0.22
1st + 2nd Phase - Composite beam - SLS - Serviceability Limit State Deflection 0 - camber:			0.0 mm
Deflection 1 - Bare steel beam - Structural loads	7.5 mm		
Deflection 1 - Composite beam - Permanent loads	1.2 mm		
Deflection 2 - Composite beam - Variable loads + Creep effect:	3.9 mm		
Deflection due to concrete shrinkage:	0.0 mm		
Deflection 2 + shrinkage effect:	3.9 mm = L / 1124		
Final total deflection:	12.7 mm = L / 347		
Elastic neutral axis from above:	7.4 cm		
Modular ratio - n - short-term:	6.77	- final:	13.55
Second moment of area of composite section. I	- short-term: 2637.3 cm <sup>4</sup>	- final:	2211.3 cm <sup>4</sup>
Increase of deflection due to the slip of the connectors- i:	1.0		
Fundamental natural frequency:	4.4 Hz	calculated with frequent combinatio of loads.	
psi1= 5.0			
Number of connectors for beamSpacing (cm)			
27	16.9		
Number of connectors for zone			
10			
7			
10			
27	11.0	36.7	
11.0			

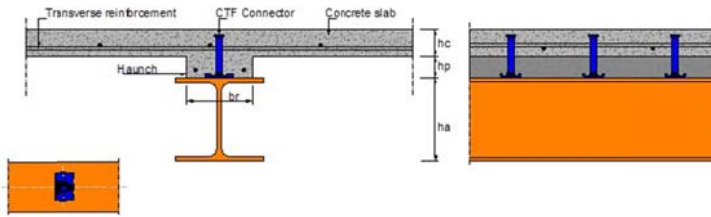
**T** **TECNARIA - Steel and Concrete composite beams** **DATA 1/2**

DESIGN REPORT. DESIGN OF COMPOSITE STEEL AND CONCRETE BEAM WITH TECNARIA C Version: 4.0.44

Standard: EN 1994-1-1:2004  
Reference for the resistance and the ductility of the connectors: SOCOTEC Specifications.

Project name: Ref\_viguetas  
Prepared by: ICC Beam  
reference:

General data	Safety factors	EN 1994-1-1
Solid slab with haunch		
Non-propped beam	dry environments	1.35 1.35 1.50 1.00 1.50
Simply supported beam		1.25 1.15
Environment:	300	1.10
Limit for 2nd deflection = L /	250	
Limit for total deflection = L /		
Geometry	Steel section	
Length:	440.0 cm	Type: IPE 120
Beam spacing: (b)	70.0 cm	Height of section - ha:
Slab depth: (hc)	5.0 cm	120.0 mm
		Top flange width - bf:
		64.0 mm
		Top flange thickness - tf:
		6.3 mm
Depth of haunch: (hp)	6.0 cm	Bottom flange width - bf:
Width of haunch: (br)	6.0 cm	64.0 mm
		Bottom flange thickness - tf:
		6.3 mm
		Web thickness - tw:
		4.4 mm
		Radius - r0:
		7.0 mm
		Radius - r1:
		0.0 mm
		Area:
		1321 mm <sup>2</sup>
		Iy:
		317.8 cm <sup>4</sup>
		Wy Sup:
		52960 mm <sup>3</sup>
		Wy Inf:
		52960 mm <sup>3</sup>
		W Ply:
		60730 mm <sup>3</sup>
Concrete	Steel grade	
C25/30	S275 fy:	275 N/mm <sup>2</sup>
fck:	Es	210000 N/mm <sup>2</sup>
Rck:		
Density:		
Ecm:		
25 N/mm <sup>2</sup>		
30 N/mm <sup>2</sup>		
24.0 kN/m <sup>3</sup>		
31000 N/mm <sup>2</sup>		
Loads		
Self weight:	1.47 kN/m <sup>2</sup>	Ceilings and services: 1.00 kN/m <sup>2</sup>
Others loads of 1st phase:	0.00 kN/m <sup>2</sup>	Other loads: 0.00 kN/m <sup>2</sup>
Mortar:	0.00 kN/m <sup>2</sup>	Variable loads: 5.00 kN/m <sup>2</sup>
Floor covering:	1.00 kN/m <sup>2</sup>	





Tecnaria SPA, via Pecori Giraldi 55, 36061 Bassano del Grappa VI, ITALY Tel. +39 0424 502029 - Fax +39 0424 502386  
- info@tecnaria.com - www.tecnaria.com

**1st + 2nd Phase - Composite beam - Connection**

Connection: *partial shear connection*

*N<sub>c</sub>* Compression in concrete slab (kN): 148  
*N<sub>c,f</sub>* Compression in concrete slab with full shear connection (kN): 363  
*N<sub>c,el</sub>* Compression in concrete slab corresponding to maximum elastic bending moment *M<sub>el,Rd</sub>* (kN): 170

Connector: CTF 12/90  
 Height: 90 mm  
 Resistance of connector - PRd: 36.60 kN  
 Resistance of one connector - PRd \* k: 10.98 kN  
 Ductile connector Uniform plastic connector spacing  
 Connector spacing: Length of beam(cm)  
 Uniform spacing: 440  
 -- alternatively -- Length of zone  
 Variable spacing: left quarter (cm)  
 middle half 110  
 right quarter 220  
 Total 110

1st + 2nd Phase - composite section - transverse reinforcement  
 Slab Transverse reinforcement of slab : 1.0 cm<sup>2</sup>/m

Notes:  
 Design of slab transverse to beam is not included.

## ANEJO Nº 3.- LISTADOS DE CÁLCULO DE CUBIERTAS.-



## COMPROBACION CERCHA DE MADERA DE CUBIERTA

### ÍNDICE

#### 1.- DATOS DE OBRA

##### 1.1.- Normas consideradas

##### 1.2.- Estados límite

1.2.1.- Situaciones de proyecto

##### 1.3.- Resistencia al fuego

#### 2.- ESTRUCTURA

##### 2.1.- Geometría

2.1.1.- Barras

##### 2.2.- Cargas

2.2.1.- Barras

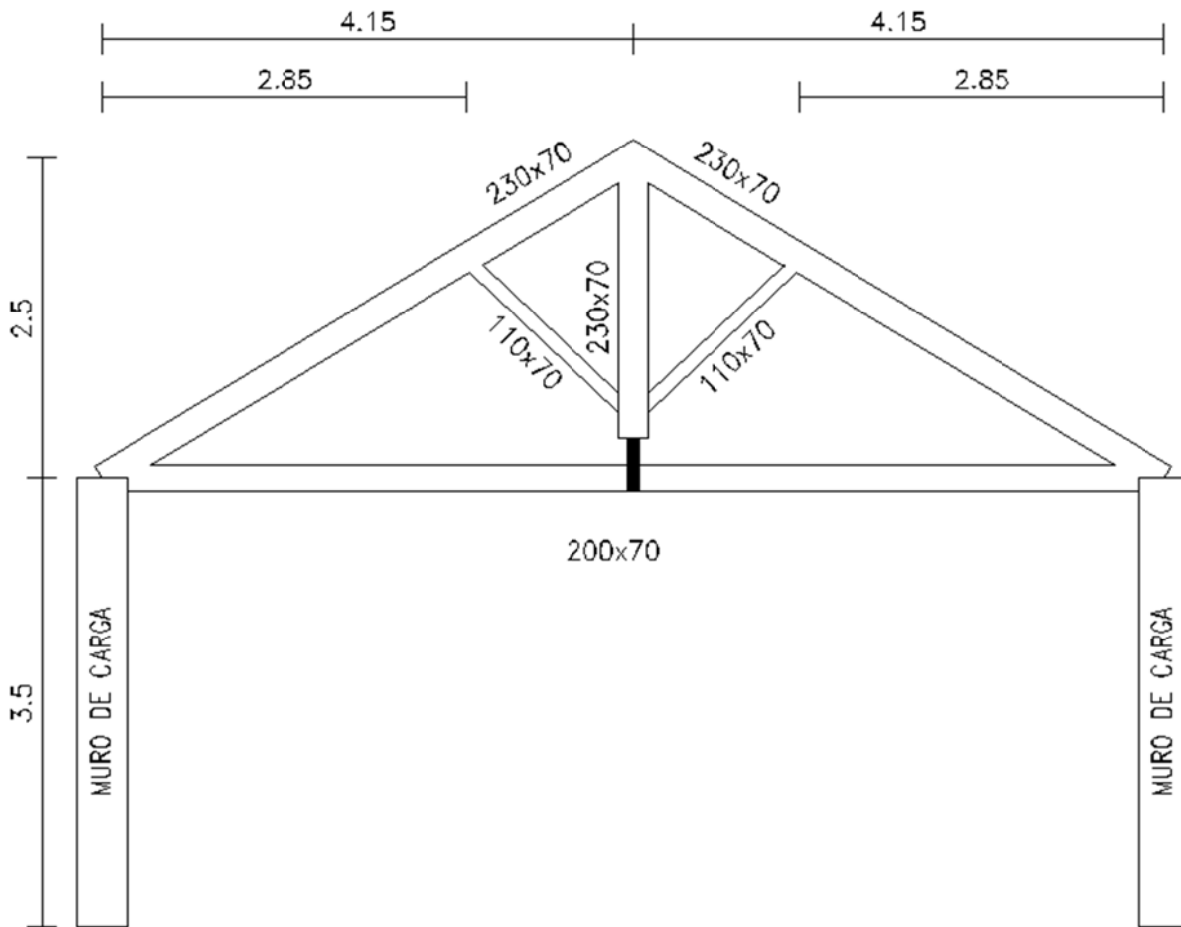
##### 2.3.- Resultados

2.3.1.- Barras

#### 3.- CONCLUSIONES

CERCHA MADERA COMISARIA SIMON ABRIL AB

1.- DATOS DE OBRA



Se trata de la comprobación estructural de la siguiente cercha de madera cuyas características principales son:

- Distancia entre cerchas: 2 metros.
- No hay dispuestas correas, si no que existe una cubrición de fibrocemento sobre la que asientan las tejas cerámicas.
- Material de cubrición: placa de fibrocemento tipo "uralita" y poblado teja cerámica.
- Peso cubrición: 0,58 kN/m<sup>2</sup>.
- Nieve: 0,60 kN/m<sup>2</sup>.
- Viento: Según CTE zona eólica A, 26 m/s, grado de aspereza V.

1.1.- Normas consideradas

Madera: CTE DB SE-M

Hormigón: EHE-98-CTE

1.2.- Estados límite

E.L.U. de rotura. Hormigón	CTE Control de la ejecución: Normal Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m
E.L.U. de rotura. Madera	CTE Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m
Desplazamientos	Acciones características

**1.2.1.- Situaciones de proyecto**

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

- **Con coeficientes de combinación**

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

- **Sin coeficientes de combinación**

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

- Donde:

- G<sub>k</sub> Acción permanente
- P<sub>k</sub> Acción de pretensado
- Q<sub>k</sub> Acción variable
- γ<sub>G</sub> Coeficiente parcial de seguridad de las acciones permanentes
- γ<sub>P</sub> Coeficiente parcial de seguridad de la acción de pretensado
- γ<sub>Q,1</sub> Coeficiente parcial de seguridad de la acción variable principal
- γ<sub>Q,i</sub> Coeficiente parcial de seguridad de las acciones variables de acompañamiento
- Ψ<sub>p,1</sub> Coeficiente de combinación de la acción variable principal
- Ψ<sub>a,i</sub> Coeficiente de combinación de las acciones variables de acompañamiento

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

**E.L.U. de rotura. Hormigón: EHE-98-CTE**

<b>Persistente o transitoria</b>				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ <sub>p</sub> )	Acompañamiento (ψ <sub>a</sub> )
Carga permanente (G)	1.000	1.500	-	-
Viento (Q)	0.000	1.600	1.000	0.600
Nieve (Q)	0.000	1.600	1.000	0.500

**E.L.U. de rotura. Madera: CTE DB SE-M**

<b>Persistente o transitoria</b>				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ <sub>p</sub> )	Acompañamiento (ψ <sub>a</sub> )
Carga permanente (G)	0.800	1.350	-	-
Viento (Q)	0.000	1.500	1.000	0.600
Nieve (Q)	0.000	1.500	1.000	0.500

<b>Accidental de incendio</b>				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ <sub>p</sub> )	Acompañamiento (ψ <sub>a</sub> )
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Viento (Q)	0.000	1.000	0.500	0.000
Nieve (Q)	0.000	1.000	0.200	0.000

**Desplazamientos**

<b>Acciones variables sin sismo</b>		
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.000	1.000
Viento (Q)	0.000	1.000
Nieve (Q)	0.000	1.000

# CERCHA MADERA COMISARIA SIMON ABRIL AB

## 1.3.- Resistencia al fuego

### Perfiles de madera

Norma: CTE DB SI. Anejo E: Resistencia al fuego de las estructuras de madera.

Resistencia requerida: R90

## 2.- ESTRUCTURA

### 2.1.- Geometría

#### 2.1.1.- Barras

##### 2.1.1.1.- Materiales utilizados

Materiales utilizados						
Material		E	v	G	$\alpha_t$	$\gamma$
Tipo	Designación	(MPa)		(MPa)	(m/m°C)	(kN/m <sup>3</sup> )
Madera	C24	11000.00	-	690.00	0.000005	4.12
Hormigón	HA-25, Control Estadístico	27264.00	0.200	11360.00	0.000010	24.53

Notación:  
*E*: Módulo de elasticidad  
*v*: Módulo de Poisson  
*G*: Módulo de cortadura  
 $\alpha_t$ : Coeficiente de dilatación  
 $\gamma$ : Peso específico

##### 2.1.1.2.- Descripción

Descripción										
Tipo	Material Designación	Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	$\beta_{xy}$	$\beta_{xz}$	Lb <sub>sup.</sub> (m)	Lb <sub>inf.</sub> (m)	
Madera	C24	N2/N6	N2/N5	230x70 (230x70)	3.327	0.41	1.00	1.000	3.327	
		N6/N5	N2/N5	230x70 (230x70)	1.518	0.41	1.00	1.000	1.518	
		N4/N8	N4/N5	230x70 (230x70)	3.327	0.41	1.00	1.000	3.327	
		N8/N5	N4/N5	230x70 (230x70)	1.518	0.41	1.00	1.000	1.518	
		N2/N7	N2/N4	200x70 (200x70)	4.150	1.00	1.00	-	-	
		N7/N4	N2/N4	200x70 (200x70)	4.150	1.00	1.00	-	-	
		N7/N6	N7/N6	110x70 (110x70)	2.154	1.00	0.80	2.154	2.154	
		N7/N5	N7/N5	230x70 (230x70)	2.500	1.00	0.80	2.500	2.500	
		N7/N8	N7/N8	110x70 (110x70)	2.154	1.00	0.80	2.154	2.154	
Hormigón	HA-25, Control Estadístico	N1/N2	N1/N2	40 cm x 40 cm (Rectangular)	3.500	1.00	1.00	3.500	3.500	
		N3/N4	N3/N4	40 cm x 40 cm (Rectangular)	3.500	1.00	1.00	3.500	3.500	

Notación:  
*Ni*: Nudo inicial  
*Nf*: Nudo final  
 $\beta_{xy}$ : Coeficiente de pandeo en el plano 'XY'  
 $\beta_{xz}$ : Coeficiente de pandeo en el plano 'XZ'  
*Lb<sub>sup.</sub>*: Separación entre arriostramientos del ala superior  
*Lb<sub>inf.</sub>*: Separación entre arriostramientos del ala inferior

##### 2.1.1.3.- Características mecánicas

Tipos de pieza	
Ref.	Piezas
1	N2/N5, N4/N5 y N7/N5
2	N2/N4
3	N7/N6 y N7/N8
4	N1/N2 y N3/N4

Características mecánicas									
Material		Ref.	Descripción	A (cm <sup>2</sup> )	A <sub>vy</sub> (cm <sup>2</sup> )	A <sub>vz</sub> (cm <sup>2</sup> )	I <sub>yy</sub> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>zz</sub> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>t</sub> (cm <sup>4</sup> )
Tipo	Designación								
Madera	C24	1	230x70, (230x70)	161.00	134.17	134.17	7097.42	657.42	2115.38
		2	200x70, (200x70)	140.00	116.67	116.67	4666.67	571.67	1770.86
		3	110x70, (110x70)	77.00	64.17	64.17	776.42	314.42	757.30
Hormigón	HA-25, Control Estadístico	4	40 cm x 40 cm, (Rectangular)	1600.00	1333.33	1333.33	213333.33	213333.33	358400.00

CERCHA MADERA COMISARIA SIMON ABRIL AB

Características mecánicas									
Material		Ref.	Descripción	A (cm <sup>2</sup> )	A <sub>vy</sub> (cm <sup>2</sup> )	A <sub>vz</sub> (cm <sup>2</sup> )	I <sub>yy</sub> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>zz</sub> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>t</sub> (cm <sup>4</sup> )
Tipo	Designación								
Notación: Ref.: Referencia A: Área de la sección transversal A <sub>vy</sub> : Área de cortante de la sección según el eje local 'Y' A <sub>vz</sub> : Área de cortante de la sección según el eje local 'Z' I <sub>yy</sub> : Inercia de la sección alrededor del eje local 'Y' I <sub>zz</sub> : Inercia de la sección alrededor del eje local 'Z' I <sub>t</sub> : Inercia a torsión Las características mecánicas de las piezas corresponden a la sección en el punto medio de las mismas.									

2.2.- Cargas

2.2.1.- Barras

Referencias:

'P1', 'P2':

- Cargas puntuales, uniformes, en faja y momentos puntuales: 'P1' es el valor de la carga. 'P2' no se utiliza.
- Cargas trapezoidales: 'P1' es el valor de la carga en el punto donde comienza (L1) y 'P2' es el valor de la carga en el punto donde termina (L2).
- Cargas triangulares: 'P1' es el valor máximo de la carga. 'P2' no se utiliza.
- Incrementos de temperatura: 'P1' y 'P2' son los valores de la temperatura en las caras exteriores o paramentos de la pieza. La orientación de la variación del incremento de temperatura sobre la sección transversal dependerá de la dirección seleccionada.

'L1', 'L2':

- Cargas y momentos puntuales: 'L1' es la distancia entre el nudo inicial de la barra y la posición donde se aplica la carga. 'L2' no se utiliza.
- Cargas trapezoidales, en faja, y triangulares: 'L1' es la distancia entre el nudo inicial de la barra y la posición donde comienza la carga, 'L2' es la distancia entre el nudo inicial de la barra y la posición donde termina la carga.

Unidades:

- Cargas puntuales: kN
- Momentos puntuales: kN-m.
- Cargas uniformes, en faja, triangulares y trapezoidales: kN/m.
- Incrementos de temperatura: °C.

Cargas en barras										
Barra	Hipótesis	Tipo	Valores		Posición		Dirección			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Ejes	X	Y	Z
N1/N2	Peso propio	Uniforme	3.924	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N1/N2	Peso propio	Uniforme	10.000	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N1/N2	V(0°) H1	Uniforme	0.796	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N1/N2	V(0°) H2	Uniforme	0.796	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N1/N2	V(90°) H1	Uniforme	0.978	-	-	-	Locales	0.000	0.000	-1.000
N1/N2	V(180°) H1	Uniforme	0.444	-	-	-	Locales	0.000	0.000	-1.000
N1/N2	V(180°) H2	Uniforme	0.444	-	-	-	Locales	0.000	0.000	-1.000
N1/N2	V(270°) H1	Uniforme	0.834	-	-	-	Locales	0.000	0.000	-1.000
N3/N4	Peso propio	Uniforme	3.924	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N3/N4	Peso propio	Uniforme	10.000	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N3/N4	V(0°) H1	Uniforme	0.444	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N3/N4	V(0°) H2	Uniforme	0.444	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N3/N4	V(90°) H1	Uniforme	0.978	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N3/N4	V(180°) H1	Uniforme	0.796	-	-	-	Locales	0.000	0.000	-1.000
N3/N4	V(180°) H2	Uniforme	0.796	-	-	-	Locales	0.000	0.000	-1.000
N3/N4	V(270°) H1	Uniforme	0.834	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N2/N6	Peso propio	Uniforme	0.066	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N2/N6	Peso propio	Uniforme	1.278	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N2/N6	V(0°) H1	Faja	0.484	-	0.000	0.701	Locales	0.000	0.000	1.000
N2/N6	V(0°) H1	Faja	0.194	-	0.701	2.422	Locales	0.000	0.000	1.000
N2/N6	V(0°) H2	Faja	0.730	-	0.000	0.701	Locales	0.000	0.000	-1.000
N2/N6	V(0°) H2	Faja	0.432	-	0.701	2.422	Locales	0.000	0.000	-1.000
N2/N6	V(90°) H1	Faja	0.099	-	0.000	2.422	Locales	0.000	0.000	1.000
N2/N6	V(90°) H1	Uniforme	0.769	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N2/N6	V(180°) H1	Faja	0.402	-	0.000	2.422	Locales	0.000	0.000	1.000
N2/N6	V(270°) H1	Uniforme	0.704	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N2/N6	N(EI)	Uniforme	0.975	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N2/N6	N(R) 1	Uniforme	0.487	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000



CERCHA MADERA COMISARIA SIMON ABRIL AB

Cargas en barras										
Barra	Hipótesis	Tipo	Valores		Posición		Dirección			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Ejes	X	Y	Z
N2/N6	N(R) 2	Uniforme	0.975	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N6/N5	Peso propio	Uniforme	0.066	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N6/N5	Peso propio	Uniforme	1.278	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N6/N5	V(90°) H1	Uniforme	0.769	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N6/N5	V(270°) H1	Uniforme	0.704	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N6/N5	N(EI)	Uniforme	0.975	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N6/N5	N(R) 1	Uniforme	0.487	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N6/N5	N(R) 2	Uniforme	0.975	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N4/N8	Peso propio	Uniforme	0.066	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N4/N8	Peso propio	Uniforme	1.278	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N4/N8	V(0°) H1	Faja	0.402	-	0.000	2.422	Locales	0.000	0.000	1.000
N4/N8	V(90°) H1	Faja	0.099	-	0.000	2.422	Locales	0.000	0.000	1.000
N4/N8	V(90°) H1	Uniforme	0.769	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N4/N8	V(180°) H1	Faja	0.484	-	0.000	0.701	Locales	0.000	0.000	1.000
N4/N8	V(180°) H1	Faja	0.194	-	0.701	2.422	Locales	0.000	0.000	1.000
N4/N8	V(180°) H2	Faja	0.730	-	0.000	0.701	Locales	0.000	0.000	-1.000
N4/N8	V(180°) H2	Faja	0.432	-	0.701	2.422	Locales	0.000	0.000	-1.000
N4/N8	V(270°) H1	Uniforme	0.704	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N4/N8	N(EI)	Uniforme	0.975	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N4/N8	N(R) 1	Uniforme	0.975	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N4/N8	N(R) 2	Uniforme	0.487	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N8/N5	Peso propio	Uniforme	0.066	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N8/N5	Peso propio	Uniforme	1.278	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N8/N5	V(90°) H1	Uniforme	0.769	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N8/N5	V(270°) H1	Uniforme	0.704	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N8/N5	N(EI)	Uniforme	0.975	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N8/N5	N(R) 1	Uniforme	0.975	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N8/N5	N(R) 2	Uniforme	0.487	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N2/N7	Peso propio	Uniforme	0.058	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N7/N4	Peso propio	Uniforme	0.058	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N7/N6	Peso propio	Uniforme	0.032	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N7/N5	Peso propio	Uniforme	0.066	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N7/N8	Peso propio	Uniforme	0.032	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000

2.3.- Resultados

2.3.1.- Barras

2.3.1.1.- Comprobaciones E.L.U. (Resumido)

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-M) - TEMPERATURA AMBIENTE											Estado
	N <sub>t.0.d</sub>	N <sub>c.0.d</sub>	M <sub>v.d</sub>	M <sub>z.d</sub>	V <sub>v.d</sub>	V <sub>z.d</sub>	M <sub>x.d</sub>	M <sub>v.d</sub> M <sub>z.d</sub>	N <sub>t.0.d</sub> M <sub>v.d</sub> M <sub>z.d</sub>	N <sub>c.0.d</sub> M <sub>v.d</sub> M <sub>z.d</sub>	M <sub>x.d</sub> V <sub>v.d</sub> V <sub>z.d</sub>	
N2/N6	x: 3.327 m η = 0.1	x: 0 m η = 18.5	x: 0 m η = 82.7	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	x: 0 m η = 32.9	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	x: 3.327 m η = 2.6	x: 0 m η = 85.3	N.P. <sup>(5)</sup>	CUMPLE η = 85.3
N6/N5	x: 1.518 m η = 0.6	x: 0 m η = 8.1	x: 0 m η = 24.7	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	x: 0 m η = 16.2	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	x: 0 m η = 2.4	x: 0 m η = 30.4	N.P. <sup>(5)</sup>	CUMPLE η = 30.4
N4/N8	x: 3.327 m η = 0.1	x: 0 m η = 18.5	x: 0 m η = 82.7	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	x: 0 m η = 32.9	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	x: 3.327 m η = 2.6	x: 0 m η = 85.3	N.P. <sup>(5)</sup>	CUMPLE η = 85.3
N8/N5	x: 1.518 m η = 0.6	x: 0 m η = 8.1	x: 0 m η = 24.7	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	x: 0 m η = 16.2	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	x: 0 m η = 2.4	x: 0 m η = 30.4	N.P. <sup>(5)</sup>	CUMPLE η = 30.4
N2/N7	η = 12.6	N.P. <sup>(6)</sup>	x: 0 m η = 40.3	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	x: 0 m η = 6.7	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	x: 0 m η = 41.1	N.P. <sup>(7)</sup>	N.P. <sup>(5)</sup>	CUMPLE η = 41.1
N7/N4	η = 12.6	N.P. <sup>(6)</sup>	x: 4.15 m η = 40.3	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	x: 4.15 m η = 6.7	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	x: 4.15 m η = 41.1	N.P. <sup>(7)</sup>	N.P. <sup>(5)</sup>	CUMPLE η = 41.1
N7/N6	x: 2.154 m η = 1.0	x: 0 m η = 29.4	x: 2.154 m η = 15.3	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	x: 2.154 m η = 3.7	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	x: 2.154 m η = 9.0	x: 2.154 m η = 39.3	N.P. <sup>(5)</sup>	CUMPLE η = 39.3
N7/N5	x: 2.5 m η = 7.7	x: 0 m η = 2.2	x: 0 m η = 11.6	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	η = 2.8	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	x: 0 m η = 17.0	N.P. <sup>(7)</sup>	N.P. <sup>(5)</sup>	CUMPLE η = 17.0
N7/N8	x: 2.154 m η = 1.0	x: 0 m η = 29.4	x: 2.154 m η = 15.3	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	x: 2.154 m η = 3.7	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	x: 2.154 m η = 9.0	x: 2.154 m η = 39.3	N.P. <sup>(5)</sup>	CUMPLE η = 39.3

CERCHA MADERA COMISARIA SIMON ABRIL AB

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-M) - TEMPERATURA AMBIENTE										Estado
	$N_{t,0,d}$	$N_{c,0,d}$	$M_{v,d}$	$M_{z,d}$	$V_{v,d}$	$V_{z,d}$	$M_{x,d}$	$M_{v,d}M_{z,d}$	$N_{t,0,d}M_{v,d}M_{z,d}$	$N_{c,0,d}M_{v,d}M_{z,d}$	
<p><i>Notación:</i>  <math>N_{t,0,d}</math>: Resistencia a tracción uniforme paralela a la fibra  <math>N_{c,0,d}</math>: Resistencia a compresión uniforme paralela a la fibra  <math>M_{y,d}</math>: Resistencia a flexión en el eje y  <math>M_{z,d}</math>: Resistencia a flexión en el eje z  <math>V_{v,d}</math>: Resistencia a cortante en el eje y  <math>V_{z,d}</math>: Resistencia a cortante en el eje z  <math>M_{x,d}</math>: Resistencia a torsión  <math>M_{y,d}M_{z,d}</math>: Resistencia a flexión esviada  <math>N_{t,0,d}M_{y,d}M_{z,d}</math>: Resistencia a flexión y tracción axial combinadas  <math>N_{c,0,d}M_{y,d}M_{z,d}</math>: Resistencia a flexión y compresión axial combinadas  <math>M_{x,d}V_{v,d}V_{z,d}</math>: Resistencia a cortante y torsor combinados  <math>x</math>: Distancia al origen de la barra  <math>\eta</math>: Coeficiente de aprovechamiento (%)                      N.P.: No procede</p> <p><i>Comprobaciones que no proceden (N.P.):</i>                      (1) La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.                      (2) La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.                      (3) La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.                      (4) La comprobación no procede, ya que no hay flexión esviada para ninguna combinación.                      (5) La comprobación no procede, ya que la barra no está sometida a momento torsor ni a esfuerzo cortante.                      (6) La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.                      (7) La comprobación no procede, ya que la barra no esta sometida a flexión y compresión combinadas.</p>											

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-M) - SITUACIÓN DE INCENDIO	Estado
N2/N6	La sección transversal es insuficiente, ya que la profundidad eficaz de carbonización es mayor que la disponible.	<b>ERROR</b>
N6/N5	La sección transversal es insuficiente, ya que la profundidad eficaz de carbonización es mayor que la disponible.	<b>ERROR</b>
N4/N8	La sección transversal es insuficiente, ya que la profundidad eficaz de carbonización es mayor que la disponible.	<b>ERROR</b>
N8/N5	La sección transversal es insuficiente, ya que la profundidad eficaz de carbonización es mayor que la disponible.	<b>ERROR</b>
N2/N7	La sección transversal es insuficiente, ya que la profundidad eficaz de carbonización es mayor que la disponible.	<b>ERROR</b>
N7/N4	La sección transversal es insuficiente, ya que la profundidad eficaz de carbonización es mayor que la disponible.	<b>ERROR</b>
N7/N6	La sección transversal es insuficiente, ya que la profundidad eficaz de carbonización es mayor que la disponible.	<b>ERROR</b>
N7/N5	La sección transversal es insuficiente, ya que la profundidad eficaz de carbonización es mayor que la disponible.	<b>ERROR</b>
N7/N8	La sección transversal es insuficiente, ya que la profundidad eficaz de carbonización es mayor que la disponible.	<b>ERROR</b>

**3.- CONCLUSIONES:**

Las diferentes barras que componen la cercha cumplen estructuralmente.

Norma: CTE DB SI. Anejo E: Resistencia al fuego de las estructuras de madera. Resistencia requerida en función del uso y altura de evacuación: R 90

No cumple ninguna barra a resistencia al fuego, por lo que habrá que dotar a la estructura de dicha protección mediante placas ignifugas, proyección de vermiculita o pintura intumescente.

# COMPROBACION CERCHA METALICA DE CUBIERTA

## ÍNDICE

### **1.- DATOS DE OBRA**

#### **1.1.- Normas consideradas**

#### **1.2.- Estados límite**

1.2.1.- Situaciones de proyecto

1.2.2.- Combinaciones

#### **1.3.- Resistencia al fuego**

### **2.- ESTRUCTURA**

#### **2.1.- Geometría**

2.1.1.- Nudos

2.1.2.- Barras

#### **2.2.- Cargas**

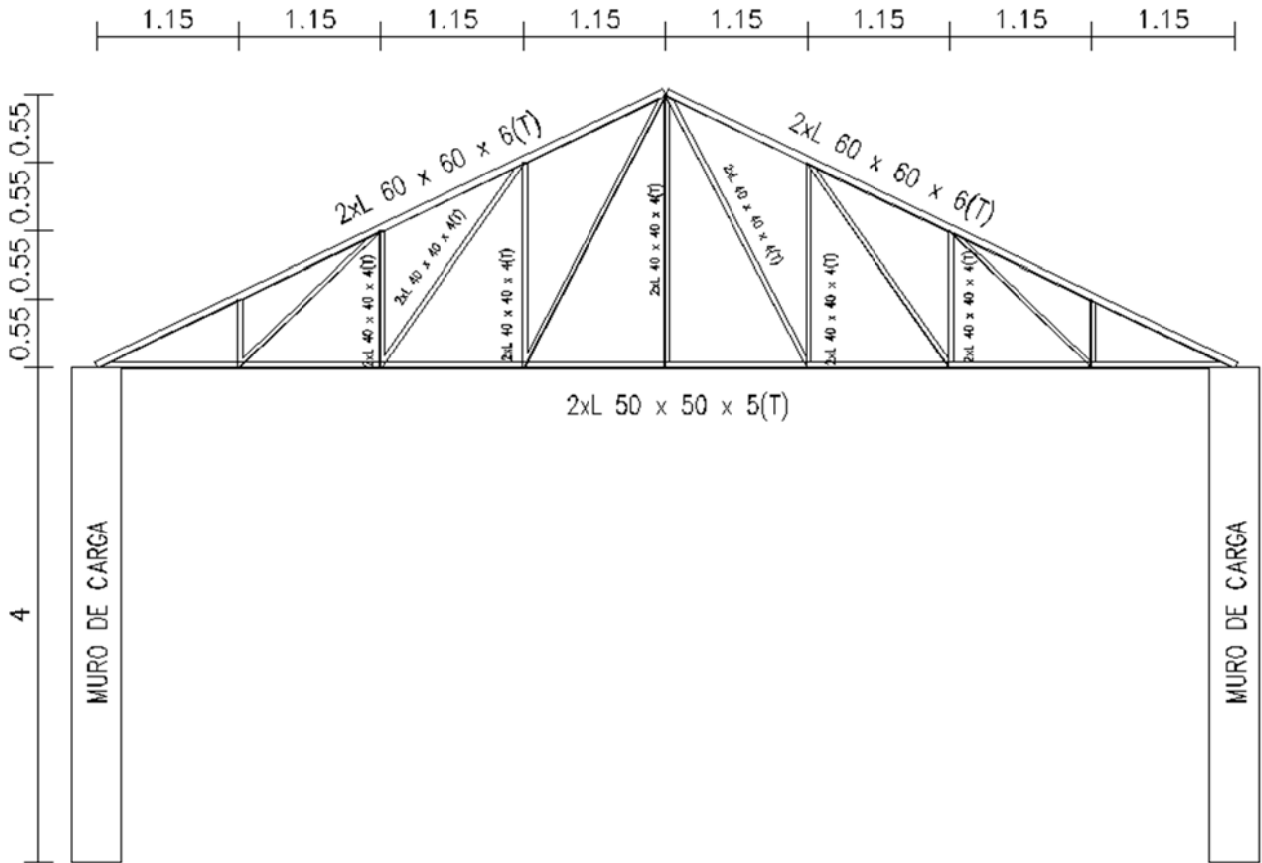
2.2.1.- Barras

#### **2.3.- Resultados**

2.3.1.- Barras

### **3.- CONCLUSIONES**

# 1.- DATOS DE OBRA



Se trata de la comprobación estructural de la siguiente cercha metálica cuyas características principales son:

- Distancia entre cerchas: 4 metros.
- Correas tipo IPE-120 dispuestas aproximadamente cada 1,20 metros.
- Material de cubrición: rasilla cerámica de 4 cm, mortero y teja cerámica.
- Peso cubrición: 1,60 kN/m<sup>2</sup>.
- Nieve: 0,60 kN/m<sup>2</sup>.
- Viento: Según CTE zona eólica A, 26 m/s, grado de aspereza V.

## 1.1.- Normas consideradas

Aceros laminados y armados: CTE DB SE-A

Hormigón: EHE-98-CTE

## 1.2.- Estados límite

E.L.U. de rotura. Hormigón	CTE Control de la ejecución: Normal Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m
E.L.U. de rotura. Acero laminado	CTE Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m
Desplazamientos	Acciones características

### 1.2.1.- Situaciones de proyecto

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

**- Con coeficientes de combinación**

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

**- Sin coeficientes de combinación**

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

- Donde:

$G_k$  Acción permanente

$P_k$  Acción de pretensado

$Q_k$  Acción variable

$\gamma_G$  Coeficiente parcial de seguridad de las acciones permanentes

$\gamma_P$  Coeficiente parcial de seguridad de la acción de pretensado

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

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

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

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

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

**E.L.U. de rotura. Hormigón: EHE-98-CTE**

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ )		Coeficientes de combinación ( $\psi$ )	
	Favorable	Desfavorable	Principal ( $\psi_p$ )	Acompañamiento ( $\psi_a$ )
Carga permanente (G)	1.000	1.500	-	-
Viento (Q)	0.000	1.600	1.000	0.600
Nieve (Q)	0.000	1.600	1.000	0.500

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

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ )		Coeficientes de combinación ( $\psi$ )	
	Favorable	Desfavorable	Principal ( $\psi_p$ )	Acompañamiento ( $\psi_a$ )
Carga permanente (G)	0.800	1.350	-	-
Viento (Q)	0.000	1.500	1.000	0.600
Nieve (Q)	0.000	1.500	1.000	0.500

Accidental de incendio				
	Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ )		Coeficientes de combinación ( $\psi$ )	
	Favorable	Desfavorable	Principal ( $\psi_p$ )	Acompañamiento ( $\psi_a$ )
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Viento (Q)	0.000	1.000	0.500	0.000
Nieve (Q)	0.000	1.000	0.200	0.000



## Desplazamientos

Acciones variables sin sismo		
	Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ )	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.000	1.000
Viento (Q)	0.000	1.000
Nieve (Q)	0.000	1.000

### 1.2.2.- Combinaciones

#### ■ Nombres de las hipótesis

PP	Peso propio
V(0°) H1	Viento a 0°, presión exterior tipo 1 sin acción en el interior
V(0°) H2	Viento a 0°, presión exterior tipo 2 sin acción en el interior
V(90°) H1	Viento a 90°, presión exterior tipo 1 sin acción en el interior
V(180°) H1	Viento a 180°, presión exterior tipo 1 sin acción en el interior
V(180°) H2	Viento a 180°, presión exterior tipo 2 sin acción en el interior
V(270°) H1	Viento a 270°, presión exterior tipo 1 sin acción en el interior
N(EI)	Nieve (estado inicial)
N(R) 1	Nieve (redistribución) 1
N(R) 2	Nieve (redistribución) 2

#### ■ E.L.U. de rotura. Hormigón

Comb.	PP	V(0°) H1	V(0°) H2	V(90°) H1	V(180°) H1	V(180°) H2	V(270°) H1	N(EI)	N(R) 1	N(R) 2
1	1.000									
2	1.500									
3	1.000	1.600								
4	1.500	1.600								
5	1.000		1.600							
6	1.500		1.600							
7	1.000			1.600						
8	1.500			1.600						
9	1.000				1.600					
10	1.500				1.600					
11	1.000					1.600				
12	1.500					1.600				
13	1.000						1.600			
14	1.500						1.600			
15	1.000							1.600		
16	1.500							1.600		
17	1.000	0.960						1.600		
18	1.500	0.960						1.600		
19	1.000		0.960					1.600		
20	1.500		0.960					1.600		
21	1.000			0.960				1.600		
22	1.500			0.960				1.600		
23	1.000				0.960			1.600		
24	1.500				0.960			1.600		
25	1.000					0.960		1.600		
26	1.500					0.960		1.600		

Comb.	PP	V(0°) H1	V(0°) H2	V(90°) H1	V(180°) H1	V(180°) H2	V(270°) H1	N(EI)	N(R) 1	N(R) 2
27	1.000						0.960	1.600		
28	1.500						0.960	1.600		
29	1.000	1.600						0.800		
30	1.500	1.600						0.800		
31	1.000		1.600					0.800		
32	1.500		1.600					0.800		
33	1.000			1.600				0.800		
34	1.500			1.600				0.800		
35	1.000				1.600			0.800		
36	1.500				1.600			0.800		
37	1.000					1.600		0.800		
38	1.500					1.600		0.800		
39	1.000						1.600	0.800		
40	1.500						1.600	0.800		
41	1.000								1.600	
42	1.500								1.600	
43	1.000	0.960							1.600	
44	1.500	0.960							1.600	
45	1.000		0.960						1.600	
46	1.500		0.960						1.600	
47	1.000			0.960					1.600	
48	1.500			0.960					1.600	
49	1.000				0.960				1.600	
50	1.500				0.960				1.600	
51	1.000					0.960			1.600	
52	1.500					0.960			1.600	
53	1.000						0.960		1.600	
54	1.500						0.960		1.600	
55	1.000	1.600							0.800	
56	1.500	1.600							0.800	
57	1.000		1.600						0.800	
58	1.500		1.600						0.800	
59	1.000			1.600					0.800	
60	1.500			1.600					0.800	
61	1.000				1.600				0.800	
62	1.500				1.600				0.800	
63	1.000					1.600			0.800	
64	1.500					1.600			0.800	
65	1.000						1.600		0.800	
66	1.500						1.600		0.800	
67	1.000									1.600
68	1.500									1.600
69	1.000	0.960								1.600
70	1.500	0.960								1.600
71	1.000		0.960							1.600
72	1.500		0.960							1.600
73	1.000			0.960						1.600
74	1.500			0.960						1.600
75	1.000				0.960					1.600
76	1.500				0.960					1.600
77	1.000					0.960				1.600
78	1.500					0.960				1.600

Comb.	PP	V(0°) H1	V(0°) H2	V(90°) H1	V(180°) H1	V(180°) H2	V(270°) H1	N(EI)	N(R) 1	N(R) 2
79	1.000						0.960			1.600
80	1.500						0.960			1.600
81	1.000	1.600								0.800
82	1.500	1.600								0.800
83	1.000		1.600							0.800
84	1.500		1.600							0.800
85	1.000			1.600						0.800
86	1.500			1.600						0.800
87	1.000				1.600					0.800
88	1.500				1.600					0.800
89	1.000					1.600				0.800
90	1.500					1.600				0.800
91	1.000						1.600			0.800
92	1.500						1.600			0.800

■ E.L.U. de rotura. Acero laminado

1. Coeficientes para situaciones persistentes o transitorias

Comb.	PP	V(0°) H1	V(0°) H2	V(90°) H1	V(180°) H1	V(180°) H2	V(270°) H1	N(EI)	N(R) 1	N(R) 2
1	0.800									
2	1.350									
3	0.800	1.500								
4	1.350	1.500								
5	0.800		1.500							
6	1.350		1.500							
7	0.800			1.500						
8	1.350			1.500						
9	0.800				1.500					
10	1.350				1.500					
11	0.800					1.500				
12	1.350					1.500				
13	0.800						1.500			
14	1.350						1.500			
15	0.800							1.500		
16	1.350							1.500		
17	0.800	0.900						1.500		
18	1.350	0.900						1.500		
19	0.800		0.900					1.500		
20	1.350		0.900					1.500		
21	0.800			0.900				1.500		
22	1.350			0.900				1.500		
23	0.800				0.900			1.500		
24	1.350				0.900			1.500		
25	0.800					0.900		1.500		
26	1.350					0.900		1.500		
27	0.800						0.900	1.500		
28	1.350						0.900	1.500		
29	0.800	1.500						0.750		
30	1.350	1.500						0.750		
31	0.800		1.500					0.750		
32	1.350		1.500					0.750		

Comb.	PP	V(0°) H1	V(0°) H2	V(90°) H1	V(180°) H1	V(180°) H2	V(270°) H1	N(EI)	N(R) 1	N(R) 2
33	0.800			1.500				0.750		
34	1.350			1.500				0.750		
35	0.800				1.500			0.750		
36	1.350				1.500			0.750		
37	0.800					1.500		0.750		
38	1.350					1.500		0.750		
39	0.800						1.500	0.750		
40	1.350						1.500	0.750		
41	0.800								1.500	
42	1.350								1.500	
43	0.800	0.900							1.500	
44	1.350	0.900							1.500	
45	0.800		0.900						1.500	
46	1.350		0.900						1.500	
47	0.800			0.900					1.500	
48	1.350			0.900					1.500	
49	0.800				0.900				1.500	
50	1.350				0.900				1.500	
51	0.800					0.900			1.500	
52	1.350					0.900			1.500	
53	0.800						0.900		1.500	
54	1.350						0.900		1.500	
55	0.800	1.500							0.750	
56	1.350	1.500							0.750	
57	0.800		1.500						0.750	
58	1.350		1.500						0.750	
59	0.800			1.500					0.750	
60	1.350			1.500					0.750	
61	0.800				1.500				0.750	
62	1.350				1.500				0.750	
63	0.800					1.500			0.750	
64	1.350					1.500			0.750	
65	0.800						1.500		0.750	
66	1.350						1.500		0.750	
67	0.800									1.500
68	1.350									1.500
69	0.800	0.900								1.500
70	1.350	0.900								1.500
71	0.800		0.900							1.500
72	1.350		0.900							1.500
73	0.800			0.900						1.500
74	1.350			0.900						1.500
75	0.800				0.900					1.500
76	1.350				0.900					1.500
77	0.800					0.900				1.500
78	1.350					0.900				1.500
79	0.800						0.900			1.500
80	1.350						0.900			1.500
81	0.800	1.500								0.750
82	1.350	1.500								0.750
83	0.800		1.500							0.750
84	1.350		1.500							0.750

Comb.	PP	V(0°) H1	V(0°) H2	V(90°) H1	V(180°) H1	V(180°) H2	V(270°) H1	N(EI)	N(R) 1	N(R) 2
85	0.800			1.500						0.750
86	1.350			1.500						0.750
87	0.800				1.500					0.750
88	1.350				1.500					0.750
89	0.800					1.500				0.750
90	1.350					1.500				0.750
91	0.800						1.500			0.750
92	1.350						1.500			0.750

## 2. Coeficientes para situaciones accidentales de incendio

Comb.	PP	V(0°) H1	V(0°) H2	V(90°) H1	V(180°) H1	V(180°) H2	V(270°) H1	N(EI)	N(R) 1	N(R) 2
1	1.000									
2	1.000	0.500								
3	1.000		0.500							
4	1.000			0.500						
5	1.000				0.500					
6	1.000					0.500				
7	1.000						0.500			
8	1.000							0.200		
9	1.000								0.200	
10	1.000									0.200

### ■ Desplazamientos

Comb.	PP	V(0°) H1	V(0°) H2	V(90°) H1	V(180°) H1	V(180°) H2	V(270°) H1	N(EI)	N(R) 1	N(R) 2
1	1.000									
2	1.000	1.000								
3	1.000		1.000							
4	1.000			1.000						
5	1.000				1.000					
6	1.000					1.000				
7	1.000						1.000			
8	1.000							1.000		
9	1.000	1.000						1.000		
10	1.000		1.000					1.000		
11	1.000			1.000				1.000		
12	1.000				1.000			1.000		
13	1.000					1.000		1.000		
14	1.000						1.000	1.000		
15	1.000								1.000	
16	1.000	1.000							1.000	
17	1.000		1.000						1.000	
18	1.000			1.000					1.000	
19	1.000				1.000				1.000	
20	1.000					1.000			1.000	
21	1.000						1.000		1.000	
22	1.000									1.000
23	1.000	1.000								1.000
24	1.000		1.000							1.000
25	1.000			1.000						1.000
26	1.000				1.000					1.000
27	1.000					1.000				1.000



Comb.	PP	V(0°) H1	V(0°) H2	V(90°) H1	V(180°) H1	V(180°) H2	V(270°) H1	N(EI)	N(R) 1	N(R) 2
28	1.000						1.000			1.000

### 1.3.- Resistencia al fuego

#### Perfiles de acero

Norma: CTE DB SI. Anejo D: Resistencia al fuego de los elementos de acero.

Resistencia requerida: R 90

## 2.- ESTRUCTURA

### 2.1.- Geometría

#### 2.1.1.- Nudos

Referencias:

$\Delta_x, \Delta_y, \Delta_z$ : Desplazamientos prescritos en ejes globales.

$\theta_x, \theta_y, \theta_z$ : Giros prescritos en ejes globales.

Cada grado de libertad se marca con 'X' si está coaccionado y, en caso contrario, con '-'.

Nudos										
Referencia	Coordenadas			Vinculación exterior						Vinculación interior
	X (m)	Y (m)	Z (m)	$\Delta_x$	$\Delta_y$	$\Delta_z$	$\theta_x$	$\theta_y$	$\theta_z$	
N1	0.000	0.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N2	0.000	0.000	4.000	-	-	-	-	-	-	Articulado
N3	0.000	9.200	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N4	0.000	9.200	4.000	-	-	-	-	-	-	Articulado
N5	0.000	4.600	6.200	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N6	0.000	1.150	4.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N7	0.000	1.150	4.550	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N8	0.000	2.300	5.100	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N9	0.000	2.300	4.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N10	0.000	3.450	5.650	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N11	0.000	3.450	4.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N12	0.000	8.050	4.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N13	0.000	8.050	4.550	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N14	0.000	6.900	5.100	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N15	0.000	6.900	4.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N16	0.000	5.750	5.650	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N17	0.000	5.750	4.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N18	0.000	4.600	4.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado

#### 2.1.2.- Barras

##### 2.1.2.1.- Materiales utilizados

Materiales utilizados							
Material		E (MPa)	$\nu$	G (MPa)	$f_v$ (MPa)	$\alpha_t$ (m/m°C)	$\gamma$ (kN/m³)
Tipo	Designación						
Acero laminado	S275	210000.00	0.300	81000.00	275.00	0.000012	77.01
Hormigón	HA-25, Control Estadístico	27264.00	0.200	11360.00	-	0.000010	24.53

Materiales utilizados							
Material		E (MPa)	$\nu$	G (MPa)	$f_y$ (MPa)	$\alpha_t$ (m/m°C)	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )
Tipo	Designación						
Notación: <i>E</i> : Módulo de elasticidad <i><math>\nu</math></i> : Módulo de Poisson <i>G</i> : Módulo de cortadura <i><math>f_y</math></i> : Límite elástico <i><math>\alpha_t</math></i> : Coeficiente de dilatación <i><math>\gamma</math></i> : Peso específico							

### 2.1.2.2.- Descripción

Descripción									
Tipo	Material Designación	Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	$\beta_{xy}$	$\beta_{xz}$	Lb <sub>Sup.</sub> (m)	Lb <sub>Inf.</sub> (m)
Acero laminado	S275	N2/N7	N2/N5	2xL 60 x 60 x 6(T) (L)	1.275	1.02	1.00	1.300	1.275
		N7/N8	N2/N5	2xL 60 x 60 x 6(T) (L)	1.275	1.02	1.00	1.300	1.275
		N8/N10	N2/N5	2xL 60 x 60 x 6(T) (L)	1.275	1.02	1.00	1.300	1.275
		N10/N5	N2/N5	2xL 60 x 60 x 6(T) (L)	1.275	1.02	1.00	1.300	1.275
		N4/N13	N4/N5	2xL 60 x 60 x 6(T) (L)	1.275	1.02	1.00	1.300	1.275
		N13/N14	N4/N5	2xL 60 x 60 x 6(T) (L)	1.275	1.02	1.00	1.300	1.275
		N14/N16	N4/N5	2xL 60 x 60 x 6(T) (L)	1.275	1.02	1.00	1.300	1.275
		N16/N5	N4/N5	2xL 60 x 60 x 6(T) (L)	1.275	1.02	1.00	1.300	1.275
		N2/N6	N2/N4	2xL 50 x 50 x 5(T) (L)	1.150	8.00	1.00	1.150	1.150
		N6/N9	N2/N4	2xL 50 x 50 x 5(T) (L)	1.150	8.00	1.00	1.150	1.150
		N9/N11	N2/N4	2xL 50 x 50 x 5(T) (L)	1.150	8.00	1.00	1.150	1.150
		N11/N18	N2/N4	2xL 50 x 50 x 5(T) (L)	1.150	8.00	1.00	1.150	1.150
		N18/N17	N2/N4	2xL 50 x 50 x 5(T) (L)	1.150	8.00	1.00	1.150	1.150
		N17/N15	N2/N4	2xL 50 x 50 x 5(T) (L)	1.150	8.00	1.00	1.150	1.150
		N15/N12	N2/N4	2xL 50 x 50 x 5(T) (L)	1.150	8.00	1.00	1.150	1.150
		N12/N4	N2/N4	2xL 50 x 50 x 5(T) (L)	1.150	8.00	1.00	1.150	1.150
		N6/N7	N6/N7	2xL 40 x 40 x 4(T) (L)	0.550	1.00	0.80	0.550	0.550
		N6/N8	N6/N8	2xL 40 x 40 x 4(T) (L)	1.591	1.00	0.80	1.591	1.591
		N9/N8	N9/N8	2xL 40 x 40 x 4(T) (L)	1.100	1.00	0.80	1.100	1.100
		N9/N10	N9/N10	2xL 40 x 40 x 4(T) (L)	2.011	1.00	0.80	2.011	2.011
		N11/N10	N11/N10	2xL 40 x 40 x 4(T) (L)	1.650	1.00	0.80	1.650	1.650
N11/N5	N11/N5	2xL 40 x 40 x 4(T) (L)	2.482	1.00	0.80	2.482	2.482		
N12/N13	N12/N13	2xL 40 x 40 x 4(T) (L)	0.550	1.00	0.80	0.550	0.550		
N12/N14	N12/N14	2xL 40 x 40 x 4(T) (L)	1.591	1.00	0.80	1.591	1.591		
N15/N14	N15/N14	2xL 40 x 40 x 4(T) (L)	1.100	1.00	0.80	1.100	1.100		
N15/N16	N15/N16	2xL 40 x 40 x 4(T) (L)	2.011	1.00	0.80	2.011	2.011		
N17/N16	N17/N16	2xL 40 x 40 x 4(T) (L)	1.650	1.00	0.80	1.650	1.650		
N17/N5	N17/N5	2xL 40 x 40 x 4(T) (L)	2.482	1.00	0.80	2.482	2.482		
N18/N5	N18/N5	2xL 40 x 40 x 4(T) (L)	2.200	1.00	0.80	-	-		
Hormigón	HA-25, Control Estadístico	N1/N2	N1/N2	40 cm x 40 cm (Rectangular)	4.000	0.70	0.70	4.000	4.000
		N3/N4	N3/N4	40 cm x 40 cm (Rectangular)	4.000	0.70	0.70	4.000	4.000
Notación: <i>Ni</i> : Nudo inicial <i>Nf</i> : Nudo final <i><math>\beta_{xy}</math></i> : Coeficiente de pandeo en el plano 'XY' <i><math>\beta_{xz}</math></i> : Coeficiente de pandeo en el plano 'XZ' <i>Lb<sub>Sup.</sub></i> : Separación entre arriostramientos del ala superior <i>Lb<sub>Inf.</sub></i> : Separación entre arriostramientos del ala inferior									

### 2.1.2.3.- Características mecánicas

Tipos de pieza	
Ref.	Piezas
1	N2/N5 y N4/N5
2	N2/N4
3	N6/N7, N6/N8, N9/N8, N9/N10, N11/N10, N11/N5, N12/N13, N12/N14, N15/N14, N15/N16, N17/N16, N17/N5 y N18/N5
4	N1/N2 y N3/N4

Características mecánicas									
Material		Ref.	Descripción	A (cm <sup>2</sup> )	Avy (cm <sup>2</sup> )	Avz (cm <sup>2</sup> )	Iyy (cm <sup>4</sup> )	Izz (cm <sup>4</sup> )	It (cm <sup>4</sup> )
Tipo	Designación								
Acero laminado	S275	1	L 60 x 60 x 6, Doble en T unión soldada, (L) Cordón discontinuo	13.82	6.48	6.48	45.58	85.05	1.64
		2	L 50 x 50 x 5, Doble en T unión soldada, (L) Cordón discontinuo	9.60	4.50	4.50	21.92	40.74	0.79
		3	L 40 x 40 x 4, Doble en T unión soldada, (L) Cordón discontinuo	6.16	2.88	2.88	8.94	16.67	0.32
Hormigón	HA-25, Control Estadístico	4	40 cm x 40 cm, (Rectangular)	1600.00	1333.33	1333.33	213333.33	213333.33	358400.00
<p><i>Notación:</i>            Ref.: Referencia            A: Área de la sección transversal            Avy: Área de cortante de la sección según el eje local 'Y'            Avz: Área de cortante de la sección según el eje local 'Z'            Iyy: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Y'            Izz: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Z'            It: Inercia a torsión            Las características mecánicas de las piezas corresponden a la sección en el punto medio de las mismas.</p>									

## 2.2.- Cargas

### 2.2.1.- Barras

Referencias:

'P1', 'P2':

- Cargas puntuales, uniformes, en faja y momentos puntuales: 'P1' es el valor de la carga. 'P2' no se utiliza.
- Cargas trapezoidales: 'P1' es el valor de la carga en el punto donde comienza (L1) y 'P2' es el valor de la carga en el punto donde termina (L2).
- Cargas triangulares: 'P1' es el valor máximo de la carga. 'P2' no se utiliza.
- Incrementos de temperatura: 'P1' y 'P2' son los valores de la temperatura en las caras exteriores o paramentos de la pieza. La orientación de la variación del incremento de temperatura sobre la sección transversal dependerá de la dirección seleccionada.

'L1', 'L2':

- Cargas y momentos puntuales: 'L1' es la distancia entre el nudo inicial de la barra y la posición donde se aplica la carga. 'L2' no se utiliza.
- Cargas trapezoidales, en faja, y triangulares: 'L1' es la distancia entre el nudo inicial de la barra y la posición donde comienza la carga, 'L2' es la distancia entre el nudo inicial de la barra y la posición donde termina la carga.

Unidades:

- Cargas puntuales: kN
- Momentos puntuales: kN-m.
- Cargas uniformes, en faja, triangulares y trapezoidales: kN/m.
- Incrementos de temperatura: °C.

Cargas en barras									
Barra	Hipótesis	Tipo	Valores		Posición		Dirección		
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Ejes	X	Y

Cargas en barras										
Barra	Hipótesis	Tipo	Valores		Posición		Dirección			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Ejes	X	Y	Z
N1/N2	Peso propio	Uniforme	3.924	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N1/N2	Peso propio	Uniforme	20.000	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N1/N2	V(0°) H1	Uniforme	1.577	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N1/N2	V(0°) H2	Uniforme	1.577	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N1/N2	V(90°) H1	Uniforme	1.756	-	-	-	Locales	0.000	0.000	-1.000
N1/N2	V(180°) H1	Uniforme	0.861	-	-	-	Locales	0.000	0.000	-1.000
N1/N2	V(180°) H2	Uniforme	0.861	-	-	-	Locales	0.000	0.000	-1.000
N1/N2	V(270°) H1	Uniforme	1.515	-	-	-	Locales	0.000	0.000	-1.000
N3/N4	Peso propio	Uniforme	3.924	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N3/N4	Peso propio	Uniforme	20.000	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N3/N4	V(0°) H1	Uniforme	0.861	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N3/N4	V(0°) H2	Uniforme	0.861	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N3/N4	V(90°) H1	Uniforme	1.756	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N3/N4	V(180°) H1	Uniforme	1.577	-	-	-	Locales	0.000	0.000	-1.000
N3/N4	V(180°) H2	Uniforme	1.577	-	-	-	Locales	0.000	0.000	-1.000
N3/N4	V(270°) H1	Uniforme	1.515	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N2/N7	Peso propio	Uniforme	0.106	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N2/N7	Peso propio	Uniforme	6.713	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N2/N7	V(0°) H1	Faja	1.245	-	0.000	1.275	Locales	0.000	0.000	1.000
N2/N7	V(0°) H2	Faja	1.151	-	0.000	1.275	Locales	0.000	0.000	-1.000
N2/N7	V(90°) H1	Faja	0.064	-	0.000	1.275	Locales	0.000	0.000	1.000
N2/N7	V(90°) H1	Uniforme	1.322	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N2/N7	V(180°) H1	Faja	0.834	-	0.000	1.275	Locales	0.000	0.000	1.000
N2/N7	V(270°) H1	Uniforme	1.048	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N2/N7	N(EI)	Uniforme	2.129	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N2/N7	N(R) 1	Uniforme	1.065	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N2/N7	N(R) 2	Uniforme	2.129	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N7/N8	Peso propio	Uniforme	0.106	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N7/N8	Peso propio	Uniforme	6.713	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N7/N8	V(0°) H1	Faja	1.245	-	0.000	0.055	Locales	0.000	0.000	1.000
N7/N8	V(0°) H1	Faja	0.479	-	0.055	1.275	Locales	0.000	0.000	1.000
N7/N8	V(0°) H2	Faja	1.151	-	0.000	0.055	Locales	0.000	0.000	-1.000
N7/N8	V(0°) H2	Faja	0.711	-	0.055	1.275	Locales	0.000	0.000	-1.000
N7/N8	V(90°) H1	Faja	0.064	-	0.000	1.275	Locales	0.000	0.000	1.000
N7/N8	V(90°) H1	Uniforme	1.322	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N7/N8	V(180°) H1	Faja	0.834	-	0.000	1.275	Locales	0.000	0.000	1.000
N7/N8	V(270°) H1	Uniforme	1.048	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N7/N8	N(EI)	Uniforme	2.129	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N7/N8	N(R) 1	Uniforme	1.065	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N7/N8	N(R) 2	Uniforme	2.129	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N8/N10	Peso propio	Uniforme	0.106	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N8/N10	Peso propio	Uniforme	6.713	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N8/N10	V(0°) H1	Faja	0.479	-	0.000	1.275	Locales	0.000	0.000	1.000
N8/N10	V(0°) H2	Faja	0.711	-	0.000	1.275	Locales	0.000	0.000	-1.000
N8/N10	V(90°) H1	Faja	0.076	-	0.000	1.275	Locales	0.000	0.000	1.000
N8/N10	V(90°) H1	Uniforme	1.322	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N8/N10	V(180°) H1	Faja	0.834	-	0.000	1.220	Locales	0.000	0.000	1.000
N8/N10	V(180°) H1	Faja	1.351	-	1.220	1.275	Locales	0.000	0.000	1.000
N8/N10	V(270°) H1	Uniforme	1.048	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N8/N10	N(EI)	Uniforme	2.129	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000

Cargas en barras										
Barra	Hipótesis	Tipo	Valores		Posición		Dirección			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Ejes	X	Y	Z
N8/N10	N(R) 1	Uniforme	1.065	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N8/N10	N(R) 2	Uniforme	2.129	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N10/N5	Peso propio	Uniforme	0.106	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N10/N5	Peso propio	Uniforme	6.713	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N10/N5	V(0°) H1	Faja	0.479	-	0.000	1.275	Locales	0.000	0.000	1.000
N10/N5	V(0°) H2	Faja	0.711	-	0.000	1.275	Locales	0.000	0.000	-1.000
N10/N5	V(90°) H1	Faja	0.076	-	0.000	1.275	Locales	0.000	0.000	1.000
N10/N5	V(90°) H1	Uniforme	1.322	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N10/N5	V(180°) H1	Faja	1.351	-	0.000	1.275	Locales	0.000	0.000	1.000
N10/N5	V(270°) H1	Uniforme	1.048	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N10/N5	N(EI)	Uniforme	2.129	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N10/N5	N(R) 1	Uniforme	1.065	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N10/N5	N(R) 2	Uniforme	2.129	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N4/N13	Peso propio	Uniforme	0.106	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N4/N13	Peso propio	Uniforme	6.713	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N4/N13	V(0°) H1	Faja	0.834	-	0.000	1.275	Locales	0.000	0.000	1.000
N4/N13	V(90°) H1	Faja	0.064	-	0.000	1.275	Locales	0.000	0.000	1.000
N4/N13	V(90°) H1	Uniforme	1.322	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N4/N13	V(180°) H1	Faja	1.245	-	0.000	1.275	Locales	0.000	0.000	1.000
N4/N13	V(180°) H2	Faja	1.151	-	0.000	1.275	Locales	0.000	0.000	-1.000
N4/N13	V(270°) H1	Uniforme	1.048	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N4/N13	N(EI)	Uniforme	2.129	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N4/N13	N(R) 1	Uniforme	2.129	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N4/N13	N(R) 2	Uniforme	1.065	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N13/N14	Peso propio	Uniforme	0.106	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N13/N14	Peso propio	Uniforme	6.713	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N13/N14	V(0°) H1	Faja	0.834	-	0.000	1.275	Locales	0.000	0.000	1.000
N13/N14	V(90°) H1	Faja	0.064	-	0.000	1.275	Locales	0.000	0.000	1.000
N13/N14	V(90°) H1	Uniforme	1.322	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N13/N14	V(180°) H1	Faja	1.245	-	0.000	0.055	Locales	0.000	0.000	1.000
N13/N14	V(180°) H1	Faja	0.479	-	0.055	1.275	Locales	0.000	0.000	1.000
N13/N14	V(180°) H2	Faja	1.151	-	0.000	0.055	Locales	0.000	0.000	-1.000
N13/N14	V(180°) H2	Faja	0.711	-	0.055	1.275	Locales	0.000	0.000	-1.000
N13/N14	V(270°) H1	Uniforme	1.048	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N13/N14	N(EI)	Uniforme	2.129	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N13/N14	N(R) 1	Uniforme	2.129	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N13/N14	N(R) 2	Uniforme	1.065	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N14/N16	Peso propio	Uniforme	0.106	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N14/N16	Peso propio	Uniforme	6.713	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N14/N16	V(0°) H1	Faja	0.834	-	0.000	1.220	Locales	0.000	0.000	1.000
N14/N16	V(0°) H1	Faja	1.351	-	1.220	1.275	Locales	0.000	0.000	1.000
N14/N16	V(90°) H1	Faja	0.076	-	0.000	1.275	Locales	0.000	0.000	1.000
N14/N16	V(90°) H1	Uniforme	1.322	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N14/N16	V(180°) H1	Faja	0.479	-	0.000	1.275	Locales	0.000	0.000	1.000
N14/N16	V(180°) H2	Faja	0.711	-	0.000	1.275	Locales	0.000	0.000	-1.000
N14/N16	V(270°) H1	Uniforme	1.048	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N14/N16	N(EI)	Uniforme	2.129	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N14/N16	N(R) 1	Uniforme	2.129	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N14/N16	N(R) 2	Uniforme	1.065	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N16/N5	Peso propio	Uniforme	0.106	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000



Cargas en barras										
Barra	Hipótesis	Tipo	Valores		Posición		Dirección			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Ejes	X	Y	Z
N16/N5	Peso propio	Uniforme	6.713	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N16/N5	V(0°) H1	Faja	1.351	-	0.000	1.275	Locales	0.000	0.000	1.000
N16/N5	V(90°) H1	Faja	0.076	-	0.000	1.275	Locales	0.000	0.000	1.000
N16/N5	V(90°) H1	Uniforme	1.322	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N16/N5	V(180°) H1	Faja	0.479	-	0.000	1.275	Locales	0.000	0.000	1.000
N16/N5	V(180°) H2	Faja	0.711	-	0.000	1.275	Locales	0.000	0.000	-1.000
N16/N5	V(270°) H1	Uniforme	1.048	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N16/N5	N(EI)	Uniforme	2.129	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N16/N5	N(R) 1	Uniforme	2.129	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N16/N5	N(R) 2	Uniforme	1.065	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N2/N6	Peso propio	Uniforme	0.074	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N6/N9	Peso propio	Uniforme	0.074	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N9/N11	Peso propio	Uniforme	0.074	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N11/N18	Peso propio	Uniforme	0.074	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N18/N17	Peso propio	Uniforme	0.074	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N17/N15	Peso propio	Uniforme	0.074	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N15/N12	Peso propio	Uniforme	0.074	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N12/N4	Peso propio	Uniforme	0.074	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N6/N7	Peso propio	Uniforme	0.047	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N6/N8	Peso propio	Uniforme	0.047	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N9/N8	Peso propio	Uniforme	0.047	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N9/N10	Peso propio	Uniforme	0.047	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N11/N10	Peso propio	Uniforme	0.047	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N11/N5	Peso propio	Uniforme	0.047	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N12/N13	Peso propio	Uniforme	0.047	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N12/N14	Peso propio	Uniforme	0.047	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N15/N14	Peso propio	Uniforme	0.047	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N15/N16	Peso propio	Uniforme	0.047	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N17/N16	Peso propio	Uniforme	0.047	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N17/N5	Peso propio	Uniforme	0.047	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N18/N5	Peso propio	Uniforme	0.047	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000

## 2.3.- Resultados

### 2.3.1.- Barras

#### 2.3.1.1.- Comprobaciones E.L.U. (Resumido)

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - TEMPERATURA AMBIENTE													Estado	
	$\bar{\lambda}$	$N_i$	$N_c$	$M_y$	$M_z$	$V_z$	$V_y$	$M_y V_z$	$M_z V_y$	$NM_y M_z$	$NM_y M_z V_y V_z$	$M_i$	$M_i V_z$		$M_i V_y$
N2/N7	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	x: 0 m $\eta = 59.2$	x: 0.637 m $\eta = 32.3$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	x: 1.275 m $\eta = 8.3$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(3)</sup>	x: 0.212 m $\eta < 0.1$	N.P. <sup>(4)</sup>	x: 0.425 m $\eta = 158.3$	x: 0.212 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(5)</sup>	N.P. <sup>(6)</sup>	N.P. <sup>(6)</sup>	NO CUMPLE $\eta = 158.3$
N7/N8	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	x: 0 m $\eta = 59.4$	x: 1.275 m $\eta = 29.8$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	x: 1.275 m $\eta = 7.0$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(3)</sup>	$\eta < 0.1$	N.P. <sup>(4)</sup>	x: 1.275 m $\eta = 148.4$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(5)</sup>	N.P. <sup>(6)</sup>	N.P. <sup>(6)</sup>	NO CUMPLE $\eta = 148.4$
N8/N10	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	x: 0 m $\eta = 50.8$	x: 1.275 m $\eta = 29.3$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	x: 1.275 m $\eta = 7.0$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(3)</sup>	$\eta < 0.1$	N.P. <sup>(4)</sup>	x: 0 m $\eta = 135.6$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(5)</sup>	N.P. <sup>(6)</sup>	N.P. <sup>(6)</sup>	NO CUMPLE $\eta = 135.6$
N10/N5	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	x: 0 m $\eta = 42.3$	x: 1.275 m $\eta = 37.6$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	x: 1.275 m $\eta = 7.3$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(3)</sup>	$\eta < 0.1$	N.P. <sup>(4)</sup>	x: 1.275 m $\eta = 147.8$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(5)</sup>	N.P. <sup>(6)</sup>	N.P. <sup>(6)</sup>	NO CUMPLE $\eta = 147.8$
N4/N13	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	x: 0 m $\eta = 59.2$	x: 0.637 m $\eta = 32.3$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	x: 1.275 m $\eta = 8.3$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(3)</sup>	x: 0.212 m $\eta < 0.1$	N.P. <sup>(4)</sup>	x: 0.425 m $\eta = 158.3$	x: 0.212 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(5)</sup>	N.P. <sup>(6)</sup>	N.P. <sup>(6)</sup>	NO CUMPLE $\eta = 158.3$
N13/N14	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	x: 0 m $\eta = 59.4$	x: 1.275 m $\eta = 29.8$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	x: 1.275 m $\eta = 7.0$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(3)</sup>	$\eta < 0.1$	N.P. <sup>(4)</sup>	x: 1.275 m $\eta = 148.4$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(5)</sup>	N.P. <sup>(6)</sup>	N.P. <sup>(6)</sup>	NO CUMPLE $\eta = 148.4$
N14/N16	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	x: 0 m $\eta = 50.8$	x: 1.275 m $\eta = 29.3$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	x: 1.275 m $\eta = 7.0$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(3)</sup>	$\eta < 0.1$	N.P. <sup>(4)</sup>	x: 0 m $\eta = 135.6$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(5)</sup>	N.P. <sup>(6)</sup>	N.P. <sup>(6)</sup>	NO CUMPLE $\eta = 135.6$
N16/N5	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	x: 0 m $\eta = 42.3$	x: 1.275 m $\eta = 37.6$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	x: 1.275 m $\eta = 7.3$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(3)</sup>	$\eta < 0.1$	N.P. <sup>(4)</sup>	x: 1.275 m $\eta = 147.8$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(5)</sup>	N.P. <sup>(6)</sup>	N.P. <sup>(6)</sup>	NO CUMPLE $\eta = 147.8$
N2/N6	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	$\eta = 47.3$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(7)</sup>	x: 0 m $\eta = 8.7$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	x: 0 m $\eta = 0.4$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(3)</sup>	x: 0.192 m $\eta < 0.1$	N.P. <sup>(4)</sup>	x: 1.15 m $\eta = 56.0$	x: 0.192 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(5)</sup>	N.P. <sup>(6)</sup>	N.P. <sup>(6)</sup>	CUMPLE $\eta = 56.0$
N6/N9	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	$\eta = 39.7$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(7)</sup>	x: 0 m $\eta = 9.7$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	x: 1.15 m $\eta = 0.5$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(3)</sup>	$\eta < 0.1$	N.P. <sup>(4)</sup>	x: 0 m $\eta = 49.4$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(5)</sup>	N.P. <sup>(6)</sup>	N.P. <sup>(6)</sup>	CUMPLE $\eta = 49.4$
N9/N11	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	$\eta = 32.4$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(7)</sup>	x: 0 m $\eta = 2.8$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	x: 1.15 m $\eta = 0.2$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(3)</sup>	$\eta < 0.1$	N.P. <sup>(4)</sup>	x: 0 m $\eta = 35.2$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(5)</sup>	N.P. <sup>(6)</sup>	N.P. <sup>(6)</sup>	CUMPLE $\eta = 35.2$

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - TEMPERATURA AMBIENTE													Estado	
	$\bar{\lambda}$	$N_t$	$N_c$	$M_y$	$M_z$	$V_z$	$V_y$	$M_y V_z$	$M_z V_y$	$NM_y M_z$	$NM_y M_z V_y V_z$	$M_t$	$M_y V_z$		$M_z V_y$
N11/N18	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	$\eta = 25.3$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(7)</sup>	x: 1.15 m $\eta = 4.2$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	x: 1.15 m $\eta = 0.3$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(3)</sup>	$\eta < 0.1$	N.P. <sup>(4)</sup>	x: 1.15 m $\eta = 29.4$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(5)</sup>	N.P. <sup>(6)</sup>	N.P. <sup>(6)</sup>	CUMPLE $\eta = 29.4$
N18/N17	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	$\eta = 25.3$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(7)</sup>	x: 0 m $\eta = 4.2$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	x: 0 m $\eta = 0.2$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(3)</sup>	$\eta < 0.1$	N.P. <sup>(4)</sup>	x: 0 m $\eta = 29.4$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(5)</sup>	N.P. <sup>(6)</sup>	N.P. <sup>(6)</sup>	CUMPLE $\eta = 29.4$
N17/N15	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	$\eta = 32.4$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(7)</sup>	x: 1.15 m $\eta = 2.8$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	x: 0 m $\eta = 0.2$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(3)</sup>	$\eta < 0.1$	N.P. <sup>(4)</sup>	x: 1.15 m $\eta = 35.2$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(5)</sup>	N.P. <sup>(6)</sup>	N.P. <sup>(6)</sup>	CUMPLE $\eta = 35.2$
N15/N12	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	$\eta = 39.7$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(7)</sup>	x: 1.15 m $\eta = 9.7$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	x: 0 m $\eta = 0.5$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(3)</sup>	$\eta < 0.1$	N.P. <sup>(4)</sup>	x: 1.15 m $\eta = 49.4$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(5)</sup>	N.P. <sup>(6)</sup>	N.P. <sup>(6)</sup>	CUMPLE $\eta = 49.4$
N12/N4	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	$\eta = 47.3$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(7)</sup>	x: 0 m $\eta = 8.7$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	x: 1.15 m $\eta = 0.4$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(3)</sup>	x: 0 m $\eta < 0.1$	N.P. <sup>(4)</sup>	x: 0 m $\eta = 56.0$	x: 0 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(5)</sup>	N.P. <sup>(6)</sup>	N.P. <sup>(6)</sup>	CUMPLE $\eta = 56.0$
N6/N7	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	x: 0 m $\eta = 12.7$	x: 0.55 m $\eta = 12.9$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	$\eta = 1.1$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(3)</sup>	$\eta < 0.1$	N.P. <sup>(4)</sup>	x: 0.55 m $\eta = 45.3$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(5)</sup>	N.P. <sup>(6)</sup>	N.P. <sup>(6)</sup>	CUMPLE $\eta = 45.3$
N6/N8	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	x: 1.591 m $\eta = 16.0$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(7)</sup>	x: 0 m $\eta = 3.7$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	x: 1.591 m $\eta = 0.2$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(3)</sup>	$\eta < 0.1$	N.P. <sup>(4)</sup>	x: 0 m $\eta = 19.6$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(5)</sup>	N.P. <sup>(6)</sup>	N.P. <sup>(6)</sup>	CUMPLE $\eta = 19.6$
N9/N8	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	x: 0 m $\eta = 25.1$	x: 0 m $\eta = 6.2$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	$\eta = 0.3$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(3)</sup>	$\eta < 0.1$	N.P. <sup>(4)</sup>	x: 0 m $\eta = 42.2$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(5)</sup>	N.P. <sup>(6)</sup>	N.P. <sup>(6)</sup>	CUMPLE $\eta = 42.2$
N9/N10	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	x: 2.011 m $\eta = 19.8$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(7)</sup>	x: 2.011 m $\eta = 3.0$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	x: 0 m $\eta = 0.2$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(3)</sup>	$\eta < 0.1$	N.P. <sup>(4)</sup>	x: 2.011 m $\eta = 22.8$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(5)</sup>	N.P. <sup>(6)</sup>	N.P. <sup>(6)</sup>	CUMPLE $\eta = 22.8$
N11/N10	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	x: 0 m $\eta = 51.8$	x: 1.65 m $\eta = 5.9$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	$\eta = 0.2$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(3)</sup>	$\eta < 0.1$	N.P. <sup>(4)</sup>	x: 1.65 m $\eta = 70.4$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(5)</sup>	N.P. <sup>(6)</sup>	N.P. <sup>(6)</sup>	CUMPLE $\eta = 70.4$
N11/N5	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	x: 2.482 m $\eta = 23.8$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(7)</sup>	x: 2.482 m $\eta = 2.0$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	x: 0 m $\eta = 0.1$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(3)</sup>	$\eta < 0.1$	N.P. <sup>(4)</sup>	x: 0 m $\eta = 25.6$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(5)</sup>	N.P. <sup>(6)</sup>	N.P. <sup>(6)</sup>	CUMPLE $\eta = 25.6$
N12/N13	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	x: 0 m $\eta = 12.7$	x: 0.55 m $\eta = 12.9$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	$\eta = 1.1$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(3)</sup>	$\eta < 0.1$	N.P. <sup>(4)</sup>	x: 0.55 m $\eta = 45.3$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(5)</sup>	N.P. <sup>(6)</sup>	N.P. <sup>(6)</sup>	CUMPLE $\eta = 45.3$
N12/N14	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	x: 1.591 m $\eta = 16.0$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(7)</sup>	x: 0 m $\eta = 3.7$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	x: 1.591 m $\eta = 0.2$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(3)</sup>	$\eta < 0.1$	N.P. <sup>(4)</sup>	x: 0 m $\eta = 19.6$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(5)</sup>	N.P. <sup>(6)</sup>	N.P. <sup>(6)</sup>	CUMPLE $\eta = 19.6$
N15/N14	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	x: 0 m $\eta = 25.1$	x: 0 m $\eta = 6.2$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	$\eta = 0.3$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(3)</sup>	$\eta < 0.1$	N.P. <sup>(4)</sup>	x: 0 m $\eta = 42.2$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(5)</sup>	N.P. <sup>(6)</sup>	N.P. <sup>(6)</sup>	CUMPLE $\eta = 42.2$
N15/N16	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	x: 2.011 m $\eta = 19.8$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(7)</sup>	x: 2.011 m $\eta = 3.0$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	x: 0 m $\eta = 0.2$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(3)</sup>	$\eta < 0.1$	N.P. <sup>(4)</sup>	x: 2.011 m $\eta = 22.8$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(5)</sup>	N.P. <sup>(6)</sup>	N.P. <sup>(6)</sup>	CUMPLE $\eta = 22.8$
N17/N16	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	x: 0 m $\eta = 51.8$	x: 1.65 m $\eta = 5.9$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	$\eta = 0.2$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(3)</sup>	$\eta < 0.1$	N.P. <sup>(4)</sup>	x: 1.65 m $\eta = 70.4$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(5)</sup>	N.P. <sup>(6)</sup>	N.P. <sup>(6)</sup>	CUMPLE $\eta = 70.4$
N17/N5	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	x: 2.482 m $\eta = 23.8$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(7)</sup>	x: 2.482 m $\eta = 2.0$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	x: 0 m $\eta = 0.1$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(3)</sup>	$\eta < 0.1$	N.P. <sup>(4)</sup>	x: 0 m $\eta = 25.6$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(5)</sup>	N.P. <sup>(6)</sup>	N.P. <sup>(6)</sup>	CUMPLE $\eta = 25.6$
N18/N5	x: 0 m $\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	x: 2.2 m $\eta = 0.4$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(7)</sup>	x: 2.2 m $\eta = 1.4$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	$\eta < 0.1$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(3)</sup>	x: 0 m $\eta < 0.1$	N.P. <sup>(4)</sup>	x: 2.2 m $\eta = 3.8$	x: 0 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(5)</sup>	N.P. <sup>(6)</sup>	N.P. <sup>(6)</sup>	CUMPLE $\eta = 3.8$

Notación:  
 $\bar{\lambda}$ : Limitación de esbeltez  
 $N_t$ : Resistencia a tracción  
 $N_c$ : Resistencia a compresión  
 $M_y$ : Resistencia a flexión eje Y  
 $M_z$ : Resistencia a flexión eje Z  
 $V_z$ : Resistencia a corte Z  
 $V_y$ : Resistencia a corte Y  
 $M_y V_z$ : Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados  
 $M_z V_y$ : Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados  
 $NM_y M_z$ : Resistencia a flexión y axil combinados  
 $NM_y M_z V_y V_z$ : Resistencia a flexión, axil y cortante combinados  
 $M_t$ : Resistencia a torsión  
 $M_y V_z$ : Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados  
 $M_z V_y$ : Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados  
x: Distancia al origen de la barra  
 $\eta$ : Coeficiente de aprovechamiento (%)  
N.P.: No procede

Comprobaciones que no proceden (N.P.):  
<sup>(1)</sup> La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.  
<sup>(2)</sup> La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.  
<sup>(3)</sup> La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.  
<sup>(4)</sup> No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.  
<sup>(5)</sup> La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.  
<sup>(6)</sup> No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.  
<sup>(7)</sup> La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - SITUACIÓN DE INCENDIO	Estado
N2/N7	No se ha podido calcular el factor de esbeltez reducida (Temp. máx. de la barra = 1004.0 °C > 700.0 °C)	ERROR
N7/N8	No se ha podido calcular el factor de esbeltez reducida (Temp. máx. de la barra = 1004.0 °C > 700.0 °C)	ERROR
N8/N10	No se ha podido calcular el factor de esbeltez reducida (Temp. máx. de la barra = 1004.0 °C > 700.0 °C)	ERROR
N10/N5	No se ha podido calcular el factor de esbeltez reducida (Temp. máx. de la barra = 1004.0 °C > 700.0 °C)	ERROR
N4/N13	No se ha podido calcular el factor de esbeltez reducida (Temp. máx. de la barra = 1004.0 °C > 700.0 °C)	ERROR
N13/N14	No se ha podido calcular el factor de esbeltez reducida (Temp. máx. de la barra = 1004.0 °C > 700.0 °C)	ERROR
N14/N16	No se ha podido calcular el factor de esbeltez reducida (Temp. máx. de la barra = 1004.0 °C > 700.0 °C)	ERROR
N16/N5	No se ha podido calcular el factor de esbeltez reducida (Temp. máx. de la barra = 1004.0 °C > 700.0 °C)	ERROR
N2/N6	No se ha podido calcular el factor de esbeltez reducida (Temp. máx. de la barra = 1004.5 °C > 700.0 °C)	ERROR
N6/N9	No se ha podido calcular el factor de esbeltez reducida (Temp. máx. de la barra = 1004.5 °C > 700.0 °C)	ERROR
N9/N11	No se ha podido calcular el factor de esbeltez reducida (Temp. máx. de la barra = 1004.5 °C > 700.0 °C)	ERROR
N11/N18	No se ha podido calcular el factor de esbeltez reducida (Temp. máx. de la barra = 1004.5 °C > 700.0 °C)	ERROR
N18/N17	No se ha podido calcular el factor de esbeltez reducida (Temp. máx. de la barra = 1004.5 °C > 700.0 °C)	ERROR
N17/N15	No se ha podido calcular el factor de esbeltez reducida (Temp. máx. de la barra = 1004.5 °C > 700.0 °C)	ERROR
N15/N12	No se ha podido calcular el factor de esbeltez reducida (Temp. máx. de la barra = 1004.5 °C > 700.0 °C)	ERROR
N12/N4	No se ha podido calcular el factor de esbeltez reducida (Temp. máx. de la barra = 1004.5 °C > 700.0 °C)	ERROR
N6/N7	No se ha podido calcular el factor de esbeltez reducida (Temp. máx. de la barra = 1005.0 °C > 700.0 °C)	ERROR
N6/N8	No se ha podido calcular el factor de esbeltez reducida (Temp. máx. de la barra = 1005.0 °C > 700.0 °C)	ERROR
N9/N8	No se ha podido calcular el factor de esbeltez reducida (Temp. máx. de la barra = 1005.0 °C > 700.0 °C)	ERROR
N9/N10	No se ha podido calcular el factor de esbeltez reducida (Temp. máx. de la barra = 1005.0 °C > 700.0 °C)	ERROR

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - SITUACIÓN DE INCENDIO	Estado
N11/N10	No se ha podido calcular el factor de esbeltez reducida (Temp. máx. de la barra = 1005.0 °C > 700.0 °C)	<b>ERROR</b>
N11/N5	No se ha podido calcular el factor de esbeltez reducida (Temp. máx. de la barra = 1005.0 °C > 700.0 °C)	<b>ERROR</b>
N12/N13	No se ha podido calcular el factor de esbeltez reducida (Temp. máx. de la barra = 1005.0 °C > 700.0 °C)	<b>ERROR</b>
N12/N14	No se ha podido calcular el factor de esbeltez reducida (Temp. máx. de la barra = 1005.0 °C > 700.0 °C)	<b>ERROR</b>
N15/N14	No se ha podido calcular el factor de esbeltez reducida (Temp. máx. de la barra = 1005.0 °C > 700.0 °C)	<b>ERROR</b>
N15/N16	No se ha podido calcular el factor de esbeltez reducida (Temp. máx. de la barra = 1005.0 °C > 700.0 °C)	<b>ERROR</b>
N17/N16	No se ha podido calcular el factor de esbeltez reducida (Temp. máx. de la barra = 1005.0 °C > 700.0 °C)	<b>ERROR</b>
N17/N5	No se ha podido calcular el factor de esbeltez reducida (Temp. máx. de la barra = 1005.0 °C > 700.0 °C)	<b>ERROR</b>
N18/N5	No se ha podido calcular el factor de esbeltez reducida (Temp. máx. de la barra = 1005.0 °C > 700.0 °C)	<b>ERROR</b>

### 3.- CONCLUSIONES:

El cordón superior de la cercha no cumple a la comprobación de axil y momento, necesita mayor sección por lo que se debería reforzar, este refuerzo se podría conseguir alojando en el interior del ángulo 60.6 uno de grado inferior, por ejemplo 50.5 y soldándolo longitudinalmente con cordón discontinuo para evitar deformaciones

Norma: CTE DB SI. Anejo D: Resistencia al fuego de los elementos de acero.

Resistencia requerida en función del uso y altura de evacuación: R 90

No cumple ninguna barra a resistencia al fuego, por lo que habrá que dotar a la estructura de dicha protección mediante placas ignifugas, proyección de vermiculita o pintura intumescente.