



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

Trabajo Fin de Grado

CURSO 2021/22

*ANÁLISIS DE DIFERENTES SOLUCIONES DE
ESTRUCTURA METÁLICA DE UNA NAVE
INDUSTRIAL*

Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales

ALUMNA

Elizabeth Marina Rey García

TUTORES

Alfredo del Caño Gochi

Francisco Romero Mera

FECHA

DICIEMBRE 2021

TÍTULO Y RESUMEN

ANÁLISE DE DIFERENTES SOLUCIÓNS DE ESTRUTURA METÁLICA DUNHA NAVE INDUSTRIAL

Neste proxecto realizouse o deseño, cálculo e optimización da estrutura metálica dunha nave industrial. Ademais do cálculo dunha serie de variantes da mesma.

Trátase dunha estrutura biempotrada constituída por 8 pórticos formados por perfís IPE e HEA. A luz estrutural será de 22 metros con separación entre pórticos de 6 metros acadando así unha lonxitude total de 42 metros. No que respecta a á altura de piares, será de 7 metros na parte exterior e de 8,1 metros en coroación.

ANÁLISIS DE DIFERENTES SOLUCIONES DE ESTRUCTURA METÁLICA DE UNA NAVE INDUSTRIAL

En este proyecto se ha realizado el diseño, cálculo y optimización de la estructura metálica de una nave industrial. Además del cálculo de una serie de variantes de la misma.

Se trata de una estructura biempotrada constituída por 8 pórticos formados por perfiles IPE y HEA. Su luz estructural será de 22 metros con separación entre pórticos de 6 metros alcanzando así una longitud total de 42 metros. En lo que respecta a la altura de pilares, será de 7 metros en la parte exterior y de 8,1 metros en coronación.

ANALYSIS OF DIFFERENT STRUCTURAL STEELWORK SOLUTIONS FOR AN INDUSTRIAL BUILDING

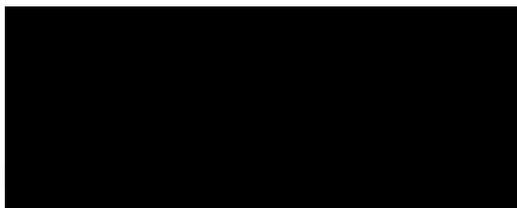
In this project, the design, calculation and optimisation of the metallic structure of a warehouse has been carried out. In addition, a series of variants of the same will be calculated.

It is a biembedded structure composed of 8 porticoes formed by IPE and HEA profiles. Its structural light will be 22 meters with separation between porticoes of 6 meters thus reaching a total length of 42 meters. Regarding the height of the pillars, it will be 7 meters on the outside and 8,1 meters in coronation.

ÍNDICE GENERAL

DOCUMENTO I MEMORIA.....	4
ANEJO I CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA.....	14
ANEJO II ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD.....	391
ANEJO III VARIANTES DE LA ESTRUCTURA.....	450
DOCUMENTO II PLANOS	482
DOCUMENTO III PLIEGO DE CONDICIONES.....	521
DOCUMENTO IV MEDICIONES Y PRESUPUESTOS.....	579

CABAÑAS, DICIEMBRE 2021
ELIZABETH MARINA REY GARCÍA





UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

**TRABAJO FIN DE GRADO
CURSO 2021/22**

*ANÁLISIS DE DIFERENTES SOLUCIONES DE
ESTRUCTURA METÁLICA DE UNA NAVE
INDUSTRIAL*

Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales

DOCUMENTO I

MEMORIA

ÍNDICE MEMORIA

1. OBJETO DEL PROYECTO.....	6
2. ALCANCE	6
3. ANTECEDENTES	7
4. AUTOR Y TUTOR	7
5. UBICACIÓN	7
6. PROMOTOR Y TITULAR.....	7
7. NORMATIVA LEGAL DE APLICACIÓN	7
8. PROGRAMAS DE CÁLCULO	8
9. ACCIONES SÍSMICAS. CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVA SISMORRESISTENTE.....	9
10. MEMORIA TÉCNICA Y CONSTRUCTIVA. DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO	9
10.1. DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO	9
10.2. DESCRIPCIÓN DE LA CIMENTACIÓN	10
10.3. DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA.....	10
10.4. DESCRIPCIÓN DE LA CUBIERTA Y CERRAMIENTOS.....	12
11. EXIGENCIAS BÁSICAS DE SEGURIDAD ESTRUCTURAL.....	12
11.1. EXIGENCIA BÁSICA S1: RESISTENCIA Y ESTABILIDAD.....	12
11.2. EXIGENCIA BÁSICA S2: APTITUD DE SERVICIO	13
12. ORDEN DE PRIORIDAD ENTRE LOS DOCUMENTOS.....	13
13. BIBLIOGRAFÍA.....	13

1. OBJETO DEL PROYECTO

El objeto del presente proyecto es el de calcular la estructura de una nave industrial con una solución estructural de uso frecuente, empleando normativa en vigor en el segundo cuatrimestre del curso 2020 – 21. El resultado de lo anteriormente expuesto se materializa en un proyecto técnico convencional, con sus diversos documentos (memoria, planos, pliego de condiciones, mediciones y presupuestos). A partir de ese diseño base se realizarán diversos diseños alternativos que ya no serán motivo de la generación de los aludidos documentos, sino que tendrán como objeto analizar las consecuencias, positivas o negativas, de realizar diversos cambios a la hora de proyectar.

2. ALCANCE

De acuerdo con el documento enviado por los tutores a la Comisión de TFGs, el alcance previsto para este Trabajo Fin de Grado es el siguiente:

Tal y como se ha expuesto en el objeto, se realizarán diversos diseños alternativos que consisten en:

- **Variante I.** Todo igual que en la estructura base, pero ahora haciendo cálculos empleando otra normativa diferente de la aplicada en el proyecto base (normativa de aplicación en España). Como la base está calculada con la EAE y EHE, se calculará la nave con los Eurocódigos de acero y hormigón, sin más cambios que los que resulten de la aplicación de dichos Eurocódigos.
- **Variante II.** Todo igual que en la estructura base, cambiando el tipo de acero. Se pasará de acero S275 a S235.
- **Variante III.** Todo igual que en la estructura base, cambiando el tipo de correas. Se cambiará de perfiles conformados en frío a perfiles normalizados laminados en caliente. Pasamos de unas ZF conformadas en frío a IPEs, tanto en cubierta como en fachada.
- **Variante IV.** Todo igual que en la estructura base modificando el número de tornapuntas bien añadiendo más o bien quitando alguno.
- **Variante V.** Todo igual que en la estructura base, pero cambiando las condiciones de contorno. Se pasará de pórticos biempotrados a biarticulados.
- **Variante VI.** Todo igual que en la estructura base, pero cambiando la distancia entre pórticos. Consistirá en establecer una nueva distancia entre pórticos, pasando de los 6 metros a los 5,5 metros.
- **Variante VII.** Todo igual que en la estructura base, pero empleando una sección diferente, al menos en pilares. Se pasará de pilares IPE a HEA.
- **Variante VIII.** Todo igual que en la estructura base, pero aumentando la altura de pilares. Se aumentará la altura de pilares desde los 7 metros iniciales hasta los 8,75 metros.

Todo esto se verá reflejado en este trabajo con los documentos de: Memoria, Anejos, Planos, Pliego de Condiciones, Mediciones y Presupuestos. Cabe recordar que dichos documentos solo se realizarán para la estructura base.

Queda fuera del alcance de este proyecto la búsqueda de una parcela para la ubicación de la nave, así como la realización de planos de distribución en planta del exterior (parcela) e interior de la estructura.

3. ANTECEDENTES

El día 25 de Mayo de 2021, la alumna del Grado de Ingeniería en Tecnologías Industriales Elizabeth Marina Rey García se puso en contacto con el profesor de la Escuela Politécnica Superior de la Universidad de la Coruña, D. Alfredo del Caño Gochi para solicitar su Trabajo Fin de Grado con él.

Tras su aceptación, se fijó el alcance que aparece en el apartado anterior.

4. AUTOR Y TUTOR

La autora de este proyecto es la alumna del Grado de Ingeniería en Tecnologías Industriales de la Escuela Politécnica Superior de Ferrol, de la Universidad de La Coruña, Elizabeth Marina Rey García.

Como tutores de este trabajo fin de grado, actúan D. Alfredo del Caño Gochi y D. Francisco Romero Mera externo a la UDC.

5. UBICACIÓN

La ubicación elegida corresponde al municipio de Ferrol en la provincia de A Coruña. Dicha localización es ficticia pero necesaria para la configuración de las hipótesis de viento y nieve que dependen de la ubicación geográfica.

6. PROMOTOR Y TITULAR

Como promotor de este proyecto actúa el ingeniero industrial D. Alfredo Del Caño Gochi.

Como titular actúa la alumna del Grado de Ingeniería en Tecnologías Industriales, Elizabeth Marina Rey García con DNI 32737584M.

7. NORMATIVA LEGAL DE APLICACIÓN

La normativa que se ha aplicado para la realización de este trabajo es la siguiente:

- **NORMA UNE 157001:** “*Criterios Generales para la Elaboración Formal de los Documentos que Constituyen un Proyecto Técnico*”, Junio 2014.

- **CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN (CTE)**, aprobado por Real Decreto 314/2006, del 17 de marzo. En particular cabe destacar, los siguientes documentos:
 - DB – SE Seguridad Estructural
 - DB – SE – AE Acciones en la Edificación.
 - DB – SE – A Acero.
 - DB – SE – C Cimientos.

Este será de aplicación a la hora de realizar las comprobaciones de estado límite de servicio (ELS) con una flecha de $L/300$ y un desplome de $h/250$.

- **INSTRUCCIÓN DE ACERO ESTRUCTURAL (EAE 2011)**, aprobada por Real Decreto 751/2011, del 27 de mayo.
- **INSTRUCCIÓN DE HORMIGÓN ESTRUCTURAL (EHE – 08)**, aprobada por Real Decreto 1247/2008, del 18 de julio.

8. PROGRAMAS DE CÁLCULO

Para la realización de este proyecto, se han empleado los siguientes programas de cálculo:

- **CYPE 2021:** se ha empleado para el cálculo, dimensionamiento y comprobación de la estructura principal y secundaria. Así como fuente de información para la creación del presupuesto, el estudio de seguridad y salud y el pliego de condiciones. Este software cuenta con un gran número de subprogramas de los cuales se han utilizado:
 - **GENERADOR DE PÓRTICOS:** se ha empleado para la creación de las características principales de la obra y también para el cálculo de las correas de fachada y cubierta.
 - **CYPE 3D:** se ha empleado para el cálculo de los perfiles de la estructura principal como son pilares, dinteles y arriostramientos. Para la realización y comprobación de uniones y cimientos. Así como también para la comprobación del conjunto estructural para que este cumpla todos los requisitos de la normativa aplicada.
 - **GENERADOR DE PRECIOS:** se ha empleado para la consulta de los precios presentes en el “*Documento IV: Mediciones y Presupuestos*” de este trabajo.
 - **ARQUÍMEDES:** se ha empleado para la realización del Pliego de condiciones presente en el “*Documento III - Pliego de condiciones*” así como también para la realización del presupuesto presente en el “*Documento IV: Mediciones y Presupuestos*” de este proyecto.
 - **ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD:** se ha empleado para la elaboración del Estudio Básico de Seguridad y

Salud presente en el “Anejo II: Estudio Básico de Seguridad y Salud” de este trabajo.

- **IDEA STATICA:** Se ha utilizado este software para el cálculo y comprobación de ciertas uniones que no se han podido realizar con CYPE 3D.
- **AUTODESK AUTOCAD:** ha sido utilizado para la realización de los planos presentes en el “Documento II – Planos” de este trabajo.

9. ACCIONES SÍSMICAS. CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVA SISMORRESISTENTE

Teniendo en cuenta el Epígrafe 1.2.2 Clasificación de las construcciones de la Norma de Construcción Sismorresistente: Parte general y edificación (NSCE – 02), se considera la construcción como de importancia moderada:

“Aquellas con probabilidad despreciable de que su destrucción por el terremoto pueda ocasionar víctimas, interrumpir un servicio primario, o producir daños económicos significativos a terceros.”

Según el Epígrafe 1.2.3 de la misma Norma, considerando lo anterior, se nos dice que:

La aplicación de la Norma es obligatoria en las construcciones recogidas en el artículo 1.2.1, a excepción de:

“En edificaciones de importancia normal o especial cuando la aceleración sísmica básica a_b sea inferior a 0,04g, siendo g la aceleración de la gravedad.”

Por lo tanto, esta norma no es de aplicación según lo anteriormente expuesto.

10. MEMORIA TÉCNICA Y CONSTRUCTIVA. DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO

Para llevar a cabo el estudio y análisis de este proyecto, se ha diseñado una nave industrial base cuyas características se muestran a continuación:

La nave será una edificación exenta (sin edificaciones adosadas) y diáfana (sin pilares interiores). Además, esta no contará con puentes grúas ni oficinas.

10.1. DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO

La nave industrial que se ha diseñado en este proyecto tiene una forma rectangular cuyas dimensiones exteriores son 42'70 metros de largo por 22,70 metros de ancho. La altura varía desde los 8,40 metros en coronación hasta los 7,30 metros en la parte más baja.

La estructura principal se compone de pórticos formados por perfiles normalizados laminados en caliente IPE y HEA. Como no se considera una futura ampliación de la nave, los pórticos testeros utilizarán perfiles de menor sección que los intermedios.

La cubierta será a dos aguas y tendrá una pendiente del 10%, suficiente para poder colocar los materiales para cubierta de tipo panel sándwich. Además dispondrá de lucernarios en un 35 % de la superficie para disminuir el consumo de luz artificial.

10.2. DESCRIPCIÓN DE LA CIMENTACIÓN

Las cimentaciones se componen de zapatas aisladas de hormigón armado atadas perimetralmente mediante vigas de atado. El hormigón será del tipo HA – 25 mientras que el acero utilizado para el armado será B400S.

En este proyecto se van a considerar 3 tipos diferentes de zapatas en función del pilar que soportan, estas son:

◇ ZAPATAS PÓRTICOS TESTEROS:

- ◆ Pilares externos:
 - ◇ Dimensiones: **2,55 m x 2,55 m x 0,55 m**
 - ◇ Armado Superior en X: **12Ø12c/20**
 - ◇ Armado Inferior en X: **12Ø12c/20**
 - ◇ Armado Superior en Y: **12Ø12c/20**
 - ◇ Armado Inferior en Y: **12Ø12c/20**
- ◆ Pilares intermedios:
 - ◇ Dimensiones: **1,65 m x 1,65 m x 0,40 m**
 - ◇ Armado Superior en X: **6Ø12c/28**
 - ◇ Armado Inferior en X: **6Ø12c/28**
 - ◇ Armado Superior en Y: **6Ø12c/28**
 - ◇ Armado Inferior en Y: **6Ø12c/28**

◇ ZAPATAS PÓRTICOS INTERMEDIOS:

- ◆ Pilares externos: **3,20 m x 3,20 m x 0,70 m**
 - ◇ Armado Superior en X: **19Ø12c/16**
 - ◇ Armado Inferior en X: **19Ø12c/16**
 - ◇ Armado Superior en Y: **19Ø12c/16**
 - ◇ Armado Inferior en Y: **19Ø12c/16**

Las características de las vigas de atado son:

- ◇ Dimensiones: **0,40 m x 0,40 m**
- ◇ Armadura Superior: **2Ø12**
- ◇ Armadura Inferior: **2Ø12**
- ◇ Estribos: **1Ø8c/30**

10.3. DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA

En este trabajo, se ha realizado una nave industrial con forma rectangular, cuya estructura se compone de 8 pórticos separados 6 metros cada uno, alcanzando una longitud total de 42 metros. Cuya luz estructural será de 22 metros con una altura de coronación de 8,1 metros y con el alero a 7 metros.

La estructura principal se compone de pilares, dinteles y cruces de San Andrés. Mientras que correas y tornapuntas forman la estructura secundaria encargada de soportar las cargas de los cerramientos y transmitir las a la estructura principal. La primaria se ha realizado en acero S275, en cambio para la secundaria se ha usado acero S235.

Tanto los pilares como los dinteles utilizados son Perfiles Laminados en Caliente de tipo IPE o HEA. Las vigas longitudinales colocadas de forma perpendicular a los dinteles serán perfiles HEA, pero de sección inferior. Las cruces de San Andrés estarán formadas por tirantes de acero mientras que las tornapuntas son perfiles conformados en frío de tipo L simétrica, estos elementos tienen la función de arriostrar la estructura dónde sea necesario.

Seguidamente, a modo de resumen, se muestra un listado de los perfiles que forman la estructura, esto se podrá ver con más detalle en el "*Documento // - Planos*":

- ◇ **A. Pórticos Testeros:**
 - ◆ *A1. Pilares Extremos:*
 - ◇ Perfil: **HEA 240**
 - ◇ Longitud: **7 metros**
 - ◆ *A2. Pilares Intermedios Laterales:*
 - ◇ Perfil: **IPE 200**
 - ◇ Longitud: **7,55 metros**
 - ◆ *A3. Pilar Intermedio Central:*
 - ◇ Perfil: **IPE 200**
 - ◇ Longitud: **8,1 metros**
 - ◆ *A4. Dinteles:*
 - ◇ Perfil: **IPE 240**
 - ◇ Longitud: **11,055 m**
- ◇ **B. Pórticos Intermedios:**
 - ◆ *B1. Pilares Extremos:*
 - ◇ Perfil: **IPE 450**
 - ◇ Longitud: **7 metros**
 - ◆ *B2. Dinteles:*
 - ◇ Perfil: **IPE 400. Simple con cartelas**
 - ◇ Longitud: **11,055 metros**
 - ◇ Longitud de las cartelas:
 - ◆ Inicial Inferior: **2,30 metros**
 - ◆ Final Inferior: **3,30 metros**
- ◇ **C. Arriostramientos:**
 - ◆ *C1. Cruces de San Andrés en Cubierta:*
 - ◇ Perfil: **Tirante R17**
 - ◇ Longitud: **8,158 metros**
 - ◆ *C2. Cruces de San Andrés en Fachada:*
 - ◇ Perfil: **Tirante R16**
 - ◇ Longitud: **9,22 metros**

- ◆ *C3. Barras Longitudinales en Cubierta:*
 - ◇ Perfil: **HEA 140**
 - ◇ Longitud: **6 metros**

- ◇ **D. Correas:**
 - ◆ *D1. Correas de Cubierta:*
 - ◇ Perfil: **ZF – 200x2.5**
 - ◇ Longitud: **6 metros**

 - ◆ *D2. Correas de Fachada:*
 - ◇ Perfil: **ZF – 225x2.5**
 - ◇ Longitud: **6 metros**

- ◇ **E. Tornapuntas:**
 - ◆ *E1. Tornapuntas Dinteles Pórticos Intermedios:*
 - ◇ Perfil: Conformado en Frío tipo L Simétrica **L 40x40x4**
 - ◇ Longitud: **0,775 m.**

 - ◆ *E2. Tornapuntas Pilares Pórticos Intermedios:*
 - ◇ Perfil: Conformado en Frío tipo L Simétrica **L 40x40x4**
 - ◇ Longitud: **0,75 m.**

Las tornapuntas se encargan de arriostrar la estructura principal, disminuyendo el efecto del pandeo lateral en los dinteles o pilares a los que vayan unidos. Como ya se ha visto, son perfiles conformados en frío tipo L simétrica de canto 40x40 milímetros y con un espesor de 4 milímetros.

Estas se dispondrán cada dos correas en los pilares y dinteles de los pórticos intermedios. Se sujetarán mediante uniones atornilladas a el pilar o dintel correspondiente en un extremo y en el otro a la correa.

10.4. DESCRIPCIÓN DE LA CUBIERTA Y CERRAMIENTOS

La cubierta estará formada por panel sándwich metálico de 50 milímetros de espesor y tendrá un peso de 0.11 kN/m², este está especialmente indicado para cubiertas superiores al 7% como es el caso. El panel será colocado sobre las correas de forma transversal a la nave.

En cuanto a los cerramientos de fachada, se cubrirá al igual que la cubierta con panel sándwich de 50 milímetros de espesor y un peso de 0.10 kN/m². Este se colocará verticalmente sobre las correas laterales.

11. EXIGENCIAS BÁSICAS DE SEGURIDAD ESTRUCTURAL (SE)

11.1. EXIGENCIA BÁSICA SE 1: RESISTENCIA Y ESTABILIDAD

La resistencia y la estabilidad serán las adecuadas para que no se generen riesgos indebidos, de forma que se mantenga la resistencia y la estabilidad frente a las *acciones e influencias previsibles* durante las fases de *construcción y usos previstos de los edificios*, y que un evento extraordinario no produzca

consecuencias desproporcionadas respecto a la causa original y se facilite el *mantenimiento previsto*.

11.2. EXIGENCIA BÁSICA S2: APTITUD DE SERVICIO

La aptitud al servicio será conforme con el *uso previsto del edificio*, de forma que no se produzcan *deformaciones inadmisibles*, se limite a un nivel aceptable la probabilidad de un *comportamiento dinámico inadmisibile* y no se produzcan *degradaciones* o anomalías *inadmisibles*.

12. ORDEN DE PRIORIDAD ENTRE LOS DOCUMENTOS

En el caso de que se produzca alguna discrepancia entre documentos, se pretende aclarar la prioridad de los mismos dentro del proyecto.

En la siguiente lista se muestra el orden de prioridad:

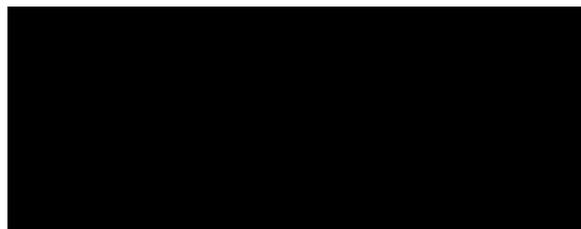
- I. Planos
- II. Pliego de Condiciones
- III. Presupuesto
- IV. Memoria

13. BIBLIOGRAFÍA

En este capítulo de la memoria, se incluyen todas las referencias externas al proyecto empleadas para la elaboración del propio Trabajo Fin de Grado. Estos elementos han sido empleados tanto para la realización de los cálculos estructurales como para la redacción de la memoria:

Reyes Rodríguez, Antonio Manuel (2015). *CYPE 3D 2016. Diseño y Cálculo de Estructuras Metálicas “Manuales Imprescindibles”*. Madrid: Ediciones Anaya Multimedia (Grupo Anaya, S.A.), 2015. 978 – 84 – 415 – 3724 – 8.

CABAÑAS, DICIEMBRE 2021
ELIZABETH MARINA REY GARCÍA





UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

**TRABAJO FIN DE GRADO
CURSO 2021/22**

*ANÁLISIS DE DIFERENTES SOLUCIONES DE
ESTRUCTURA METÁLICA DE UNA NAVE
INDUSTRIAL*

Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales

ANEJO I

CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA

ÍNDICE ANEJO I

1. OBJETO	17
2. NORMATIVA APLICADA	17
3. DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA ADOPTADA	17
3.1. ESTRUCTURA	17
3.1.1. ESTRUCTURA PRIMARIA	17
3.1.2. ESTRUCTURA SECUNDARIA	18
3.2. CIMENTACIÓN.....	18
3.3. CERRAMIENTOS	18
3.3.1. FACHADA	18
3.3.2. CUBIERTA	18
4. ACCIONES SOBRE LA ESTRUCTURA	19
4.1. CARGAS PERMANENTES	19
4.2. VIENTO.....	19
4.3. NIEVE	20
4.4. SISMO	20
5. ESTADOS LÍMITE	21
5.1. SITUACIONES DEL PROYECTO	21
6. CÁLCULOS	24
6.1. CÁLCULOS DE LA ESTRUCTURA SECUNDARIA	24
6.1.1. CORREAS DE FACHADA	24
6.1.2. CORREAS DE CUBIERTA	32
6.2. CÁLCULOS DE LA ESTRUCTURA PRIMARIA	40
6.3. CÁLCULO DE LA CIMENTACIÓN	160
6.3.1. ZAPATAS DE LOS PILARES EXTERNOS DE LOS PÓRTICOS TESTEROS.....	163
6.3.2. ZAPATAS DE LOS PILARES INTERMEDIOS DE LOS PÓRTICOS TESTEROS	175
6.3.3. ZAPATAS DE LOS DE LOS PILARES DE LOS PÓRTICOS INTERMEDIOS	190
6.3.4. VIGAS DE ATADO.....	229
6.4. CÁLCULO DE LAS UNIONES.....	254
6.4.1. ESPECIFICACIONES PARA UNIONES SOLDADAS.....	254

6.4.2. ESPECIFICACIONES PARA UNIONES ATORNILLADAS ...	255
6.4.3. REFERENCIAS Y SIMBOLOGÍA.....	257
6.4.4. COMPROBACIÓN DE LOS TIPOS DE UNIONES.....	260
6.4.4.1. TIPO IV	260
6.4.4.2. TIPO V	262
6.4.4.3. TIPO VI.....	264
6.4.4.4. TIPO VII.....	275
6.4.4.5. TIPO VIII.....	293
6.4.4.6. TIPO IX.....	300
6.4.4.7. TIPO X.....	305
6.4.4.8. TIPO XI.....	324
6.4.4.9. TIPO XII.....	334
6.4.4.10. TIPO XIII.....	341
6.4.4.11. TIPO XIV	351
6.4.4.12. TIPO XV	360
6.5. CÁLCULO DE LAS PLACAS DE ANCLAJE.....	369
6.5.1. COMPROBACIÓN DE LAS PLACAS DE ANCLAJE.....	370
6.4.4.1. TIPO I	370
6.5.1.2. TIPO III	375
6.5.1.3. TIPO XVI	381
6.5.1.4 TIPO XVII	386

1. OBJETO

Este documento tiene como objeto el cálculo estructural y cimentación de la nave base descrita en la memoria. Esto incluye la normativa aplicada para la realización de los cálculos y los resultados obtenidos.

2. NORMATIVA APLICADA

En el momento de calcular la estructura se ha tenido en cuenta la normativa del Código Técnico de la Edificación (CTE):

- DB – SE Seguridad Estructural:
 - DB – SE – AE Acciones en la Edificación.
 - DB – SE – C Cimientos.

También se han tenido en cuenta las instrucciones:

- Instrucción de Acero Estructural (EAE 2011)
- Instrucción de Hormigón Estructural (EHE – 08)

3. DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA ADOPTADA

La estructura calculada objeto de este proyecto es una nave industrial de estructura metálica, exenta, diáfana y cerrada. Como ya se ha explicado en la memoria, esta no dispone de elementos como puentes grúa u oficinas.

Las dimensiones de la nave son 42 metros de largo y 22 metros de ancho. La estructura se compone de 8 pórticos biempotrados con cubierta a dos aguas y pendiente del 10%. La separación entre pórticos es de 6 metros, la altura será de 8,1 metros en cumbre y 7 metros hasta el alero.

3.1. ESTRUCTURA

3.1.1. ESTRUCTURA PRIMARIA

La estructura principal está formada por pórticos biempotrados traslacionales. Todos los pórticos, tanto testeros como intermedios, a excepción de los pilares externos de los pórticos testeros formados por perfiles HEA, están constituidos por perfiles IPE. Los pórticos intermedios serán todos iguales pero distintos a los testeros los cuales serán más sencillos ya que no se prevé una ampliación posterior de la nave. Los pórticos testeros tendrán unos perfiles menores ya que cuentan con 3 pilares intermedios separados cada 5,5 metros.

La estructura contará con arriostramientos en forma de cruces de San Andrés, las cuales se colocarán en los vanos comprendidos entre el primer y segundo pórtico de la fachada delantera y trasera. Dichos arriostramientos estarán constituidos por tirantes de acero.

Todos los elementos que constituyen la estructura primaria serán de acero S275.

3.1.2. ESTRUCTURA SECUNDARIA

La estructura secundaria es aquella formada por las correas de cubierta y fachada. También forman parte de esta las tornapuntas; todas ellas tienen la función de arriostrar dónde sea necesario frente al pandeo lateral.

El uso de tornapuntas nos permite utilizar elementos de menor perfil en la estructura principal ya que estas, reducen el efecto del pandeo lateral sobre los mismos.

Para las correas, tanto para laterales como para cubierta, se ha optado por perfiles conformados en frío tipo ZF, las cuales irán fijadas rígidamente sobre los elementos que componen la estructura principal.

Las correas se calculan como vigas continuas solapándolas una longitud mínima de 1 metro, resolviendo así los empates entre perfiles. Estos se realizan siempre sobre un apoyo y se atornillan entre sí a una distancia de 80 mm del borde del solape.

Todos los elementos empleados en la estructura secundaria serán de acero S235.

3.2. CIMENTACIÓN

La cimentación de la nave será superficial, mediante zapatas aisladas de hormigón armado atadas perimetralmente mediante vigas de atado. La estructura contará con 3 tipos de zapatas: las de los pilares externos de los testeros, las de los pilares intermedios de los testeros y las de los pilares de los pórticos intermedios.

Las zapatas serán de hormigón armado HA – 25 y el acero para el armado B400S.

3.3. CERRAMIENTOS

3.3.1. FACHADA

En fachada, la parte delantera, trasera y los laterales de la nave irán recubiertos por panel sándwich de 50 milímetros de espesor cuyo peso propio es de 0,10 kN/m².

Este irá colocado verticalmente y atornillado a las correas laterales ZF 225x2,5.

3.3.2. CUBIERTA

El cerramiento de cubierta será también de panel sándwich de 50 mm de espesor con un peso propio de 0,11 kN/ m², el cual está indicado para cubiertas con pendientes superiores al 10% como es nuestro caso.

Se colocará sobre las correas de cubierta ZF 200x2,5 en la dirección transversal de la nave.

4. ACCIONES SOBRE LA ESTRUCTURA

4.1. CARGAS PERMANENTES

Las cargas permanentes que se han tenido en cuenta para la realización de los cálculos son:

- **Peso Propio de la Estructura:** 78,5 kN/m³ tal y como se expone en el Artículo 10.2 del Capítulo III de la Instrucción de Acero Estructural (EAE 2011).
- **Peso Propio de los Cerramientos de Cubierta:** 0,11 kN/m².
- **Peso Propio de los Cerramientos de Fachada:** 0,10 kN/m².
- **Sobrecarga de Uso en Cubierta:** 0,4 kN/m² este valor está recogido en el Epígrafe “3.1.1 Valores de la sobrecarga” del CTE DB – SE – AE.

En dicho epígrafe, se muestra la “*Tabla 3.1 Valores característicos de las sobrecargas de uso*”. Nuestra edificación, entra dentro de la categoría “*G Cubiertas Accesibles Únicamente para Conservación*” más concretamente, en la “*G1 Cubiertas ligeras sobre correas (sin forjado)*” a las que les corresponde un valor de carga de 0,4 kN/m².

4.2. VIENTO

Para determinar las cargas de viento, se ha tenido en cuenta el Epígrafe 3.3 del CTE DB – SE – AE. Los datos utilizados por el programa de cálculo son:

- **Zona Eólica:** C.
- **Grado de Aspereza:** Única IV Zona Urbana, Industrial o Forestal.
- **Período de servicio:** 50 años.
- **Con huecos en fachada:**
 - **Frontal:**
 - **Área:** 25 m².
 - **Altura:** 2,50 m.
 - **Trasera:**
 - **Área:** 25 m².
 - **Altura:** 2,50 m.

Las hipótesis de cálculo generadas por el programa tras la introducción de los datos son:

- 1 - V(0°) H1: Viento a 0°, presión exterior tipo 1 sin acción en el interior
- 2 - V(0°) H2: Viento a 0°, presión exterior tipo 1 Succión interior
- 3 - V(0°) H3: Viento a 0°, presión exterior tipo 2 sin acción en el interior

- 4 - V(0°) H4: Viento a 0°, presión exterior tipo 2 Succión interior
- 5 - V(90°) H1: Viento a 90°, presión exterior tipo 1 Presión interior
- 6 - V(90°) H2: Viento a 90°, presión exterior tipo 1 Succión interior
- 7 - V(180°) H1: Viento a 180°, presión exterior tipo 1 sin acción en el interior
- 8 - V(180°) H2: Viento a 180°, presión exterior tipo 1 Succión interior
- 9 - V(180°) H3: Viento a 180°, presión exterior tipo 2 sin acción en el interior
- 10 - V(180°) H4: Viento a 180°, presión exterior tipo 2 Succión interior
- 11 - V(270°) H1: Viento a 270°, presión exterior tipo 1 Presión interior
- 12 - V(270°) H2: Viento a 270°, presión exterior tipo 1 Succión interior

4.3. NIEVE

Para determinar las cargas de nieve, se ha tenido en cuenta al igual que en el apartado anterior, el CTE DB – SE – AE, pero en este caso el Epígrafe 3.5. Para el cálculo, se han empleado los datos siguientes:

- **Zona de clima invernal:** 1
- **Altitud topográfica:** 400 m
- **Exposición al viento:** Normal.
- **Descripción de la Cubierta:** Cubierta sin Resaltos.

Las hipótesis de cálculo generadas por el programa tras la introducción de los datos son:

- 1 - N(EI): Nieve (estado inicial)
- 2 - N(R) 1: Nieve (redistribución) 1
- 3 - N(R) 2: Nieve (redistribución) 2

4.4. SISMO

Según lo expuesto en el Apartado “**9. Acciones Sísmicas. Cumplimiento de la Normativa Sismorresistente**” de la Memoria del presente proyecto.

Este apartado no será de aplicación para el proyecto.

5. ESTADOS LÍMITE

E.L.U de Rotura. Hormigón en Cimentaciones	EAE Sobrecarga superficial de uso: <i>Cubiertas accesibles únicamente para mantenimiento (Categoría G)</i> . Cota de nieve: <i>Altitud inferior o igual a 1000 m.</i>
E.L.U de Rotura. Acero Laminado	EAE Cota de nieve: <i>Altitud inferior o igual a 1000 m.</i>
Tensiones Sobre el Terreno Desplazamientos	Acciones características.

5.1. SITUACIONES DE PROYECTO

Las combinaciones de acciones para las distintas situaciones del proyecto se definirán teniendo en cuenta 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:

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

Donde:

- G_k Acción permanente.
- P_k Acción de pretensado.
- Q_k Acción variable
- γ_G Coeficiente parcial de seguridad de las acciones permanentes.
- γ_P Coeficiente parcial de seguridad de la acción de pretensado.
- $\gamma_{Q,1}$ Coeficiente parcial de seguridad de la acción variable principal.
- $\gamma_{Q,i}$ Coeficiente parcial de seguridad de las acciones variables de acompañamiento.
- $\Psi_{P,1}$ Coeficiente de combinación de la acción variable principal.
- $\Psi_{a,i}$ Coeficiente de combinación de las acciones variables de acompañamiento.

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

E.L.U de Rotura. Acero Laminado: EAE 2011:

	PERSISTENTE O TRANSITORIA			
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (Ψ)	
	Favorable	Desfavorables	Principal	Acompañamiento
<i>Carga permanente (G)</i>	1.000	1.350	–	–
<i>Sobrecarga (Q)</i>	0.000	1.500	1.000	0.000
<i>Viento (Q)</i>	0.000	1.500	1.000	0.600
<i>Nieve (Q)</i>	0.000	1.500	1.000	0.500

E.L.U de Rotura. Hormigón en Cimentaciones: EHE 08 / CTE DB – SE – C:

	PERSISTENTE O TRANSITORIA			
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (Ψ)	
	Favorable	Desfavorables	Principal	Acompañamiento
<i>Carga permanente (G)</i>	1.000	1.600	–	–
<i>Sobrecarga (Q)</i>	0.000	1.500	1.000	0.000
<i>Viento (Q)</i>	0.000	1.600	1.000	0.600
<i>Nieve (Q)</i>	0.000	1.600	1.000	0.500

Tensiones sobre el Terreno:

	CARÁCTERÍSTICA			
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (Ψ)	
	Favorable	Desfavorables	Principal	Acompañamiento
<i>Carga permanente (G)</i>	1.000	1.000	–	–
<i>Sobrecarga (Q)</i>	0.000	1.000	1.000	1.000
<i>Viento (Q)</i>	0.000	1.000	1.000	1.000
<i>Nieve (Q)</i>	0.000	1.000	1.000	1.000

Desplazamientos:

	CARÁCTERÍSTICA			
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (Ψ)	
	Favorable	Desfavorables	Principal	Acompañamiento
<i>Carga permanente (G)</i>	1.000	1.000	-	-
<i>Sobrecarga (Q)</i>	0.000	1.000	1.000	1.000
<i>Viento (Q)</i>	0.000	1.000	1.000	1.000
<i>Nieve (Q)</i>	0.000	1.000	1.000	1.000

6. CÁLCULOS

6.1. CÁLCULOS DE LA ESTRUCTURA SECUNDARIA

6.1.1. CORREAS DE FACHADA

Los datos correspondientes a las correas de fachada utilizadas en la nave de este proyecto se adjuntan en la siguiente tabla:

CORREAS DE FACHADA	
Descripción de Correas	Parámetros de Cálculo
Tipo de Perfil: ZF – 225x2.5 Separación: 1,75 metros Tipo de Acero: S235	Límite de Flecha: $\frac{L}{300}$ Número de Vanos: Tres vanos Tipo de Fijación: Fijación rígida

Comprobación de la Resistencia:

COMPROBACIÓN DE LA RESISTENCIA

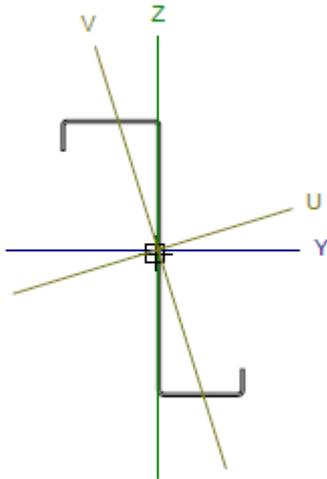
El perfil seleccionado cumple todas las comprobaciones.

Aprovechamiento: 83.36%

En la siguiente tabla se muestra el comportamiento de la correa más restrictiva de fachada que cumple con todas las exigencias requeridas:

Perfil: ZF-225x2.5

Material: S235



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas							
Inicial	Final		Área (cm ²)	$I_y^{(1)}$ (cm ⁴)	$I_z^{(1)}$ (cm ⁴)	$I_{yz}^{(4)}$ (cm ⁴)	$I_t^{(2)}$ (cm ⁴)	$y_g^{(3)}$ (mm)	$z_g^{(3)}$ (mm)	$\alpha^{(5)}$ (grados)
0.000, 42.000, 0.875	0.000, 36.000, 0.875	6.000	10.14	768.21	118.47	-220.27	0.21	2.17	3.40	17.1

Notas:

(1) Inercia respecto al eje indicado

(2) Momento de inercia a torsión uniforme

(3) Coordenadas del centro de gravedad

(4) Producto de inercia

(5) Es el ángulo que forma el eje principal de inercia U respecto al eje Y, positivo en sentido antihorario.

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala superior	Ala inferior
β	0.00	1.00	0.00	0.00
L_k	0.000	6.000	0.000	0.000
C_1	-		1.000	

Notación:

β : Coeficiente de pandeo

L_k : Longitud de pandeo (m)

C_1 : Factor de modificación para el momento crítico

A continuación, se muestran todas las comprobaciones a las que se ha sometido la peor correa de fachada:

ANEJO I – CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA
ELIZABETH MARINA REY GARCÍA

Barra	COMPROBACIONES (EAE 2011)													Estado
	$\frac{b}{t}$	$\bar{\lambda}$	N_t	N_c	M_y	M_z	$M_y M_z$	V_y	V_z	$N_t M_y M_z$	$N_c M_y M_z$	$N M_y M_z V_y V_z$	$M_t N M_y M_z V_y V_z$	
Pésima en lateral	$\frac{b}{t} \leq \left(\frac{b}{t}\right)_{Máx}$ Cumple	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	x: 6 m $\eta = 83.4$	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	x: 6 m $\eta = 21.0$	N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	N.P. ⁽¹⁰⁾	CUMPLE $\eta = 83.4$

Notación:

$\frac{b}{t}$: Relación anchura / espesor

$\bar{\lambda}$: 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

$M_y M_z$: Resistencia a flexión biaxial

V_y : Resistencia a corte Y

V_z : Resistencia a corte Z

$N_t M_y M_z$: Resistencia a tracción y flexión

$N_c M_y M_z$: Resistencia a compresión y flexión

$N M_y M_z V_y V_z$: Resistencia a cortante, axil y flexión

$M_t N M_y M_z V_y V_z$: Resistencia a torsión combinada con axil, flexión y cortante

x: Distancia al origen de la barra

h: Coeficiente de aprovechamiento (%)

N.P.: No procede

Comprobaciones que no proceden (N.P.):

⁽¹⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión ni de tracción.

⁽²⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

⁽³⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.

⁽⁴⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

⁽⁵⁾ La comprobación no procede, ya que no hay flexión biaxial para ninguna combinación.

⁽⁶⁾ La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

⁽⁷⁾ No hay interacción entre axil de tracción y momento flector para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

⁽⁸⁾ No hay interacción entre axil de compresión y momento flector para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

⁽⁹⁾ No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

⁽¹⁰⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Relación anchura / espesor

(EAE 2011, Artículo 73.6)

Se debe satisfacer:

$$h/t \leq 500$$

$$h/t: \underline{90.0} \checkmark$$

$$b_1/t \leq 60$$

$$b_1/t: \underline{32.0} \checkmark$$

$$c_1/t \leq 50$$

$$c_1/t: \underline{10.0} \checkmark$$

$$b_2/t \leq 60$$

$$b_2/t: \underline{28.0} \checkmark$$

$$c_2/t \leq 50$$

$$c_2/t: \underline{8.8} \checkmark$$

Los rigidizadores proporcionan suficiente rigidez, ya que se cumple:

$$0.2 \leq c_1/b_1 \leq 0.6$$

$$c_1/b_1: \underline{0.313}$$

$$0.2 \leq c_2/b_2 \leq 0.6$$

$$b_1/t: \underline{0.314}$$

Donde:

h: Altura del alma.

$$h: \underline{225.00} \text{ mm}$$

b₁: Ancho del ala superior.

$$b_1: \underline{80.00} \text{ mm}$$

c₁: Altura del rigidizador del ala superior.

$$c_1: \underline{25.00} \text{ mm}$$

b₂: Ancho del ala inferior.

$$b_2: \underline{70.00} \text{ mm}$$

c₂: Altura del rigidizador del ala inferior.

$$c_2: \underline{22.00} \text{ mm}$$

t: Espesor.

$$t: \underline{2.50} \text{ mm}$$

Resistencia a tracción

(EAE 2011, Artículo 34.2)

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

Resistencia a compresión

(EAE 2011, Artículo 34.3)

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

Resistencia a flexión. Eje Y

(EAE 2011, Artículo 34.4)

Se debe satisfacer:

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

$$\eta: \underline{0.834} \checkmark$$

Para flexión positiva:

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

$$M_{y,Ed}^+: \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo 0.000, 36.000, 0.875, para la combinación de acciones $1.35 \cdot G1 + 1.35 \cdot G2 + 1.50 \cdot V(0^\circ) H2$.

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

$M_{y,Ed}$: 12.17 kN·m

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

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

$M_{c,Rd}^+$: 14.73 kN·m

$M_{c,Rd}$: 14.59 kN·m

Donde:

W_{eff} : Módulo resistente eficaz correspondiente a la fibra de mayor tensión.

W_{eff}^+ : 65.80 cm³

W_{eff} : 65.21 cm³

f_{yb} : Límite elástico del material base. (EAE 2011, Artículo 73.2)

f_{yb} : 235.00 MPa

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

γ_{M0} : 1.05

Resistencia a pandeo lateral del ala superior:

(EAE 2011, Artículo 73.11.3)

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

Resistencia a pandeo lateral del ala inferior:

(EAE 2011, Artículo 73.11.3)

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

Resistencia a flexión. Eje Z

(EAE 2011, Artículo 34.4)

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

Resistencia a flexión biaxial

(EAE 2011, Criterio CYPE, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993 – 1 – 3: 2006)

La comprobación no procede, ya que no hay flexión biaxial para ninguna combinación.

Resistencia a corte Y

(EAE 2011, Artículo 73.10)

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

Resistencia a corte Z

(EAE 2011, Artículo 73.10)

Se debe satisfacer:

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

η : 0.210 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo 0.000, 36.000, 0.875, para la combinación de acciones $1.35 \cdot G1 + 1.35 \cdot G2 + 1.50 \cdot V(0^\circ) H2$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 12.17 kN

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

$$V_{b,Rd} = \frac{\frac{h_w}{\sin \phi} \cdot t \cdot f_{bv}}{\gamma_{M0}} \quad V_{b,Rd}: \underline{58.01} \text{ kN}$$

Donde:

h_w : Altura del alma. h_w : 220.30 mm

t: Espesor. t: 2.50 mm

ϕ : Ángulo que forma el alma con la horizontal. ϕ : 90.0 grados

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

$$0.83 < \bar{\lambda}_w < 1.40 \rightarrow f_{bv} = 0.48 \cdot f_{yb} / \bar{\lambda}_w \quad f_{bv}: \underline{110.59} \text{ MPa}$$

Siendo:

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

$$\bar{\lambda}_w = 0.346 \cdot \frac{h_w}{t} \cdot \sqrt{\frac{f_{yb}}{E}} \quad \bar{\lambda}_w: \underline{1.02}$$

Donde:

f_{yb} : Límite elástico del material base. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_{yb} : 235.00 MPa

E: Módulo de elasticidad. E: 210000.00 MPa

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.05

Resistencia a tracción y flexión

(EAE 2011, Criterio CYPE, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993 – 1 – 3: 2006)

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

Resistencia a compresión y flexión

(EAE 2011, Criterio CYPE, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993 – 1 – 3: 2006)

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

Resistencia a cortante, axil y flexión

(EAE 2011, Artículo 34.7.3)

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

Resistencia a torsión combinada con axil, flexión y cortante

(EAE 2011, Artículo 73.11.1)

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

Comprobación de Flecha:

COMPROBACIÓN DE FLECHA

El perfil seleccionado cumple todas las comprobaciones.

Aprovechamiento:

Flecha: 66.39%

Las coordenadas de la correa de fachada con peor flecha son:

- Coordenadas del nudo inicial: 0.000, 42.000, 0.875
- Coordenadas del nudo final: 0.000, 36.000, 0.875

El aprovechamiento pésimo se produce para la combinación de hipótesis $1.00 \cdot G1 + 1.00 \cdot G2 + 1.00 \cdot V(90^\circ)$ H1 a una distancia 3.000 m del origen en el primer vano de la correa:

- $I_y = 768 \text{ cm}^4$
- $I_z = 118 \text{ cm}^4$

Medición de Correas de Fachada:

MEDICIÓN DE CORREAS

Tipo de Correas	Nº de Correas	Peso Lineal Kg/m	Peso Superficial kN/m ²
<i>Correas de Fachada</i>	10	79.56	0.04

6.1.2. CORREAS DE CUBIERTA

Los datos correspondientes a las correas de cubierta utilizadas en la nave de este proyecto se adjuntan en la siguiente tabla:

CORREAS DE CUBIERTA	
Descripción de Correas	Parámetros de Cálculo
Tipo de Perfil: ZF – 200x2.5 Separación: 1,75 metros Tipo de Acero: S235	Límite de Flecha: $\frac{L}{300}$ Número de Vanos: Tres vanos Tipo de Fijación: Fijación rígida

Comprobación de la Resistencia:

COMPROBACIÓN DE LA RESISTENCIA

El perfil seleccionado cumple todas las comprobaciones.

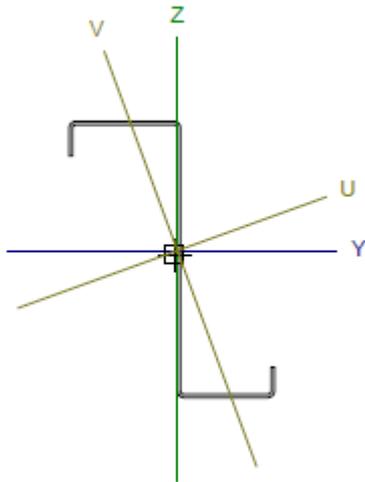
Aprovechamiento: 86.05%

En la siguiente tabla se muestra el comportamiento de la correa más restrictiva de cubierta que cumple con todas las exigencias requeridas:

Perfil: ZF-200x2.5

Material: S235

Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas								
Inicial	Final		Área (cm ²)	$I_y^{(1)}$ (cm ⁴)	$I_z^{(1)}$ (cm ⁴)	$I_{yz}^{(4)}$ (cm ⁴)	$I_t^{(2)}$ (cm ⁴)	$y_g^{(3)}$ (mm)	$z_g^{(3)}$ (mm)	$\alpha^{(5)}$ (grados)	
0.871, 30.000, 7.087	0.871, 24.000, 7.087	6.000	9.51	582.52	118.42	-194.45	0.20	1.98	3.20	20.0	
<p>Notas:</p> <p>(1) Inercia respecto al eje indicado</p> <p>(2) Momento de inercia a torsión uniforme</p> <p>(3) Coordenadas del centro de gravedad</p> <p>(4) Producto de inercia</p> <p>(5) Es el ángulo que forma el eje principal de inercia U respecto al eje Y, positivo en sentido antihorario.</p>											
	Pandeo		Pandeo lateral								
	Plano XY	Plano XZ	Ala superior		Ala inferior						
β	0.00	1.00	0.00		0.00						
L_k	0.000	6.000	0.000		0.000						
C_1	-		1.000								



Las comprobaciones a las que se ha sometido la peor correa de cubierta se muestran en la tabla siguiente:

ANEJO I – CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA
ELIZABETH MARINA REY GARCÍA

Barra	COMPROBACIONES (EAE 2011)														Estado
	$\frac{b}{t}$	$\bar{\lambda}$	N_t	N_c	M_y	M_z	$M_y M_z$	V_y	V_z	$N_t M_y M_z$	$N_c M_y M_z$	$N M_y M_z V_y V_z$	$M_t N M_y M_z V_y V_z$		
Pésima en lateral	$\frac{b}{t} \leq \left(\frac{b}{t}\right)_{Máx}$ Cumple	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	x: 6 m $\eta = 86.0$	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	x: 6 m $\eta = 18.6$	N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	N.P. ⁽¹⁰⁾	CUMPLE $\eta = 86.0$	

Notación:

$\frac{b}{t}$: Relación anchura / espesor

$\bar{\lambda}$: 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

$M_y M_z$: Resistencia a flexión biaxial

V_y : Resistencia a corte Y

V_z : Resistencia a corte Z

$N_t M_y M_z$: Resistencia a tracción y flexión

$N_c M_y M_z$: Resistencia a compresión y flexión

$N M_y M_z V_y V_z$: Resistencia a cortante, axil y flexión

$M_t N M_y M_z V_y V_z$: Resistencia a torsión combinada con axil, flexión y cortante

x: Distancia al origen de la barra

h: Coeficiente de aprovechamiento (%)

N.P.: No procede

Comprobaciones que no proceden (N.P.):

⁽¹⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión ni de tracción.

⁽²⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

⁽³⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.

⁽⁴⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

⁽⁵⁾ La comprobación no procede, ya que no hay flexión biaxial para ninguna combinación.

⁽⁶⁾ La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

⁽⁷⁾ No hay interacción entre axil de tracción y momento flector para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

⁽⁸⁾ No hay interacción entre axil de compresión y momento flector para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

⁽⁹⁾ No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

⁽¹⁰⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Relación anchura / espesor

(EAE 2011, Artículo 73.6)

Se debe satisfacer:

$$h/t \leq 500$$

$$h/t: \underline{80.0} \checkmark$$

$b_1/t \leq 60$	$b_1/t: \underline{32.0}$ ✓
$c_1/t \leq 50$	$c_1/t: \underline{10.0}$ ✓
$b_2/t \leq 60$	$b_2/t: \underline{28.0}$ ✓
$c_2/t \leq 50$	$c_2/t: \underline{8.8}$ ✓

Los rigidizadores proporcionan suficiente rigidez, ya que se cumple:

$0.2 \leq c_1/b_1 \leq 0.6$	$c_1/b_1: \underline{0.313}$
$0.2 \leq c_2/b_2 \leq 0.6$	$b_1/t: \underline{0.314}$

Donde:

h: Altura del alma.	h: <u>200.00</u> mm
b₁: Ancho del ala superior.	b₁: <u>80.00</u> mm
c₁: Altura del rigidizador del ala superior.	c₁: <u>25.00</u> mm
b₂: Ancho del ala inferior.	b₂: <u>70.00</u> mm
c₂: Altura del rigidizador del ala inferior.	c₂: <u>22.00</u> mm
t: Espesor.	t: <u>2.50</u> mm

Resistencia a tracción

((EAE 2011, Artículo 34.2)

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

Resistencia a compresión

((EAE 2011, Artículo 34.3)

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

Resistencia a flexión. Eje Y

((EAE 2011, Artículo 34.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1 \quad \eta: \underline{0.860} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

M_{y,Ed}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo.	M_{y,Ed}⁺: <u>0.00</u> kN·m
---	---

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo 0.000, 36.000, 0.875, para la combinación de acciones $1.35 \cdot G1 + 1.35 \cdot G2 + 1.50 \cdot V(0^\circ) H2$.

$M_{y,Ed}$: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. $M_{y,Ed}$: 10.76 kN·m

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

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

$M_{c,Rd}^+$: 12.56 kN·m

$M_{c,Rd}^-$: 12.51 kN·m

Donde:

W_{eff} : Módulo resistente eficaz correspondiente a la fibra de mayor tensión.

W_{eff}^+ : 56.14 cm³

W_{eff}^- : 55.90 cm³

f_{yb} : Límite elástico del material base. (EAE 2011, Artículo 73.2)

f_{yb} : 235.00 MPa

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

γ_{M0} : 1.05

Resistencia a pandeo lateral del ala superior:

(EAE 2011, Artículo 73.11.13)

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

Resistencia a pandeo lateral del ala inferior:

(EAE 2011, Artículo 73.11.13)

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

Resistencia a flexión. Eje Z

(EAE 2011, Artículo 34.4)

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

Resistencia a flexión biaxial

(EAE 2011, Criterio CYPE, basado en Eurocódigo 3 EN 1993 – 1 – 3: 2006)

La comprobación no procede, ya que no hay flexión biaxial para ninguna combinación.

Resistencia a corte Y

(EAE 2011, Artículo 73.10)

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

Resistencia a corte Z

(EAE 2011, Artículo 73.10)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{b,Rd}} \leq 1 \quad \eta: \underline{0.186} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo 0.871, 30.000, 7.087, para la combinación de acciones $1.35 \cdot G1 + 1.35 \cdot G2 + 1.50 \cdot N(EI) + 0.90 \cdot V(0^\circ)$ H4.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 10.76 kN

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

$$V_{b,Rd} = \frac{\frac{h_w}{\sin \phi} \cdot t \cdot f_{bv}}{\gamma_{M0}} \quad V_{b,Rd}: \underline{58.01} \text{ kN}$$

Donde:

h_w : Altura del alma. h_w : 195.30 mm

t: Espesor. t: 2.50 mm

ϕ : Ángulo que forma el alma con la horizontal. ϕ : 90.0 grados

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

$$0.83 < \bar{\lambda}_w < 1.40 \rightarrow f_{bv} = 0.48 \cdot f_{yb} / \bar{\lambda}_w \quad f_{bv}: \underline{124.75} \text{ MPa}$$

Siendo:

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

$$\bar{\lambda}_w = 0.346 \cdot \frac{h_w}{t} \cdot \sqrt{\frac{f_{yb}}{E}} \quad \bar{\lambda}_w: \underline{0.90}$$

Donde:

f_{yb} : Límite elástico del material base. (EAE 2011, Artículo 73.2) f_{yb} : 235.00 MPa

E: Módulo de elasticidad. E: 210000.00 MPa

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.05

Resistencia a tracción y flexión

(EAE 2011, Criterio de CYPE, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993 – 1 – 3: 2006)

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

Resistencia a compresión y flexión

(EAE 2011, Criterio de CYPE, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993 – 1 – 3: 2006)

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

Resistencia a cortante, axil y flexión

(EAE 2011, 34.7.3)

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

Resistencia a torsión combinada con axil, flexión y cortante

(EAE 2011, Artículo 73.11.1)

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

Comprobación de Flecha:

COMPROBACIÓN DE FLECHA

El perfil seleccionado cumple todas las comprobaciones.

Aprovechamiento:

Flecha: 89.57%

Las coordenadas de la correa de fachada con peor flecha son:

- Coordenadas del nudo inicial: 0.871, 42.000, 7.087
- Coordenadas del nudo final: 0.871, 36.000, 7.087

El aprovechamiento pésimo se produce para la combinación de hipótesis $1.00 \cdot G1 + 1.00 \cdot G2 + 1.00 \cdot N(EI) + 1.00 \cdot V(0^\circ)$ H4 a una distancia 3.000 m del origen en el primer vano de la correa:

- $I_y = 583 \text{ cm}^4$
- $I_z = 118 \text{ cm}^4$

Medición de Correas de Cubierta:

MEDICIÓN DE CORREAS

Tipo de Correas	Nº de Correas	Peso Lineal Kg/m	Peso Superficial kN/m ²
<i>Correas de Cubierta</i>	14	104.52	0.05

6.2. CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA PRIMARIA

Para la estructura primaria se ha utilizado acero S275, sus propiedades son las siguientes:

MATERIALES UTILIZADOS

Material		E (MPa)	ν	G (MPa)	f_y (MPa)	α_t (m/m°C)	γ (kN/m ³)
Tipo	Designación						
Acero laminado	S275 (EAE)	210000.00	0.300	81000.00	275.00	0.000012	77.01

Notación:

E: Módulo de elasticidad

n: Módulo de Poisson

G: Módulo de cortadura

f_y : Límite elástico

α_t : Coeficiente de dilatación

γ : Peso específico

Antes de mostrar las características mecánicas de los elementos conviene definir las referencias de cada uno de ellos. Esto se lleva a cabo a través de la tabla de *Tipos de Piezas* que se muestra a continuación:

TIPOS DE PIEZAS

Ref.	Piezas
1	N1/N2, N3/N4, N36/N37 y N38/N39
2	N6/N7, N8/N9, N11/N12, N13/N14, N16/N17, N18/N19, N21/N22, N23/N24, N26/N27, N28/N29, N31/N32 y N33/N34
3	N7/N10, N9/N10, N12/N15, N14/N15, N17/N20, N19/N20, N22/N25, N24/N25, N27/N30, N29/N30, N32/N35 y N34/N35
4	N2/N7, N7/N12, N12/N17, N17/N22, N22/N27, N27/N32, N32/N37, N5/N10, N35/N40, N51/N50, N52/N49, N45/N53, N44/N54, N34/N39, N29/N34, N24/N29, N19/N24, N14/N19, N9/N14 y N4/N9
5	N41/N5, N43/N44, N42/N45, N46/N49, N47/N40 y N48/N50
6	N1/N7, N31/N37, N36/N32, N6/N2, N38/N34, N33/N39, N8/N4 y N3/N9
7	N34/N50, N50/N35, N49/N35, N32/N49, N39/N51, N51/N40, N52/N40, N37/N52, N2/N53, N53/N5, N54/N5, N4/N54, N9/N44, N44/N10, N45/N10 y N7/N45
8	N37/N40, N39/N40, N2/N5 y N4/N5

CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS

Material		Ref	Descripción	A (cm ²)	A _{vy} (cm ²)	A _{vz} (cm ²)	I _{yy} (cm ⁴)	I _{zz} (cm ⁴)	I _t (cm ⁴)
Tipo	Designación								
Acero laminado	S275 (EAE)	1	HE 240 A, (HEA)	76.80	43.20	13.91	7763.00	2769.00	42.14
		2	IPE 450, (IPE)	98.80	41.61	35.60	33740.00	1676.00	66.75
		3	IPE 400, Simple con cartelas, (IPE) Cartela inicial inferior: 2.30 m. Cartela final inferior: 3.30 m.	84.50	36.45	28.87	23130.00	1318.00	51.28
		4	HE 140 A, (HEA)	31.40	17.85	5.74	1033.00	389.30	8.10
		5	IPE 200, (IPE)	28.50	12.75	9.22	1943.00	142.00	6.92
		6	R 16, (R)	2.01	1.81	1.81	0.32	0.32	0.64
		7	R 17, (R)	2.27	2.04	2.04	0.41	0.41	0.82
		8	IPE 240, (IPE)	39.10	17.64	12.30	3892.00	284.00	12.95

Notación:

Ref.: Referencia

A: Área de la sección transversal

A_{vy}: Área de cortante de la sección según el eje local 'Y'

A_{vz}: Área de cortante de la sección según el eje local 'Z'

I_{yy}: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Y'

I_{zz}: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Z'

I_t: Inercia a torsión

Las características mecánicas de las piezas corresponden a la sección en el punto medio de las mismas.

Una vez conocidos los perfiles de las barras se puede determinar longitud, peso y volumen de las mismas, así como el total de la estructura. Esto se puede observar con detalle en la tabla *Resumen de Medición* que se incluye a continuación:

RESUMEN DE MEDICIÓN

Material		Serie	Perfil	Longitud		Volumen		Peso	
Tipo	Designación			Perfil (m)	Total (m)	Perfil (m³)	Total (m³)	Perfil (kg)	Total (kg)
Acero laminado	S275 (EAE)	HEA	HE 240 A	28.000	659.562	0.215	3.640	1688.06	24832.29
			HE 140 A	120.000		0.377		2957.88	
		IPE	IPE 450	84.000		0.830		6514.87	
			IPE 400, Simple con cartelas	132.658		1.869		10927.16	
			IPE 200	46.400		0.132		1038.08	
			IPE 240	44.219		0.173		1357.25	
			R	R 16		73.756		0.015	
		R 17		130.528		0.030		232.57	

Una vez expuestos los tipos de perfiles y las características de las barras empleadas en la estructura, se realizan ahora las comprobaciones de resistencia de cada una de las barras.

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

Origen de los esfuerzos pésimos:

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

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

COMPROBACIÓN DE RESISTENCIA

Barra	η (%)	Posición (m)	Esfuerzos pésimos						Origen	Estado
			N (kN)	Vy (kN)	Vz (kN)	Mt (kN·m)	My (kN·m)	Mz (kN·m)		
N1/N2	39.79	0.000	-21.281	-18.052	16.131	0.00	39.66	-25.92	GV	CUMPLE
N3/N4	35.87	0.000	-21.280	-18.052	-16.133	0.00	-39.66	-25.92	GV	CUMPLE

COMPROBACIÓN DE RESISTENCIA

Barra	η (%)	Posición (m)	Esfuerzos pésimos						Origen	Estado
			N (kN)	Vy (kN)	Vz (kN)	Mt (kN·m)	My (kN·m)	Mz (kN·m)		
N6/N7	65.63	6.421	-121.433	-0.014	-80.654	-0.01	275.26	0.05	GV	CUMPLE
N8/N9	69.01	6.421	-109.361	-0.009	89.113	0.01	-292.60	0.05	GV	CUMPLE
N7/N53	40.12	0.227	-103.998	0.022	-100.245	0.05	-280.29	-0.03	GV	CUMPLE
N53/N10	59.45	2.228	-90.568	-0.123	-24.835	0.05	187.17	0.14	GV	CUMPLE
N9/N54	43.51	0.227	-106.233	0.008	-87.895	-0.05	-303.99	0.02	GV	CUMPLE
N54/N10	49.09	2.228	-80.598	0.152	-19.131	-0.05	154.55	0.10	GV	CUMPLE
N11/N12	65.00	6.421	-120.690	-0.001	-80.767	0.00	272.86	0.00	GV	CUMPLE
N13/N14	67.32	6.421	-107.561	0.001	86.524	0.00	-285.51	0.00	GV	CUMPLE
N12/N15	57.69	7.756	-89.281	0.000	-24.744	0.00	183.59	0.00	GV	CUMPLE
N14/N15	47.90	7.756	-68.576	0.000	-19.713	0.00	153.99	0.00	GV	CUMPLE
N16/N17	65.00	6.421	-120.690	0.000	-80.767	0.00	272.86	0.00	GV	CUMPLE
N18/N19	67.32	6.421	-107.561	0.000	86.524	0.00	-285.51	0.00	GV	CUMPLE
N17/N20	57.69	7.756	-89.281	0.000	-24.744	0.00	183.59	0.00	GV	CUMPLE
N19/N20	47.90	7.756	-68.576	0.000	-19.713	0.00	153.99	0.00	GV	CUMPLE
N21/N22	65.00	6.421	-120.690	0.000	-80.767	0.00	272.86	0.00	GV	CUMPLE
N23/N24	67.32	6.421	-107.561	0.000	86.524	0.00	-285.51	0.00	GV	CUMPLE
N22/N25	57.69	7.756	-89.281	0.000	-24.744	0.00	183.59	0.00	GV	CUMPLE
N24/N25	47.90	7.756	-68.576	0.000	-19.713	0.00	153.99	0.00	GV	CUMPLE
N26/N27	65.00	6.421	-120.690	0.001	-80.767	0.00	272.86	0.00	GV	CUMPLE
N28/N29	67.32	6.421	-107.561	-0.001	86.524	0.00	-285.51	0.00	GV	CUMPLE
N27/N30	57.69	7.756	-89.281	0.000	-24.744	0.00	183.59	0.00	GV	CUMPLE
N29/N30	47.90	7.756	-68.576	0.000	-19.713	0.00	153.99	0.00	GV	CUMPLE
N31/N32	65.63	6.421	-121.433	0.014	-80.654	0.01	275.26	-0.05	GV	CUMPLE
N33/N34	69.01	6.421	-109.361	0.009	89.113	-0.01	-292.60	-0.05	GV	CUMPLE
N32/N52	40.12	0.227	-103.998	-0.022	-100.245	-0.05	-280.29	0.03	GV	CUMPLE
N52/N35	59.45	2.228	-90.568	0.123	-24.835	-0.05	187.17	-0.14	GV	CUMPLE
N34/N51	43.51	0.227	-106.233	-0.008	-87.895	0.05	-303.99	-0.02	GV	CUMPLE

COMPROBACIÓN DE RESISTENCIA

Barra	η (%)	Posición (m)	Esfuerzos pésimos						Origen	Estado
			N (kN)	Vy (kN)	Vz (kN)	Mt (kN·m)	My (kN·m)	Mz (kN·m)		
N51/N35	49.09	2.228	-80.598	-0.152	-19.131	0.05	154.55	-0.10	GV	CUMPLE
N36/N37	39.79	0.000	-21.281	18.052	16.131	0.00	39.66	25.92	GV	CUMPLE
N38/N39	35.87	0.000	-21.280	18.052	-16.133	0.00	-39.66	25.92	GV	CUMPLE
N2/N7	29.15	3.000	-45.904	0.000	0.000	0.00	1.47	0.00	GV	CUMPLE
N7/N12	14.27	3.000	-21.198	0.000	0.000	0.00	1.47	0.00	GV	CUMPLE
N12/N17	14.04	3.000	-20.813	0.000	0.000	0.00	1.47	0.00	GV	CUMPLE
N17/N22	13.81	3.000	-20.434	0.000	0.000	0.00	1.47	0.00	GV	CUMPLE
N22/N27	14.04	3.000	-20.813	0.000	0.000	0.00	1.47	0.00	GV	CUMPLE
N27/N32	14.27	3.000	-21.198	0.000	0.000	0.00	1.47	0.00	GV	CUMPLE
N32/N37	29.15	3.000	-45.904	0.000	0.000	0.00	1.47	0.00	GV	CUMPLE
N5/N10	13.66	3.050	-20.268	0.000	0.000	0.00	1.42	0.00	GV	CUMPLE
N35/N40	13.66	2.950	-20.268	0.000	0.000	0.00	1.42	0.00	GV	CUMPLE
N41/N5	94.23	4.050	12.777	0.000	0.041	0.00	53.55	0.00	GV	CUMPLE
N43/N44	79.82	3.715	-23.791	0.000	-0.014	0.00	-42.67	0.00	GV	CUMPLE
N42/N45	79.82	3.715	-23.790	0.000	-0.014	0.00	-42.67	0.00	GV	CUMPLE
N46/N49	79.82	3.715	-23.790	0.000	0.014	0.00	42.67	0.00	GV	CUMPLE
N47/N40	94.23	4.050	12.777	0.000	-0.041	0.00	-53.55	0.00	GV	CUMPLE
N48/N50	79.82	3.715	-23.791	0.000	0.014	0.00	42.67	0.00	GV	CUMPLE
N51/N50	25.46	3.000	-38.698	0.000	0.000	0.00	1.46	-0.15	GV	CUMPLE
N52/N49	25.46	3.000	-38.697	0.000	0.000	0.00	1.46	0.15	GV	CUMPLE
N45/N53	25.46	3.000	-38.697	0.000	0.000	0.00	1.46	0.15	GV	CUMPLE
N44/N54	25.46	3.000	-38.698	0.000	0.000	0.00	1.46	-0.15	GV	CUMPLE
N1/N7	71.84	0.000	37.830	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	GV	CUMPLE
N31/N37	70.74	0.000	37.253	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	GV	CUMPLE
N36/N32	71.84	0.000	37.830	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	GV	CUMPLE
N6/N2	70.74	0.000	37.253	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	GV	CUMPLE
N38/N34	71.84	0.000	37.830	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	GV	CUMPLE

COMPROBACIÓN DE RESISTENCIA

Barra	η (%)	Posición (m)	Esfuerzos pésimos						Origen	Estado
			N (kN)	Vy (kN)	Vz (kN)	Mt (kN·m)	My (kN·m)	Mz (kN·m)		
N34/N50	79.51	0.000	47.267	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	GV	CUMPLE
N50/N35	23.88	0.000	14.197	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	GV	CUMPLE
N49/N35	23.88	0.000	14.196	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	GV	CUMPLE
N32/N49	79.51	0.000	47.268	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	GV	CUMPLE
N33/N39	70.74	0.000	37.253	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	GV	CUMPLE
N39/N51	87.61	0.000	52.082	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	GV	CUMPLE
N51/N40	21.46	0.000	12.755	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	GV	CUMPLE
N52/N40	21.46	0.000	12.755	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	GV	CUMPLE
N37/N52	87.61	0.000	52.081	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	GV	CUMPLE
N2/N53	87.61	0.000	52.081	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	GV	CUMPLE
N53/N5	21.46	0.000	12.755	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	GV	CUMPLE
N54/N5	21.46	0.000	12.755	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	GV	CUMPLE
N4/N54	87.61	0.000	52.082	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	GV	CUMPLE
N8/N4	70.74	0.000	37.253	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	GV	CUMPLE
N3/N9	71.84	0.000	37.830	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	GV	CUMPLE
N9/N44	79.51	0.000	47.267	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	GV	CUMPLE
N44/N10	23.88	0.000	14.197	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	GV	CUMPLE
N45/N10	23.88	0.000	14.196	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	GV	CUMPLE
N7/N45	79.51	0.000	47.268	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	GV	CUMPLE
N34/N39	29.15	3.000	-45.904	0.000	0.000	0.00	1.47	0.00	GV	CUMPLE
N29/N34	14.27	3.000	-21.199	0.000	0.000	0.00	1.47	0.00	GV	CUMPLE
N24/N29	14.04	3.000	-20.814	0.000	0.000	0.00	1.47	0.00	GV	CUMPLE
N19/N24	13.81	3.000	-20.435	0.000	0.000	0.00	1.47	0.00	GV	CUMPLE
N14/N19	14.04	3.000	-20.814	0.000	0.000	0.00	1.47	0.00	GV	CUMPLE
N9/N14	14.27	3.000	-21.199	0.000	0.000	0.00	1.47	0.00	GV	CUMPLE
N4/N9	29.15	3.000	-45.904	0.000	0.000	0.00	1.47	0.00	GV	CUMPLE
N37/N49	88.12	0.116	-23.386	-0.010	7.380	1.76	7.39	-0.18	GV	CUMPLE

COMPROBACIÓN DE RESISTENCIA

Barra	η (%)	Posición (m)	Esfuerzos pésimos						Origen	Estado
			N (kN)	Vy (kN)	Vz (kN)	Mt (kN·m)	My (kN·m)	Mz (kN·m)		
N49/N40	63.76	5.476	47.282	-2.164	-8.494	0.99	5.95	10.25	GV	CUMPLE
N39/N50	88.12	0.116	-23.386	0.010	7.379	-1.76	7.39	0.18	GV	CUMPLE
N50/N40	63.76	5.476	47.280	2.164	-8.494	-0.99	5.95	-10.25	GV	CUMPLE
N2/N45	88.12	0.116	-23.386	0.010	7.380	-1.76	7.39	0.18	GV	CUMPLE
N45/N5	63.76	5.476	47.282	2.164	-8.494	-0.99	5.95	-10.25	GV	CUMPLE
N4/N44	88.12	0.116	-23.386	-0.010	7.379	1.76	7.39	-0.18	GV	CUMPLE
N44/N5	63.76	5.476	47.280	-2.164	-8.494	0.99	5.95	10.25	GV	CUMPLE

Notación:

$\bar{\lambda}$: Limitación de esbeltez

λ_w : Abolladura del alma inducida por el ala comprimida

N_t : Resistencia a tracción

N_c : Resistencia a compresión

M_y : Resistencia a flexión eje Y

M_z : Resistencia a flexión eje Z

Es necesario comprobar ahora las exigencias de la norma EAE 2011. Para ello, se recogen las dos tablas siguientes dónde se muestran las comprobaciones de todas las barras que componen la estructura. La primera hace referencia a dinteles, pilares y barras longitudinales mientras que la segunda se centra en las cruces de San Andrés.

Barras	COMPROBACIONES (Dinteles, Pilares y Barras Longitudinales) EAE 2011														Estado	
	$\bar{\lambda}$	λ_w	N_t	N_c	M_y	M_z	V_z	V_y	$M_y V_z$	$M_z V_y$	$N M_y M_z$	$N M_z M_y V_y$	M_t	$M V_z$		$M V_y$
N1/N2	$\bar{\lambda} < 3.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 6.889 m $\eta = 0.8$	x: 0 m $\eta = 2.1$	x: 0 m $\eta = 28.1$	x: 0 m $\eta = 28.1$	x: 0 m $\eta = 7.3$	x: 0 m $\eta = 1.9$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 39.8$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.1$	x: 0 m $\eta = 7.3$	x: 0 m $\eta = 1.9$	CUMPLE $\eta = 39.8$
N3/N4	$\bar{\lambda} < 3.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 6.889 m $\eta = 0.8$	x: 0 m $\eta = 2.1$	x: 0 m $\eta = 24.1$	x: 0 m $\eta = 28.1$	x: 0 m $\eta = 6.6$	x: 0 m $\eta = 1.9$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 35.9$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.2$	x: 0 m $\eta = 6.6$	x: 0 m $\eta = 1.9$	CUMPLE $\eta = 35.9$
N6/N7	$\bar{\lambda} < 3.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 6.42 m $\eta = 2.9$	x: 0 m $\eta = 5.5$	x: 6.421 m $\eta = 61.8$	x: 0 m $\eta = 3.8$	x: 6.421 m $\eta = 10.5$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 6.421 m $\eta = 65.6$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.4$	x: 6.421 m $\eta = 10.5$	$\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 65.6$
N8/N9	$\bar{\lambda} < 3.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 6.42 m $\eta = 2.9$	x: 0 m $\eta = 5.0$	x: 6.421 m $\eta = 65.6$	x: 0 m $\eta = 3.8$	x: 6.421 m $\eta = 11.6$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 6.421 m $\eta = 69.0$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.4$	x: 6.421 m $\eta = 11.6$	$\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 69.0$
N7/N53	x: 0.371 m $\bar{\lambda} < 3.0$ Cumple	x: 0.801 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 2.526 m $\eta = 4.2$	x: 2.526 m $\eta = 4.5$	x: 0.227 m $\eta = 40.1$	x: 5.527 m $\eta = 2.0$	x: 2.383 m $\eta = 13.5$	x: 2.526 m $\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 5.527 m $\eta = 37.6$	$\eta < 0.1$	x: 2.526 m $\eta = 1.3$	x: 2.383 m $\eta = 13.5$	x: 2.526 m $\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 40.1$

ANEJO I – CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA
ELIZABETH MARINA REY GARCÍA

N27/N30	$\bar{\lambda} < 3.0$ Cumple	$x: 0.371$ $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$x: 2.526$ $\eta = 3.9$	$x: 2.526$ $\eta = 4.4$	$x: 7.756$ $\eta = 53.6$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$x: 2.383$ $\eta = 13.3$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	$\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁵⁾	$x: 7.756$ $\eta = 57.7$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 57.7$
N29/N30	$\bar{\lambda} < 3.0$ Cumple	$x: 0.371$ $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$x: 2.526$ $\eta = 3.9$	$x: 2.526$ $\eta = 4.5$	$x: 7.756$ $\eta = 45.0$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$x: 2.383$ $\eta = 12.0$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	$\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁵⁾	$x: 7.756$ $\eta = 47.9$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 47.9$
N31/N32	$\bar{\lambda} < 3.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$x: 6.42$ $\eta = 2.9$	$x: 0$ $\eta = 5.5$	$x: 6.421$ $\eta = 61.8$	$x: 0$ $\eta = 3.8$	$x: 6.421$ $\eta = 10.5$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$x: 6.421$ $\eta = 65.6$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.4$	$x: 6.421$ $\eta = 10.5$	$\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 65.6$
N33/N34	$\bar{\lambda} < 3.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$x: 6.42$ $\eta = 2.9$	$x: 0$ $\eta = 5.0$	$x: 6.421$ $\eta = 65.6$	$x: 0$ $\eta = 3.8$	$x: 6.421$ $\eta = 11.6$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$x: 6.421$ $\eta = 69.0$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.4$	$x: 6.421$ $\eta = 11.6$	$\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 69.0$
N32/N52	$\bar{\lambda} < 3.0$ Cumple	$x: 0.371$ $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$x: 2.526$ $\eta = 4.2$	$x: 2.526$ $\eta = 4.5$	$x: 0.227$ $\eta = 40.1$	$x: 5.527$ $\eta = 2.0$	$x: 2.383$ $\eta = 13.5$	$x: 2.526$ $\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$x: 5.527$ $\eta = 37.6$	$\eta < 0.1$	$x: 2.526$ $\eta = 1.3$	$x: 2.383$ $\eta = 13.5$	$x: 2.526$ $\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 40.1$
N52/N35	$\bar{\lambda} < 3.0$ Cumple	$x: 5.321$ $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$x: 4.704$ $\eta = 4.4$	$x: 0$ $\eta = 4.2$	$x: 2.228$ $\eta = 59.4$	$x: 0$ $\eta = 2.0$	$x: 0$ $\eta = 7.1$	$x: 0$ $\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$x: 2.228$ $\eta = 59.0$	$\eta < 0.1$	$x: 2.228$ $\eta = 0.9$	$x: 0$ $\eta = 7.2$	$x: 0$ $\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 59.4$
N34/N51	$\bar{\lambda} < 3.0$ Cumple	$x: 0.371$ $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$x: 2.526$ $\eta = 4.2$	$x: 2.526$ $\eta = 4.6$	$x: 0.227$ $\eta = 43.5$	$x: 5.527$ $\eta = 2.0$	$x: 2.383$ $\eta = 12.3$	$x: 2.526$ $\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$x: 2.528$ $\eta = 42.9$	$\eta < 0.1$	$x: 2.526$ $\eta = 1.3$	$x: 2.383$ $\eta = 12.3$	$x: 2.526$ $\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 43.5$
N51/N35	$\bar{\lambda} < 3.0$ Cumple	$x: 5.321$ $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$x: 4.704$ $\eta = 4.4$	$x: 0$ $\eta = 4.3$	$x: 2.228$ $\eta = 49.1$	$x: 0$ $\eta = 2.0$	$x: 0$ $\eta = 7.4$	$x: 0$ $\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$x: 2.228$ $\eta = 48.8$	$\eta < 0.1$	$x: 0$ $\eta = 0.9$	$x: 0$ $\eta = 7.5$	$x: 0$ $\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 49.1$
N36/N37	$\bar{\lambda} < 3.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$x: 6.889$ $\eta = 0.8$	$x: 0$ $\eta = 2.1$	$x: 0$ $\eta = 28.1$	$x: 0$ $\eta = 28.1$	$x: 0$ $\eta = 7.3$	$x: 0$ $\eta = 1.9$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$x: 0$ $\eta = 39.8$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.1$	$x: 0$ $\eta = 7.3$	$x: 0$ $\eta = 1.9$	CUMPLE $\eta = 39.8$
N38/N39	$\bar{\lambda} < 3.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$x: 6.889$ $\eta = 0.8$	$x: 0$ $\eta = 2.1$	$x: 0$ $\eta = 24.1$	$x: 0$ $\eta = 28.1$	$x: 0$ $\eta = 6.6$	$x: 0$ $\eta = 1.9$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$x: 0$ $\eta = 35.9$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.2$	$x: 0$ $\eta = 6.6$	$x: 0$ $\eta = 1.9$	CUMPLE $\eta = 35.9$
N2/N7	$\bar{\lambda} < 3.0$ Cumple	$x: 0.375$ $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 1.0$	$\eta = 27.6$	$x: 3$ $\eta = 3.2$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$x: 0$ $\eta = 0.6$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	$x: 0.375$ $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁵⁾	$x: 3$ $\eta = 29.1$	$x: 0.375$ $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 29.1$
N7/N12	$\bar{\lambda} < 3.0$ Cumple	$x: 0.375$ $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 5.3$	$\eta = 12.7$	$x: 3$ $\eta = 3.2$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$x: 0$ $\eta = 0.6$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	$x: 0.375$ $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁵⁾	$x: 3$ $\eta = 14.3$	$x: 0.375$ $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 14.3$
N12/N17	$\bar{\lambda} < 3.0$ Cumple	$x: 0.375$ $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 5.3$	$\eta = 12.5$	$x: 3$ $\eta = 3.2$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$x: 0$ $\eta = 0.6$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	$x: 0.375$ $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁵⁾	$x: 3$ $\eta = 14.0$	$x: 0.375$ $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 14.0$
N17/N22	$\bar{\lambda} < 3.0$ Cumple	$x: 0.375$ $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 5.2$	$\eta = 12.3$	$x: 3$ $\eta = 3.2$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$x: 0$ $\eta = 0.6$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	$x: 0.375$ $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁵⁾	$x: 3$ $\eta = 13.8$	$x: 0.375$ $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 13.8$
N22/N27	$\bar{\lambda} < 3.0$ Cumple	$x: 0.375$ $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 5.3$	$\eta = 12.5$	$x: 3$ $\eta = 3.2$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$x: 0$ $\eta = 0.6$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	$x: 0.375$ $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁵⁾	$x: 3$ $\eta = 14.0$	$x: 0.375$ $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 14.0$
N27/N32	$\bar{\lambda} < 3.0$ Cumple	$x: 0.375$ $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 5.3$	$\eta = 12.7$	$x: 3$ $\eta = 3.2$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$x: 0$ $\eta = 0.6$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	$x: 0.375$ $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁵⁾	$x: 3$ $\eta = 14.3$	$x: 0.375$ $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 14.3$
N32/N37	$\bar{\lambda} < 3.0$ Cumple	$x: 0.375$ $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 1.0$	$\eta = 27.6$	$x: 3$ $\eta = 3.2$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$x: 0$ $\eta = 0.6$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	$x: 0.375$ $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁵⁾	$x: 3$ $\eta = 29.1$	$x: 0.375$ $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 29.1$

ANEJO I – CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA
ELIZABETH MARINA REY GARCÍA

N5/N10	$\bar{\lambda} < 3.0$ Cumple	x: 0.469 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta < 0.1$ $\eta = 12.2$	x: 3.05 m $\eta = 3.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	= x: 0.1 m $\eta = 0.6$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	= x: 0.469 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁵⁾	x: 3.05 m $\eta = 13.7$	x: 0.469 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	= N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 13.7$	
N35/N40	$\bar{\lambda} < 3.0$ Cumple	x: 0.369 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta < 0.1$ $\eta = 12.2$	x: 2.95 m $\eta = 3.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	= x: 0 m $\eta = 0.6$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	= x: 0.369 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁵⁾	x: 2.95 m $\eta = 13.7$	x: 0.369 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	= N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 13.7$	
N41/N5	$\bar{\lambda} < 3.0$ Cumple	x: 0.405 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 8.1 m $\eta = 3.0$	x: 0 m $\eta = 8.2$	x: 4.05 m $\eta = 92.5$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	= x: 0 m $\eta = 12.5$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	= x: 0.405 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁵⁾	x: 4.05 m $\eta = 94.2$	x: 0.405 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	= N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 94.2$
N43/N44	$\bar{\lambda} < 3.0$ Cumple	x: 0.371 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 7.428 m $\eta = 3.8$	x: 0 m $\eta = 8.7$	x: 3.715 m $\eta = 78.0$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	= x: 0 m $\eta = 11.5$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	= x: 0.371 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁵⁾	x: 3.715 m $\eta = 79.8$	x: 0.371 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	= N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 79.8$
N42/N45	$\bar{\lambda} < 3.0$ Cumple	x: 0.371 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 7.428 m $\eta = 3.8$	x: 0 m $\eta = 9.9$	x: 3.715 m $\eta = 78.0$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	= x: 0 m $\eta = 11.5$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	= x: 0.371 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁵⁾	x: 3.715 m $\eta = 79.8$	x: 0.371 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	= N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 79.8$
N46/N49	$\bar{\lambda} < 3.0$ Cumple	x: 0.371 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 7.428 m $\eta = 3.8$	x: 0 m $\eta = 9.9$	x: 3.715 m $\eta = 78.0$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	= x: 0 m $\eta = 11.5$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	= x: 0.371 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁵⁾	x: 3.715 m $\eta = 79.8$	x: 0.371 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	= N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 79.8$
N47/N40	$\bar{\lambda} < 3.0$ Cumple	x: 0.405 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 8.1 m $\eta = 3.0$	x: 0 m $\eta = 8.2$	x: 4.05 m $\eta = 92.5$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	= x: 0 m $\eta = 12.5$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	= x: 0.405 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁵⁾	x: 4.05 m $\eta = 94.2$	x: 0.405 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	= N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 94.2$
N48/N50	$\bar{\lambda} < 3.0$ Cumple	x: 0.371 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 7.428 m $\eta = 3.8$	x: 0 m $\eta = 8.7$	x: 3.715 m $\eta = 78.0$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	= x: 0 m $\eta = 11.5$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	= x: 0.371 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁵⁾	x: 3.715 m $\eta = 79.8$	x: 0.371 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	= N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 79.8$
N51/N50	$\bar{\lambda} < 3.0$ Cumple	x: 0.375 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁶⁾	$\eta = 23.2$	x: 3 m $\eta = 3.2$	x: 3 m $\eta = 0.7$	x: 0 m $\eta = 0.6$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 0.375 m $\eta < 0.1$	x: 0.375 m $\eta < 0.1$	x: 3 m $\eta = 25.5$	x: 0.375 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	= N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 25.5$
N52/N49	$\bar{\lambda} < 3.0$ Cumple	x: 0.375 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta < 0.1$ $\eta = 23.2$	x: 3 m $\eta = 3.2$	x: 3 m $\eta = 0.7$	x: 0 m $\eta = 0.6$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 0.375 m $\eta < 0.1$	x: 0.375 m $\eta < 0.1$	x: 3 m $\eta = 25.5$	x: 0.375 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	= N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 25.5$	
N45/N53	$\bar{\lambda} < 3.0$ Cumple	x: 0.375 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta < 0.1$ $\eta = 23.2$	x: 3 m $\eta = 3.2$	x: 3 m $\eta = 0.7$	x: 0 m $\eta = 0.6$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 0.375 m $\eta < 0.1$	x: 0.375 m $\eta < 0.1$	x: 3 m $\eta = 25.5$	x: 0.375 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	= N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 25.5$	
N44/N54	$\bar{\lambda} < 3.0$ Cumple	x: 0.375 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁶⁾	$\eta = 23.2$	x: 3 m $\eta = 3.2$	x: 3 m $\eta = 0.7$	x: 0 m $\eta = 0.6$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 0.375 m $\eta < 0.1$	x: 0.375 m $\eta < 0.1$	x: 3 m $\eta = 25.5$	x: 0.375 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	= N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 25.5$
N34/N39	$\bar{\lambda} < 3.0$ Cumple	x: 0.375 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 1.0$ $\eta = 27.6$	x: 3 m $\eta = 3.2$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 0 m $\eta = 0.6$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 0.375 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁵⁾	x: 3 m $\eta = 29.1$	x: 0.375 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	= N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 29.1$	
N29/N34	$\bar{\lambda} < 3.0$ Cumple	x: 0.375 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 5.3$ $\eta = 12.7$	x: 3 m $\eta = 3.2$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 0 m $\eta = 0.6$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 0.375 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁵⁾	x: 3 m $\eta = 14.3$	x: 0.375 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	= N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 14.3$	
N24/N29	$\bar{\lambda} < 3.0$ Cumple	x: 0.375 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 5.3$ $\eta = 12.5$	x: 3 m $\eta = 3.2$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 0 m $\eta = 0.6$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 0.375 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁵⁾	x: 3 m $\eta = 14.0$	x: 0.375 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	= N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 14.0$	
N19/N24	$\bar{\lambda} < 3.0$ Cumple	x: 0.375 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 5.2$ $\eta = 12.3$	x: 3 m $\eta = 3.2$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 0 m $\eta = 0.6$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 0.375 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁵⁾	x: 3 m $\eta = 13.8$	x: 0.375 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	= N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 13.8$	
N14/N19	$\bar{\lambda} < 3.0$ Cumple	x: 0.375 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 5.3$ $\eta = 12.5$	x: 3 m $\eta = 3.2$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 0 m $\eta = 0.6$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 0.375 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁵⁾	x: 3 m $\eta = 14.0$	x: 0.375 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	= N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 14.0$	

ANEJO I – CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA
ELIZABETH MARINA REY GARCÍA

N9/N14	$\bar{\lambda} < 3.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 5.3$	$\eta = 12.7$	$x: 3\text{ m}$ $\eta = 3.2$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	$= x: 0\text{ m}$ $\eta = 0.6$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	$= x: 0.375\text{ m}$ $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁵⁾	$x: 3\text{ m}$ $\eta = 14.3$	$x: 0.375\text{ m}$ $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	$=$	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 14.3$
N4/N9	$\bar{\lambda} < 3.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 1.0$	$\eta = 27.6$	$x: 3\text{ m}$ $\eta = 3.2$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	$= x: 0\text{ m}$ $\eta = 0.6$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	$= x: 0.375\text{ m}$ $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁵⁾	$x: 3\text{ m}$ $\eta = 29.1$	$x: 0.375\text{ m}$ $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	$=$	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 29.1$
N37/N49	$\bar{\lambda} < 3.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$x: 5.527\text{ m}$ $\eta = 1.5$	$x: 0.116\text{ m}$ $\eta = 2.4$	$x: 5.527\text{ m}$ $\eta = 18.7$	$x: 5.527\text{ m}$ $\eta = 15.5$	$x: 5.527\text{ m}$ $\eta = 6.2$	$x: 5.527\text{ m}$ $\eta = 0.2$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$x: 5.527\text{ m}$ $\eta = 25.2$	$\eta < 0.1$	$\eta = 88.1$	$x: 5.527\text{ m}$ $\eta = 6.3$	$x: 5.527\text{ m}$ $\eta = 0.4$	CUMPLE $\eta = 88.1$	
N49/N40	$\bar{\lambda} < 3.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$x: 5.475\text{ m}$ $\eta = 4.6$	$x: 0\text{ m}$ $\eta = 3.1$	$x: 0\text{ m}$ $\eta = 18.7$	$x: 5.476\text{ m}$ $\eta = 56.0$	$x: 0\text{ m}$ $\eta = 6.0$	$x: 0\text{ m}$ $\eta = 0.8$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$x: 5.476\text{ m}$ $\eta = 63.8$	$\eta < 0.1$	$\eta = 56.8$	$x: 0\text{ m}$ $\eta = 6.0$	$x: 0\text{ m}$ $\eta = 1.1$	CUMPLE $\eta = 63.8$	
N39/N50	$\bar{\lambda} < 3.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$x: 5.527\text{ m}$ $\eta = 1.5$	$x: 0.116\text{ m}$ $\eta = 2.4$	$x: 0.116\text{ m}$ $\eta = 17.6$	$x: 5.527\text{ m}$ $\eta = 15.5$	$x: 5.527\text{ m}$ $\eta = 5.3$	$x: 5.527\text{ m}$ $\eta = 0.2$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$x: 5.527\text{ m}$ $\eta = 25.2$	$\eta < 0.1$	$\eta = 88.1$	$x: 5.527\text{ m}$ $\eta = 6.0$	$x: 5.527\text{ m}$ $\eta = 0.4$	CUMPLE $\eta = 88.1$	
N50/N40	$\bar{\lambda} < 3.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$x: 5.475\text{ m}$ $\eta = 4.6$	$x: 0\text{ m}$ $\eta = 3.1$	$x: 0\text{ m}$ $\eta = 16.1$	$x: 5.476\text{ m}$ $\eta = 56.0$	$x: 0\text{ m}$ $\eta = 5.0$	$x: 0\text{ m}$ $\eta = 0.8$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$x: 5.476\text{ m}$ $\eta = 63.8$	$\eta < 0.1$	$\eta = 56.8$	$x: 0\text{ m}$ $\eta = 5.4$	$x: 0\text{ m}$ $\eta = 1.1$	CUMPLE $\eta = 63.8$	
N2/N45	$\bar{\lambda} < 3.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$x: 5.527\text{ m}$ $\eta = 1.5$	$x: 0.116\text{ m}$ $\eta = 2.4$	$x: 5.527\text{ m}$ $\eta = 18.7$	$x: 5.527\text{ m}$ $\eta = 15.5$	$x: 5.527\text{ m}$ $\eta = 6.2$	$x: 5.527\text{ m}$ $\eta = 0.2$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$x: 5.527\text{ m}$ $\eta = 25.2$	$\eta < 0.1$	$\eta = 88.1$	$x: 5.527\text{ m}$ $\eta = 6.3$	$x: 5.527\text{ m}$ $\eta = 0.4$	CUMPLE $\eta = 88.1$	
N45/N5	$\bar{\lambda} < 3.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$x: 5.475\text{ m}$ $\eta = 4.6$	$x: 0\text{ m}$ $\eta = 3.1$	$x: 0\text{ m}$ $\eta = 18.7$	$x: 5.476\text{ m}$ $\eta = 56.0$	$x: 0\text{ m}$ $\eta = 6.0$	$x: 0\text{ m}$ $\eta = 0.8$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$x: 5.476\text{ m}$ $\eta = 63.8$	$\eta < 0.1$	$\eta = 56.8$	$x: 0\text{ m}$ $\eta = 6.0$	$x: 0\text{ m}$ $\eta = 1.1$	CUMPLE $\eta = 63.8$	
N4/N44	$\bar{\lambda} < 3.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$x: 5.527\text{ m}$ $\eta = 1.5$	$x: 0.116\text{ m}$ $\eta = 2.4$	$x: 0.116\text{ m}$ $\eta = 17.6$	$x: 5.527\text{ m}$ $\eta = 15.5$	$x: 5.527\text{ m}$ $\eta = 5.3$	$x: 5.527\text{ m}$ $\eta = 0.2$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$x: 5.527\text{ m}$ $\eta = 25.2$	$\eta < 0.1$	$\eta = 88.1$	$x: 5.527\text{ m}$ $\eta = 6.0$	$x: 5.527\text{ m}$ $\eta = 0.4$	CUMPLE $\eta = 88.1$	
N44/N5	$\bar{\lambda} < 3.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$x: 5.475\text{ m}$ $\eta = 4.6$	$x: 0\text{ m}$ $\eta = 3.1$	$x: 0\text{ m}$ $\eta = 16.1$	$x: 5.476\text{ m}$ $\eta = 56.0$	$x: 0\text{ m}$ $\eta = 5.0$	$x: 0\text{ m}$ $\eta = 0.8$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$x: 5.476\text{ m}$ $\eta = 63.8$	$\eta < 0.1$	$\eta = 56.8$	$x: 0\text{ m}$ $\eta = 5.4$	$x: 0\text{ m}$ $\eta = 1.1$	CUMPLE $\eta = 63.8$	

Notación:

$\bar{\lambda}$: Limitación de esbeltez

λ_w : Abolladura del alma inducida por el ala comprimida

N_t : Resistencia a tracción

N_c : Resistencia a compresión

M_y : Resistencia a flexión eje Y

M_z : Resistencia a flexión eje Z

V_z : Resistencia a corte Z

V_y : Resistencia a corte Y

$M_y V_z$: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados

$M_z V_y$: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados

$N M_y M_z$: Resistencia a flexión y axil combinados

$N M_y M_z V_y V_z$: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados

M_t : Resistencia a torsión

$M_t V_z$: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados

$M_t V_y$: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados

x : Distancia al origen de la barra

η : Coeficiente de aprovechamiento (%)

NP: No procede

Comprobaciones que no proceden (N.P.):

⁽¹⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

ANEJO I – CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA
ELIZABETH MARINA REY GARCÍA

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

(3) La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

(4) La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

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

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

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

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

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

Barras	COMPROBACIONES (Cruces de San Andrés) EAE 2011													Estado	
	$\bar{\lambda}$	N_t	N_c	M_Y	M_Z	V_Z	V_Y	$M_Y V_Z$	$M_Z V_Y$	$N M_Y M_Z$	$N M_Y M_Z V_Y V_Z$	M_t	$M_t V_Z$		$M_t V_Y$
N1/N7	N.P.(7)	$\eta = 71.8$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P.(7)	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(3)	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(3)	$V_{Ed} = 0.00$ N.P.(4)	$V_{Ed} = 0.00$ N.P.(4)	N.P.(5)	N.P.(5)	N.P.(8)	N.P.(9)	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(1)	N.P.(2)	N.P.(2)	CUMPLE $\eta = 71.8$
N31/N37	N.P.(7)	$\eta = 70.7$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P.(7)	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(3)	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(3)	$V_{Ed} = 0.00$ N.P.(4)	$V_{Ed} = 0.00$ N.P.(4)	N.P.(5)	N.P.(5)	N.P.(8)	N.P.(9)	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(1)	N.P.(2)	N.P.(2)	CUMPLE $\eta = 70.7$
N36/N32	N.P.(7)	$\eta = 71.8$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P.(7)	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(3)	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(3)	$V_{Ed} = 0.00$ N.P.(4)	$V_{Ed} = 0.00$ N.P.(4)	N.P.(5)	N.P.(5)	N.P.(8)	N.P.(9)	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(1)	N.P.(2)	N.P.(2)	CUMPLE $\eta = 71.8$
N6/N2	N.P.(7)	$\eta = 70.7$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P.(7)	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(3)	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(3)	$V_{Ed} = 0.00$ N.P.(4)	$V_{Ed} = 0.00$ N.P.(4)	N.P.(5)	N.P.(5)	N.P.(8)	N.P.(9)	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(1)	N.P.(2)	N.P.(2)	CUMPLE $\eta = 70.7$
N38/N34	N.P.(7)	$\eta = 71.8$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P.(7)	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(3)	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(3)	$V_{Ed} = 0.00$ N.P.(4)	$V_{Ed} = 0.00$ N.P.(4)	N.P.(5)	N.P.(5)	N.P.(8)	N.P.(9)	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(1)	N.P.(2)	N.P.(2)	CUMPLE $\eta = 71.8$
N34/N50	N.P.(7)	$\eta = 79.5$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P.(7)	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(3)	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(3)	$V_{Ed} = 0.00$ N.P.(4)	$V_{Ed} = 0.00$ N.P.(4)	N.P.(5)	N.P.(5)	N.P.(8)	N.P.(9)	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(1)	N.P.(2)	N.P.(2)	CUMPLE $\eta = 79.5$
N50/N35	N.P.(7)	$\eta = 23.9$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P.(7)	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(3)	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(3)	$V_{Ed} = 0.00$ N.P.(4)	$V_{Ed} = 0.00$ N.P.(4)	N.P.(5)	N.P.(5)	N.P.(8)	N.P.(9)	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(1)	N.P.(2)	N.P.(2)	CUMPLE $\eta = 23.9$
N49/N35	N.P.(7)	$\eta = 23.9$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P.(7)	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(3)	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(3)	$V_{Ed} = 0.00$ N.P.(4)	$V_{Ed} = 0.00$ N.P.(4)	N.P.(5)	N.P.(5)	N.P.(8)	N.P.(9)	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(1)	N.P.(2)	N.P.(2)	CUMPLE $\eta = 23.9$
N32/N49	N.P.(7)	$\eta = 79.5$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P.(7)	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(3)	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(3)	$V_{Ed} = 0.00$ N.P.(4)	$V_{Ed} = 0.00$ N.P.(4)	N.P.(5)	N.P.(5)	N.P.(8)	N.P.(9)	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(1)	N.P.(2)	N.P.(2)	CUMPLE $\eta = 79.5$
N33/N39	N.P.(7)	$\eta = 70.7$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P.(7)	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(3)	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(3)	$V_{Ed} = 0.00$ N.P.(4)	$V_{Ed} = 0.00$ N.P.(4)	N.P.(5)	N.P.(5)	N.P.(8)	N.P.(9)	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(1)	N.P.(2)	N.P.(2)	CUMPLE $\eta = 70.7$
N39/N51	N.P.(7)	$\eta = 87.6$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P.(7)	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(3)	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(3)	$V_{Ed} = 0.00$ N.P.(4)	$V_{Ed} = 0.00$ N.P.(4)	N.P.(5)	N.P.(5)	N.P.(8)	N.P.(9)	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(1)	N.P.(2)	N.P.(2)	CUMPLE $\eta = 87.6$
N51/N40	N.P.(7)	$\eta = 21.5$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P.(7)	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(3)	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(3)	$V_{Ed} = 0.00$ N.P.(4)	$V_{Ed} = 0.00$ N.P.(4)	N.P.(5)	N.P.(5)	N.P.(8)	N.P.(9)	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(1)	N.P.(2)	N.P.(2)	CUMPLE $\eta = 21.5$
N52/N40	N.P.(7)	$\eta = 21.5$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P.(7)	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(3)	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(3)	$V_{Ed} = 0.00$ N.P.(4)	$V_{Ed} = 0.00$ N.P.(4)	N.P.(5)	N.P.(5)	N.P.(8)	N.P.(9)	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(1)	N.P.(2)	N.P.(2)	CUMPLE $\eta = 21.5$
N37/N52	N.P.(7)	$\eta = 87.6$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P.(7)	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(3)	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(3)	$V_{Ed} = 0.00$ N.P.(4)	$V_{Ed} = 0.00$ N.P.(4)	N.P.(5)	N.P.(5)	N.P.(8)	N.P.(9)	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(1)	N.P.(2)	N.P.(2)	CUMPLE $\eta = 87.6$

ANEJO I – CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA
ELIZABETH MARINA REY GARCÍA

Barras	COMPROBACIONES (Cruces de San Andrés) EAE 2011													Estado	
	$\bar{\lambda}$	N_t	N_c	M_Y	M_Z	V_Z	V_Y	$M_Y V_Z$	$M_Z V_Y$	$N M_Y M_Z$	$N M_Y M_Z V_Y V_Z$	M_t	$M_t V_Z$		$M_t V_Y$
N2/N53	N.P. ⁽⁷⁾	$\eta = 87.6$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁷⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 87.6$
N53/N5	N.P. ⁽⁷⁾	$\eta = 21.5$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁷⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 21.5$
N54/N5	N.P. ⁽⁷⁾	$\eta = 21.5$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁷⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 21.5$
N4/N54	N.P. ⁽⁷⁾	$\eta = 87.6$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁷⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 87.6$
N8/N4	N.P. ⁽⁷⁾	$\eta = 70.7$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁷⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 70.7$
N3/N9	N.P. ⁽⁷⁾	$\eta = 71.8$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁷⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 71.8$
N9/N44	N.P. ⁽⁷⁾	$\eta = 79.5$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁷⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 79.5$
N44/N10	N.P. ⁽⁷⁾	$\eta = 23.9$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁷⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 23.9$
N45/N10	N.P. ⁽⁷⁾	$\eta = 23.9$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁷⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 23.9$
N7/N45	N.P. ⁽⁷⁾	$\eta = 79.5$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁷⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 79.5$

Notación:

Misma notación que la tabla de Comprobaciones (Dinteles, Pilares, Barras Contraviento) EAE 2011.

Comprobaciones que no proceden (N.P.):

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

También conviene mostrar las envolventes de nudos y barras así como las flechas de estas últimas. Para ello, se exponen a continuación una serie de tablas con dicha información:

ENVOLVENTE DE LOS DESPLAZAMIENTOS EN NUDOS

Referencia	Combinación		Desplazamientos en ejes globales					
	Tipo	Descripción	Dx (mm)	Dy (mm)	Dz (mm)	Gx (mRad)	Gy (mRad)	Gz (mRad)
N1	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	-	-	-
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	-	-	-
N2	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-8.450	-14.922	-0.077	-	-	-
		Valor máximo de la envolvente	8.549	14.797	0.060	-	-	-
N3	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	-	-	-
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	-	-	-
N4	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-8.450	-14.651	-0.077	-	-	-
		Valor máximo de la envolvente	8.549	14.914	0.060	-	-	-
N5	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-23.767	-14.719	-0.309	-	-	-
		Valor máximo de la envolvente	25.044	14.708	0.128	-	-	-
N6	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	-	-	-
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	-	-	-
N7	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-8.382	-18.615	-0.317	-	-	-
		Valor máximo de la envolvente	8.461	12.857	0.146	-	-	-
N8	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	-	-	-
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	-	-	-

ENVOLVENTE DE LOS DESPLAZAMIENTOS EN NUDOS

Referencia	Combinación		Desplazamientos en ejes globales					
	Tipo	Descripción	Dx (mm)	Dy (mm)	Dz (mm)	Gx (mRad)	Gy (mRad)	Gz (mRad)
N9	Desplazamiento	Valor mínimo de la envolvente	-8.382	-12.857	-0.275	-	-	-
		Valor máximo de la envolvente	8.461	20.540	0.146	-	-	-
N10	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-23.724	-14.397	-68.758	-	-	-
		Valor máximo de la envolvente	24.990	14.385	33.856	-	-	-
N11	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
N12	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-8.284	-17.707	-0.316	-	-	-
		Valor máximo de la envolvente	8.331	11.269	0.114	-	-	-
N13	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
N14	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-8.284	-11.269	-0.271	-	-	-
		Valor máximo de la envolvente	8.331	19.431	0.114	-	-	-
N15	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-10.221	-13.390	-67.657	-	-	-
		Valor máximo de la envolvente	10.279	13.390	31.469	-	-	-
N16	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
N17	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-8.188	-17.707	-0.316	-	-	-
		Valor máximo de la envolvente	8.204	11.269	0.113	-	-	-

ENVOLVENTE DE LOS DESPLAZAMIENTOS EN NUDOS

Referencia	Combinación		Desplazamientos en ejes globales					
	Tipo	Descripción	Dx (mm)	Dy (mm)	Dz (mm)	Gx (mRad)	Gy (mRad)	Gz (mRad)
N18	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
N19	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-8.188	-11.269	-0.271	-	-	-
		Valor máximo de la envolvente	8.204	19.431	0.113	-	-	-
N20	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-10.104	-13.390	-67.657	-	-	-
		Valor máximo de la envolvente	10.123	13.390	31.469	-	-	-
N21	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
N22	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-8.204	-17.707	-0.316	-	-	-
		Valor máximo de la envolvente	8.188	11.269	0.113	-	-	-
N23	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
N24	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-8.204	-11.269	-0.271	-	-	-
		Valor máximo de la envolvente	8.188	19.431	0.113	-	-	-
N25	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-10.123	-13.390	-67.657	-	-	-
		Valor máximo de la envolvente	10.104	13.390	31.469	-	-	-
N26	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

ENVOLVENTE DE LOS DESPLAZAMIENTOS EN NUDOS

Referencia	Combinación		Desplazamientos en ejes globales					
	Tipo	Descripción	Dx (mm)	Dy (mm)	Dz (mm)	Gx (mRad)	Gy (mRad)	Gz (mRad)
N27	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-8.331	-17.707	-0.316	-	-	-
		Valor máximo de la envolvente	8.284	11.269	0.114	-	-	-
N28	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
N29	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-8.331	-11.269	-0.271	-	-	-
		Valor máximo de la envolvente	8.284	19.431	0.114	-	-	-
N30	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-10.279	-13.390	-67.657	-	-	-
		Valor máximo de la envolvente	10.221	13.390	31.469	-	-	-
N31	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	-	-	-
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	-	-	-
N32	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-8.461	-18.615	-0.317	-	-	-
		Valor máximo de la envolvente	8.382	12.857	0.146	-	-	-
N33	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	-	-	-
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	-	-	-
N34	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-8.461	-12.857	-0.275	-	-	-
		Valor máximo de la envolvente	8.382	20.540	0.146	-	-	-
N35	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-24.990	-14.397	-68.758	-	-	-
		Valor máximo de la envolvente	23.724	14.385	33.856	-	-	-

ENVOLVENTE DE LOS DESPLAZAMIENTOS EN NUDOS

Referencia	Combinación		Desplazamientos en ejes globales					
	Tipo	Descripción	Dx (mm)	Dy (mm)	Dz (mm)	Gx (mRad)	Gy (mRad)	Gz (mRad)
N36	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	-	-	-
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	-	-	-
N37	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-8.549	-14.922	-0.077	-	-	-
		Valor máximo de la envolvente	8.450	14.797	0.060	-	-	-
N38	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	-	-	-
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	-	-	-
N39	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-8.549	-14.651	-0.077	-	-	-
		Valor máximo de la envolvente	8.450	14.914	0.060	-	-	-
N40	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-25.044	-14.719	-0.309	-	-	-
		Valor máximo de la envolvente	23.767	14.708	0.128	-	-	-
N41	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	-1.816	-23.808	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	1.817	26.716	0.000
N42	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	-1.992	-27.628	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	2.007	30.727	0.000
N43	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	-2.006	-27.628	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	1.980	30.727	0.000
N44	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-18.836	-14.681	-0.345	-	-	-
		Valor máximo de la envolvente	19.820	14.865	0.165	-	-	-

ENVOLVENTE DE LOS DESPLAZAMIENTOS EN NUDOS

Referencia	Combinación		Desplazamientos en ejes globales					
	Tipo	Descripción	Dx (mm)	Dy (mm)	Dz (mm)	Gx (mRad)	Gy (mRad)	Gz (mRad)
N45	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-18.836	-14.873	-0.420	-	-	-
		Valor máximo de la envolvente	19.821	14.774	0.165	-	-	-
N46	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	-1.992	-30.727	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	2.007	27.628	0.000
N47	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	-1.816	-26.716	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	1.817	23.808	0.000
N48	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	-2.006	-30.727	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	1.980	27.628	0.000
N49	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-19.821	-14.873	-0.420	-	-	-
		Valor máximo de la envolvente	18.836	14.774	0.165	-	-	-
N50	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-19.820	-14.681	-0.345	-	-	-
		Valor máximo de la envolvente	18.836	14.865	0.165	-	-	-
N51	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-19.736	-14.899	-41.005	-	-	-
		Valor máximo de la envolvente	18.762	16.715	22.943	-	-	-
N52	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-19.736	-16.280	-53.956	-	-	-
		Valor máximo de la envolvente	18.763	14.891	22.950	-	-	-
N53	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-18.763	-16.280	-53.956	-	-	-
		Valor máximo de la envolvente	19.736	14.891	22.950	-	-	-

ENVOLVENTE DE LOS DESPLAZAMIENTOS EN NUDOS

Referencia	Combinación		Desplazamientos en ejes globales					
	Tipo	Descripción	Dx (mm)	Dy (mm)	Dz (mm)	Gx (mRad)	Gy (mRad)	Gz (mRad)
N54	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-18.762	-14.899	-41.005	-	-	-
		Valor máximo de la envolvente	19.736	16.715	22.943	-	-	-

Referencias:

Dx, Dy, Dz: Desplazamientos de los nudos en ejes globales.

Gx, Gy, Gz: Giros de los nudos en ejes globales.

ENVOLVENTES DE LAS REACCIONES EN NUDOS

Referencia	Combinación		Reacciones en ejes globales					
	Tipo	Descripción	Rx (kN)	Ry (kN)	Rz (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Mz (kN·m)
N1	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	-42.643	-29.726	-37.001	-36.02	-27.18	-0.01
		Valor máximo de la envolvente	19.256	26.662	47.413	58.49	27.65	0.01
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envolvente	-26.630	-18.489	-18.380	-23.90	-16.98	0.00
		Valor máximo de la envolvente	12.035	17.026	31.951	36.80	17.28	0.01
N3	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	-42.643	-26.666	-36.997	-50.09	-27.18	-0.01
		Valor máximo de la envolvente	19.256	23.213	47.412	36.01	27.65	0.01
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envolvente	-26.630	-17.027	-18.378	-31.55	-16.98	-0.01
		Valor máximo de la envolvente	12.035	14.418	31.949	23.89	17.28	0.00
N6	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	-0.416	-61.021	-102.126	-229.52	-2.91	-0.03
		Valor máximo de la envolvente	26.277	75.958	149.418	156.10	2.88	0.03
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envolvente	-0.259	-32.976	-51.531	-168.71	-1.82	-0.02
		Valor máximo de la envolvente	16.480	52.020	107.471	84.15	1.80	0.02
N8	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	-0.416	-83.077	-102.137	-156.08	-2.91	-0.03
		Valor máximo de la envolvente	26.277	61.024	136.774	262.37	2.88	0.03
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envolvente	-0.259	-59.433	-51.537	-84.14	-1.82	-0.02
		Valor máximo de la envolvente	16.480	32.978	94.296	198.86	1.80	0.02

ENVOLVENTES DE LAS REACCIONES EN NUDOS

Referencia	Combinación		Reacciones en ejes globales					
	Tipo	Descripción	Rx (kN)	Ry (kN)	Rz (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Mz (kN·m)
N11	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	-0.410	-55.725	-69.561	-222.21	-2.87	0.00
		Valor máximo de la envolvente	0.408	74.269	148.772	137.07	2.86	0.00
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envolvente	-0.256	-30.012	-31.560	-162.71	-1.80	0.00
		Valor máximo de la envolvente	0.255	50.873	107.388	73.16	1.78	0.00
N13	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	-0.410	-80.168	-69.561	-137.07	-2.87	0.00
		Valor máximo de la envolvente	0.408	55.725	134.767	247.88	2.86	0.00
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envolvente	-0.256	-57.018	-31.560	-73.16	-1.80	0.00
		Valor máximo de la envolvente	0.255	30.012	92.799	189.44	1.78	0.00
N16	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	-0.404	-55.725	-69.002	-222.21	-2.83	0.00
		Valor máximo de la envolvente	0.403	74.269	148.772	137.07	2.82	0.00
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envolvente	-0.253	-30.012	-31.211	-162.71	-1.77	0.00
		Valor máximo de la envolvente	0.252	50.873	107.388	73.16	1.76	0.00
N18	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	-0.404	-80.168	-69.002	-137.07	-2.83	0.00
		Valor máximo de la envolvente	0.403	55.725	134.767	247.88	2.82	0.00
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envolvente	-0.253	-57.018	-31.211	-73.16	-1.77	0.00
		Valor máximo de la envolvente	0.252	30.012	92.799	189.44	1.76	0.00
N21	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	-0.403	-55.725	-69.002	-222.21	-2.82	0.00
		Valor máximo de la envolvente	0.404	74.269	148.772	137.07	2.83	0.00
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envolvente	-0.252	-30.012	-31.211	-162.71	-1.76	0.00
		Valor máximo de la envolvente	0.253	50.873	107.388	73.16	1.77	0.00
N23	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	-0.403	-80.168	-69.002	-137.07	-2.82	0.00
		Valor máximo de la envolvente	0.404	55.725	134.767	247.88	2.83	0.00
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envolvente	-0.252	-57.018	-31.211	-73.16	-1.76	0.00
		Valor máximo de la envolvente	0.253	30.012	92.799	189.44	1.77	0.00
N26	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	-0.408	-55.725	-69.561	-222.21	-2.86	0.00
		Valor máximo de la envolvente	0.410	74.269	148.772	137.07	2.87	0.00
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envolvente	-0.255	-30.012	-31.560	-162.71	-1.78	0.00
		Valor máximo de la envolvente	0.256	50.873	107.388	73.16	1.80	0.00

ENVOLVENTES DE LAS REACCIONES EN NUDOS

Referencia	Combinación		Reacciones en ejes globales					
	Tipo	Descripción	Rx (kN)	Ry (kN)	Rz (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Mz (kN·m)
N28	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	-0.408	-80.168	-69.561	-137.07	-2.86	0.00
		Valor máximo de la envolvente	0.410	55.725	134.767	247.88	2.87	0.00
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envolvente	-0.255	-57.018	-31.560	-73.16	-1.78	0.00
		Valor máximo de la envolvente	0.256	30.012	92.799	189.44	1.80	0.00
N31	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	-26.277	-61.021	-102.126	-229.52	-2.88	-0.03
		Valor máximo de la envolvente	0.416	75.958	149.418	156.10	2.91	0.03
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envolvente	-16.480	-32.976	-51.531	-168.71	-1.80	-0.02
		Valor máximo de la envolvente	0.259	52.020	107.471	84.15	1.82	0.02
N33	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	-26.277	-83.077	-102.137	-156.08	-2.88	-0.03
		Valor máximo de la envolvente	0.416	61.024	136.774	262.37	2.91	0.03
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envolvente	-16.480	-59.433	-51.537	-84.14	-1.80	-0.02
		Valor máximo de la envolvente	0.259	32.978	94.296	198.86	1.82	0.02
N36	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	-19.256	-29.726	-37.001	-36.02	-27.65	-0.01
		Valor máximo de la envolvente	42.643	26.662	47.413	58.49	27.18	0.01
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envolvente	-12.035	-18.489	-18.380	-23.90	-17.28	-0.01
		Valor máximo de la envolvente	26.630	17.026	31.951	36.80	16.98	0.00
N38	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	-19.256	-26.666	-36.997	-50.09	-27.65	-0.01
		Valor máximo de la envolvente	42.643	23.213	47.412	36.01	27.18	0.01
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envolvente	-12.035	-17.027	-18.378	-31.55	-17.28	0.00
		Valor máximo de la envolvente	26.630	14.418	31.949	23.89	16.98	0.01
N41	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	-28.252	0.000	-16.100	0.00	0.00	0.00
		Valor máximo de la envolvente	24.962	0.000	39.586	0.00	0.00	0.00
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envolvente	-17.658	0.000	-5.364	0.00	0.00	0.00
		Valor máximo de la envolvente	15.602	0.000	26.862	0.00	0.00	0.00
N42	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	-25.941	0.000	-22.977	0.00	0.00	0.00
		Valor máximo de la envolvente	24.519	0.000	51.511	0.00	0.00	0.00
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envolvente	-16.213	0.000	-9.537	0.00	0.00	0.00
		Valor máximo de la envolvente	15.324	0.000	37.569	0.00	0.00	0.00

ENVOLVENTES DE LAS REACCIONES EN NUDOS

Referencia	Combinación		Reacciones en ejes globales					
	Tipo	Descripción	Rx (kN)	Ry (kN)	Rz (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Mz (kN·m)
N43	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	-25.941	0.000	-22.981	0.00	0.00	0.00
		Valor máximo de la envolvente	24.519	0.000	45.721	0.00	0.00	0.00
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envolvente	-16.213	0.000	-9.539	0.00	0.00	0.00
		Valor máximo de la envolvente	15.324	0.000	31.537	0.00	0.00	0.00
N46	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	-24.519	0.000	-22.977	0.00	0.00	0.00
		Valor máximo de la envolvente	25.941	0.000	51.511	0.00	0.00	0.00
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envolvente	-15.324	0.000	-9.537	0.00	0.00	0.00
		Valor máximo de la envolvente	16.213	0.000	37.569	0.00	0.00	0.00
N47	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	-24.962	0.000	-16.100	0.00	0.00	0.00
		Valor máximo de la envolvente	28.252	0.000	39.586	0.00	0.00	0.00
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envolvente	-15.602	0.000	-5.364	0.00	0.00	0.00
		Valor máximo de la envolvente	17.658	0.000	26.862	0.00	0.00	0.00
N48	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	-24.519	0.000	-22.981	0.00	0.00	0.00
		Valor máximo de la envolvente	25.941	0.000	45.721	0.00	0.00	0.00
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envolvente	-15.324	0.000	-9.539	0.00	0.00	0.00
		Valor máximo de la envolvente	16.213	0.000	31.537	0.00	0.00	0.00

Referencias:

Rx, Ry, Rz: Reacciones en nudos con desplazamientos coaccionados (fuerzas).

Mx, My, Mz: Reacciones en nudos con giros coaccionados (momentos).

Nota: Las combinaciones de hormigón indicadas son las mismas que se utilizan para comprobar el estado límite de equilibrio en la cimentación.

ENVOLVENTES DE LOS ESFUERZOS EN BARRAS

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.000 m	0.861 m	1.722 m	2.584 m	3.445 m	4.306 m	5.167 m	6.029 m	6.890 m	
N1/N2	Acero laminado	N _{mín}	-42.552	-40.910	-39.269	-37.627	-35.985	-34.344	-32.702	-31.060	-29.419	
		N _{máx}	6.986	8.202	9.418	10.634	11.850	13.067	14.283	15.499	16.715	
		V _y _{mín}	-18.052	-14.579	-11.105	-7.632	-4.159	-1.177	-1.570	-4.390	-7.211	
		V _y _{máx}	15.355	12.534	9.713	6.893	4.072	1.252	2.788	6.261	9.735	
		V _z _{mín}	-24.960	-19.513	-14.066	-8.620	-6.340	-5.894	-6.010	-8.824	-13.814	
		V _z _{máx}	27.853	22.864	17.874	12.884	7.895	4.310	8.348	13.795	19.241	
		M _t _{mín}	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01
		M _t _{máx}	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
		M _y _{mín}	-33.68	-24.88	-17.27	-12.47	-11.96	-15.43	-14.82	-9.91	-13.45	
		M _y _{máx}	54.80	33.02	16.04	11.64	16.31	16.29	11.72	8.21	13.39	
		M _z _{mín}	-25.92	-12.32	-3.80	-3.27	-7.99	-10.28	-10.14	-7.58	-2.58	
M _z _{máx}	25.48	13.47	3.89	7.26	12.34	14.42	13.52	9.62	2.74			

Referencias:

N: Esfuerzo axil (kN)

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

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

M_t: Momento torsor (kN·m)

M_y: Momento flector en el plano 'XZ' (giro de la sección respecto al eje local 'Y' de la barra). (kN·m)

M_z: Momento flector en el plano 'XY' (giro de la sección respecto al eje local 'Z' de la barra). (kN·m)

ENVOLVENTES DE LOS ESFUERZOS EN BARRAS

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.000 m	0.861 m	1.722 m	2.584 m	3.445 m	4.306 m	5.167 m	6.029 m	6.890 m	
N3/N4	Acero laminado	N _{mín}	-42.551	-40.909	-39.268	-37.626	-35.984	-34.343	-32.701	-31.059	-29.418	
		N _{máx}	6.983	8.199	9.415	10.631	11.847	13.063	14.279	15.495	16.711	
		V _y _{mín}	-18.052	-14.579	-11.105	-7.632	-4.159	-1.177	-1.570	-4.390	-7.211	
		V _y _{máx}	15.355	12.534	9.713	6.893	4.072	1.252	2.788	6.261	9.735	
		V _z _{mín}	-21.747	-18.127	-14.508	-10.888	-7.268	-4.309	-8.342	-13.789	-19.236	
		V _z _{máx}	24.963	19.516	14.070	8.623	6.339	6.630	8.115	9.601	11.087	
		M _t _{mín}	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01
		M _t _{máx}	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
		M _y _{mín}	-46.92	-29.81	-16.05	-11.63	-16.31	-16.29	-11.72	-8.20	-16.94	
		M _y _{máx}	33.68	24.87	17.52	15.03	11.32	11.77	12.39	9.88	13.44	
		M _z _{mín}	-25.92	-12.32	-3.80	-3.27	-7.99	-10.28	-10.14	-7.58	-2.58	
M _z _{máx}	25.48	13.47	3.89	7.26	12.34	14.42	13.52	9.62	2.74			

ENVOLVENTES DE LOS ESFUERZOS EN BARRAS

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.000 m	0.803 m	1.605 m	2.408 m	3.211 m	4.013 m	4.816 m	5.618 m	6.421 m	
N6/N7	Acero laminado	N _{mín}	-135.450	-133.698	-131.946	-130.194	-128.442	-126.690	-124.937	-123.185	-121.433	
		N _{máx}	65.528	66.826	68.124	69.422	70.720	72.018	73.315	74.613	75.911	
		V _y _{mín}	-0.382	-0.382	-0.382	-0.382	-0.382	-0.382	-0.382	-0.382	-0.382	-0.382
		V _y _{máx}	0.390	0.390	0.390	0.390	0.390	0.390	0.390	0.390	0.390	0.390
		V _z _{mín}	-69.146	-69.275	-69.405	-69.535	-69.664	-69.794	-69.923	-75.074	-80.654	
		V _z _{máx}	56.347	51.883	47.420	42.956	43.405	49.719	58.115	66.664	75.213	
		M _t _{mín}	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02
		M _t _{máx}	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
		M _y _{mín}	-209.81	-154.26	-105.44	-63.09	-36.22	-48.50	-90.94	-138.45	-191.66	
		M _y _{máx}	144.11	104.84	73.73	47.19	53.95	101.21	154.75	212.77	275.26	
		M _z _{mín}	-2.70	-2.39	-2.08	-1.78	-1.47	-1.17	-0.87	-0.56	-0.26	
		M _z _{máx}	2.73	2.42	2.11	1.79	1.48	1.17	0.86	0.55	0.24	

ENVOLVENTES DE LOS ESFUERZOS EN BARRAS

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.000 m	0.803 m	1.605 m	2.408 m	3.211 m	4.013 m	4.816 m	5.618 m	6.421 m	
N8/N9	Acero laminado	N_{\min}	-123.378	-121.626	-119.873	-118.121	-116.369	-114.617	-112.865	-111.113	-109.361	
		N_{\max}	65.537	66.835	68.133	69.431	70.729	72.027	73.325	74.623	75.921	
		$V_{y\min}$	-0.382	-0.382	-0.382	-0.382	-0.382	-0.382	-0.382	-0.382	-0.382	-0.382
		$V_{y\max}$	0.390	0.390	0.390	0.390	0.390	0.390	0.390	0.390	0.390	0.390
		$V_{z\min}$	-56.350	-51.886	-47.423	-42.960	-43.411	-49.725	-58.121	-66.670	-75.218	
		$V_{z\max}$	75.820	77.482	79.143	80.805	82.467	84.128	85.790	87.452	89.113	
		$M_{t\min}$	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03
		$M_{t\max}$	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
		$M_{y\min}$	-144.09	-104.83	-73.72	-47.20	-49.98	-86.37	-152.22	-221.74	-292.60	
		$M_{y\max}$	240.61	185.79	128.75	72.36	36.22	48.58	91.03	138.54	191.75	
		$M_{z\min}$	-2.70	-2.39	-2.08	-1.78	-1.47	-1.17	-0.87	-0.56	-0.26	
		$M_{z\max}$	2.73	2.42	2.11	1.79	1.48	1.17	0.86	0.55	0.24	

ENVOLVENTES DE LOS ESFUERZOS EN BARRAS

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra											
			0.227 m	0.946 m	1.521 m	2.238 m	2.526 m	2.528 m	2.800 m	3.618 m	4.164 m	4.982 m	5.527 m	
N7/N53	Acero laminado	N _{mín}	-103.998	-102.701	-101.629	-100.350	-99.823	-95.415	-95.212	-94.603	-94.197	-93.588	-93.182	
		N _{máx}	93.751	93.416	93.113	92.758	92.590	89.641	89.683	89.810	89.895	90.022	90.107	
		V _y _{mín}	-0.217	-0.217	-0.217	-0.217	-0.217	-0.217	-0.217	-0.217	-0.217	-0.217	-0.217	-0.217
		V _y _{máx}	0.206	0.206	0.206	0.206	0.206	0.206	0.206	0.206	0.206	0.206	0.206	0.206
		V _z _{mín}	-100.245	-92.147	-85.795	-77.921	-74.888	-80.399	-77.375	-68.270	-62.200	-53.096	-47.026	
		V _z _{máx}	65.967	60.750	56.609	51.651	49.753	54.657	52.511	46.047	42.044	36.288	32.450	
		M _t _{mín}	-0.07	-0.07	-0.07	-0.07	-0.07	-0.04	-0.04	-0.04	-0.04	-0.04	-0.04	-0.04
		M _t _{máx}	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
		M _y _{mín}	-280.29	-211.03	-161.06	-119.01	-103.06	-106.67	-90.86	-60.91	-47.79	-47.67	-54.15	
		M _y _{máx}	203.98	159.07	125.54	86.71	72.08	75.01	60.72	44.97	54.12	93.28	115.34	
		M _z _{mín}	-0.03	-0.18	-0.29	-0.44	-0.50	-0.50	-0.56	-0.73	-0.84	-1.01	-1.12	
		M _z _{máx}	0.03	0.18	0.31	0.46	0.53	0.53	0.59	0.77	0.88	1.06	1.18	

ENVOLVENTES DE LOS ESFUERZOS EN BARRAS

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra											
			0.000 m	0.557 m	1.392 m	1.949 m	2.226 m	2.228 m	2.846 m	3.464 m	4.084 m	4.909 m	5.527 m	
N53/N10	Acero laminado	N _{mín}	-93.139	-92.724	-92.103	-91.688	-91.482	-90.568	-90.349	-90.146	-89.951	-89.865	-89.867	
		N _{máx}	97.331	97.418	97.547	97.634	97.677	97.032	97.311	97.603	97.905	98.332	98.664	
		V _y _{mín}	-0.204	-0.204	-0.204	-0.204	-0.204	-0.204	-0.204	-0.204	-0.204	-0.204	-0.204	-0.204
		V _y _{máx}	0.213	0.213	0.213	0.213	0.213	0.213	0.213	0.213	0.213	0.213	0.213	0.213
		V _z _{mín}	-46.051	-39.856	-30.562	-25.679	-23.861	-27.038	-22.892	-20.279	-17.735	-15.365	-14.746	
		V _z _{máx}	33.172	29.254	23.378	19.461	17.509	19.305	15.148	11.469	12.886	16.706	21.366	
		M _t _{mín}	-0.04	-0.04	-0.04	-0.04	-0.04	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05
		M _t _{máx}	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
		M _y _{mín}	-54.15	-71.34	-93.33	-105.25	-110.38	-112.55	-123.19	-131.28	-136.86	-140.34	-140.02	
		M _y _{máx}	115.34	133.96	161.30	176.60	182.93	187.17	200.37	209.27	213.86	213.16	207.48	
		M _z _{mín}	-1.12	-1.01	-0.88	-0.80	-0.76	-0.76	-0.69	-0.62	-0.55	-0.46	-0.42	
		M _z _{máx}	1.18	1.06	0.91	0.81	0.77	0.77	0.66	0.55	0.45	0.47	0.54	

ENVOLVENTES DE LOS ESFUERZOS EN BARRAS

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra											
			0.227 m	0.946 m	1.521 m	2.238 m	2.526 m	2.528 m	2.800 m	3.618 m	4.164 m	4.982 m	5.527 m	
N9/N54	Acero laminado	N _{mín}	-106.233	-105.082	-104.128	-102.986	-102.514	-98.454	-98.252	-97.712	-97.452	-97.061	-96.801	
		N _{máx}	93.758	93.423	93.120	92.765	92.597	89.648	89.690	89.817	89.902	90.029	90.114	
		V _y _{mín}	-0.206	-0.206	-0.206	-0.206	-0.206	-0.206	-0.206	-0.206	-0.206	-0.206	-0.206	-0.206
		V _y _{máx}	0.217	0.217	0.217	0.217	0.217	0.217	0.217	0.217	0.217	0.217	0.217	0.217
		V _z _{mín}	-87.895	-81.713	-76.895	-70.937	-68.674	-74.344	-72.045	-65.120	-60.504	-53.579	-48.963	
		V _z _{máx}	65.975	60.758	56.617	51.659	49.762	54.666	52.519	46.056	42.053	36.297	32.459	
		M _t _{mín}	-0.06	-0.06	-0.06	-0.06	-0.06	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05
		M _t _{máx}	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
		M _y _{mín}	-303.99	-242.94	-197.25	-144.10	-127.35	-131.73	-114.89	-71.13	-47.80	-47.67	-54.10	
		M _y _{máx}	204.07	159.15	125.62	86.78	72.16	75.09	60.79	44.97	52.72	77.71	96.54	
		M _z _{mín}	-0.03	-0.18	-0.31	-0.47	-0.53	-0.53	-0.59	-0.77	-0.88	-1.06	-1.18	
		M _z _{máx}	0.03	0.18	0.29	0.44	0.50	0.50	0.56	0.73	0.84	1.01	1.12	

ENVOLVENTES DE LOS ESFUERZOS EN BARRAS

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra											
			0.000 m	0.557 m	1.392 m	1.949 m	2.226 m	2.228 m	2.846 m	3.464 m	4.084 m	4.909 m	5.527 m	
N54/N10	Acero laminado	N _{min}	-94.653	-94.239	-93.617	-93.301	-93.168	-91.985	-91.807	-91.638	-91.460	-91.257	-91.117	
		N _{máx}	97.335	97.421	97.551	97.638	97.681	97.035	97.314	97.607	97.908	98.336	98.667	
		V _{ymin}	-0.213	-0.213	-0.213	-0.213	-0.213	-0.213	-0.213	-0.213	-0.213	-0.213	-0.213	-0.213
		V _{y máx}	0.204	0.204	0.204	0.204	0.204	0.204	0.204	0.204	0.204	0.204	0.204	0.204
		V _{Zmin}	-47.989	-43.277	-36.208	-31.496	-29.149	-32.765	-27.608	-24.276	-20.991	-16.481	-14.748	
		V _{Z máx}	33.181	29.263	23.387	19.470	17.518	19.314	15.157	11.470	12.885	16.704	20.512	
		M _{tmin}	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05
		M _{t máx}	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
		M _{ymin}	-54.10	-71.30	-93.29	-105.22	-110.35	-112.52	-123.17	-131.27	-136.85	-140.34	-140.02	
		M _{y máx}	96.54	112.39	134.27	146.04	150.84	154.55	165.37	180.70	192.77	203.60	207.77	
		M _{Zmin}	-1.18	-1.06	-0.91	-0.81	-0.77	-0.77	-0.66	-0.55	-0.45	-0.49	-0.54	
		M _{Z máx}	1.12	1.01	0.88	0.79	0.76	0.76	0.69	0.62	0.55	0.46	0.42	

ENVOLVENTES DE LOS ESFUERZOS EN BARRAS

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.000 m	0.803 m	1.605 m	2.408 m	3.211 m	4.013 m	4.816 m	5.618 m	6.421 m	
N11/N12	Acero laminado	N _{mín}	-134.708	-132.955	-131.203	-129.451	-127.699	-125.947	-124.195	-122.443	-120.690	
		N _{máx}	63.227	64.525	65.823	67.121	68.419	69.717	71.014	72.312	73.610	
		V _y _{mín}	-0.382	-0.382	-0.382	-0.382	-0.382	-0.382	-0.382	-0.382	-0.382	-0.382
		V _y _{máx}	0.384	0.384	0.384	0.384	0.384	0.384	0.384	0.384	0.384	0.384
		V _z _{mín}	-67.701	-67.831	-67.960	-68.090	-68.219	-68.349	-69.607	-75.187	-80.767	
		V _z _{máx}	51.439	46.976	42.513	38.049	40.573	46.887	54.177	62.278	70.379	
		M _t _{mín}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _t _{máx}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _y _{mín}	-203.32	-148.93	-99.35	-58.82	-31.72	-45.10	-85.27	-130.50	-180.81	
		M _y _{máx}	126.42	90.67	63.51	41.46	51.90	98.54	152.17	210.28	272.86	
		M _z _{mín}	-2.68	-2.37	-2.06	-1.76	-1.45	-1.14	-0.84	-0.53	-0.22	
		M _z _{máx}	2.69	2.38	2.07	1.77	1.46	1.15	0.84	0.53	0.22	

ENVOLVENTES DE LOS ESFUERZOS EN BARRAS

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.000 m	0.803 m	1.605 m	2.408 m	3.211 m	4.013 m	4.816 m	5.618 m	6.421 m	
N13/N14	Acero laminado	N _{mín}	-121.578	-119.826	-118.074	-116.322	-114.570	-112.817	-111.065	-109.313	-107.561	
		N _{máx}	63.227	64.525	65.823	67.121	68.419	69.717	71.014	72.312	73.610	
		V _y _{mín}	-0.382	-0.382	-0.382	-0.382	-0.382	-0.382	-0.382	-0.382	-0.382	-0.382
		V _y _{máx}	0.384	0.384	0.384	0.384	0.384	0.384	0.384	0.384	0.384	0.384
		V _z _{mín}	-51.439	-46.976	-42.513	-38.049	-40.573	-46.887	-54.177	-62.278	-70.379	
		V _z _{máx}	73.231	74.893	76.555	78.216	79.878	81.540	83.201	84.863	86.524	
		M _t _{mín}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _t _{máx}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _y _{mín}	-126.42	-90.67	-63.51	-41.46	-48.37	-85.04	-149.29	-216.73	-285.51	
		M _y _{máx}	227.38	174.80	120.56	67.51	31.72	45.10	85.27	130.50	180.81	
		M _z _{mín}	-2.68	-2.37	-2.06	-1.76	-1.45	-1.14	-0.84	-0.53	-0.22	
		M _z _{máx}	2.69	2.38	2.07	1.77	1.46	1.15	0.84	0.53	0.22	

ENVOLVENTES DE LOS ESFUERZOS EN BARRAS

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra													
			0.227 m	1.521 m	2.526 m	2.528 m	3.050 m	4.095 m	5.664 m	7.232 m	7.754 m	7.756 m	8.374 m	9.611 m	11.055 m	
N12/N15	Acero laminado	N _{min}	-102.600	-100.235	-98.433	-94.082	-93.693	-92.915	-91.748	-90.580	-90.192	-89.281	-89.062	-88.665	-88.591	
		N _{máx}	87.629	87.077	86.619	83.871	83.952	84.114	84.358	84.602	84.683	84.070	84.332	84.888	85.599	
		V _{ymin}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		V _{ymáx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		V _{zmin}	-99.288	-84.833	-73.920	-79.361	-73.555	-61.921	-44.471	-27.726	-24.307	-27.080	-22.954	-17.834	-16.043	
		V _{zmáx}	61.370	53.059	46.531	51.022	47.351	39.996	28.963	17.929	14.259	17.352	13.233	10.711	21.331	
		M _{tmin}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _{tmáx}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _{ymin}	-278.42	-159.15	-101.04	-104.38	-76.14	-46.67	-55.86	-92.63	-101.03	-104.70	-114.15	-125.51	-126.09	
		M _{ymáx}	190.37	116.22	66.33	70.11	44.55	47.65	116.06	166.80	179.38	183.59	196.73	210.11	203.59	
		M _{Zmin}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
		M _{Zmáx}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	

ENVOLVENTES DE LOS ESFUERZOS EN BARRAS

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra													
			0.227 m	1.521 m	2.526 m	2.528 m	3.050 m	4.095 m	5.664 m	7.232 m	7.754 m	7.756 m	8.374 m	9.611 m	11.055 m	
N14/N15	Acero laminado	N _{mín}	-103.372	-101.273	-99.665	-95.692	-95.303	-94.525	-93.358	-92.308	-92.059	-90.909	-90.731	-90.387	-90.045	
		N _{máx}	87.629	87.077	86.619	83.871	83.952	84.114	84.358	84.602	84.683	84.070	84.332	84.888	85.599	
		V _y _{mín}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		V _y _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		V _z _{mín}	-86.459	-75.448	-67.214	-72.740	-68.325	-59.478	-46.206	-32.935	-28.519	-32.112	-26.831	-20.205	-16.043	
		V _z _{máx}	61.370	53.059	46.531	51.022	47.351	39.996	28.963	17.929	14.259	17.352	13.233	10.711	19.444	
		M _t _{mín}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _t _{máx}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _y _{mín}	-296.24	-191.37	-121.39	-125.64	-95.39	-46.67	-55.86	-92.63	-101.03	-104.70	-114.15	-125.51	-126.09	
		M _y _{máx}	190.37	116.22	66.33	70.11	44.55	46.92	99.05	140.63	150.75	153.99	164.38	189.84	203.89	
		M _z _{mín}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
		M _z _{máx}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	

ENVOLVENTES DE LOS ESFUERZOS EN BARRAS

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.000 m	0.803 m	1.605 m	2.408 m	3.211 m	4.013 m	4.816 m	5.618 m	6.421 m	
N16/N17	Acero laminado	N _{mín}	-134.708	-132.955	-131.203	-129.451	-127.699	-125.947	-124.195	-122.443	-120.690	
		N _{máx}	62.704	64.002	65.299	66.597	67.895	69.193	70.491	71.789	73.087	
		V _y _{mín}	-0.378	-0.378	-0.378	-0.378	-0.378	-0.378	-0.378	-0.378	-0.378	-0.378
		V _y _{máx}	0.379	0.379	0.379	0.379	0.379	0.379	0.379	0.379	0.379	0.379
		V _z _{mín}	-67.701	-67.831	-67.960	-68.090	-68.219	-68.349	-69.607	-75.187	-80.767	
		V _z _{máx}	51.439	46.976	42.513	38.049	40.573	46.887	53.361	60.134	66.907	
		M _t _{mín}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _t _{máx}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _y _{mín}	-203.32	-148.93	-99.35	-58.82	-31.72	-45.10	-85.27	-130.50	-180.81	
		M _y _{máx}	126.42	90.67	63.51	41.46	51.90	98.54	152.17	210.28	272.86	
		M _z _{mín}	-2.65	-2.34	-2.04	-1.74	-1.43	-1.13	-0.83	-0.52	-0.22	
		M _z _{máx}	2.65	2.35	2.04	1.74	1.44	1.13	0.83	0.52	0.22	

ENVOLVENTES DE LOS ESFUERZOS EN BARRAS

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.000 m	0.803 m	1.605 m	2.408 m	3.211 m	4.013 m	4.816 m	5.618 m	6.421 m	
N18/N19	Acero laminado	N _{mín}	-121.578	-119.826	-118.074	-116.322	-114.570	-112.817	-111.065	-109.313	-107.561	
		N _{máx}	62.704	64.002	65.299	66.597	67.895	69.193	70.491	71.789	73.087	
		V _y _{mín}	-0.378	-0.378	-0.378	-0.378	-0.378	-0.378	-0.378	-0.378	-0.378	-0.378
		V _y _{máx}	0.379	0.379	0.379	0.379	0.379	0.379	0.379	0.379	0.379	0.379
		V _z _{mín}	-51.439	-46.976	-42.513	-38.049	-40.573	-46.887	-53.361	-60.134	-66.907	
		V _z _{máx}	73.231	74.893	76.555	78.216	79.878	81.540	83.201	84.863	86.524	
		M _t _{mín}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _t _{máx}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _y _{mín}	-126.42	-90.67	-63.51	-41.46	-48.37	-85.04	-149.29	-216.73	-285.51	
		M _y _{máx}	227.38	174.80	120.56	67.51	31.72	45.10	85.27	130.50	180.81	
		M _z _{mín}	-2.65	-2.34	-2.04	-1.74	-1.43	-1.13	-0.83	-0.52	-0.22	
		M _z _{máx}	2.65	2.35	2.04	1.74	1.44	1.13	0.83	0.52	0.22	

ENVOLVENTES DE LOS ESFUERZOS EN BARRAS

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra													
			0.227 m	1.521 m	2.526 m	2.528 m	3.050 m	4.095 m	5.664 m	7.232 m	7.754 m	7.756 m	8.374 m	9.611 m	11.055 m	
N17/N20	Acero laminado	N _{mín}	-102.600	-100.235	-98.433	-94.082	-93.693	-92.915	-91.748	-90.580	-90.192	-89.281	-89.062	-88.665	-88.591	
		N _{máx}	83.173	82.624	82.168	79.410	79.491	79.654	79.897	80.141	80.222	79.602	79.862	80.415	81.122	
		V _y _{mín}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		V _y _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		V _z _{mín}	-99.288	-84.833	-73.920	-79.361	-73.555	-61.921	-44.471	-27.726	-24.307	-27.080	-22.954	-17.834	-16.043	
		V _z _{máx}	61.370	53.059	46.531	51.022	47.351	39.996	28.963	17.929	14.259	17.352	13.233	10.711	21.331	
		M _t _{mín}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _t _{máx}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _y _{mín}	-278.42	-159.15	-101.04	-104.38	-76.14	-46.67	-55.86	-92.63	-101.03	-104.70	-114.15	-125.51	-126.09	
		M _y _{máx}	190.37	116.22	66.04	69.56	43.97	47.65	116.06	166.80	179.38	183.59	196.73	210.11	203.59	
		M _z _{mín}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
		M _z _{máx}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	

ENVOLVENTES DE LOS ESFUERZOS EN BARRAS

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra													
			0.227 m	1.521 m	2.526 m	2.528 m	3.050 m	4.095 m	5.664 m	7.232 m	7.754 m	7.756 m	8.374 m	9.611 m	11.055 m	
N19/N20	Acero laminado	N _{min}	-103.372	-101.273	-99.665	-95.692	-95.303	-94.525	-93.358	-92.308	-92.059	-90.909	-90.731	-90.387	-90.045	
		N _{máx}	83.173	82.624	82.168	79.410	79.491	79.654	79.897	80.141	80.222	79.602	79.862	80.415	81.122	
		V _{ymin}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		V _{ymáx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		V _{zmin}	-86.459	-75.448	-67.214	-72.740	-68.325	-59.478	-46.206	-32.935	-28.519	-32.112	-26.831	-20.205	-16.043	
		V _{zmáx}	61.370	53.059	46.531	51.022	47.351	39.996	28.963	17.929	14.259	17.352	13.233	10.711	19.444	
		M _{tmin}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _{t máx}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _{ymin}	-296.24	-191.37	-121.39	-125.64	-95.39	-46.67	-55.86	-92.63	-101.03	-104.70	-114.15	-125.51	-126.09	
		M _{ymáx}	190.37	116.22	66.04	69.56	43.97	46.92	99.05	140.63	150.75	153.99	164.38	189.84	203.89	
		M _{zmin}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _{zmáx}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

ENVOLVENTES DE LOS ESFUERZOS EN BARRAS

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.000 m	0.803 m	1.605 m	2.408 m	3.211 m	4.013 m	4.816 m	5.618 m	6.421 m	
N21/N22	Acero laminado	N _{mín}	-134.708	-132.955	-131.203	-129.451	-127.699	-125.947	-124.195	-122.443	-120.690	
		N _{máx}	62.704	64.002	65.299	66.597	67.895	69.193	70.491	71.789	73.087	
		V _y _{mín}	-0.379	-0.379	-0.379	-0.379	-0.379	-0.379	-0.379	-0.379	-0.379	-0.379
		V _y _{máx}	0.378	0.378	0.378	0.378	0.378	0.378	0.378	0.378	0.378	0.378
		V _z _{mín}	-67.701	-67.831	-67.960	-68.090	-68.219	-68.349	-69.607	-75.187	-80.767	
		V _z _{máx}	51.439	46.976	42.513	38.049	40.573	46.887	53.361	60.134	66.907	
		M _t _{mín}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _t _{máx}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _y _{mín}	-203.32	-148.93	-99.35	-58.82	-31.72	-45.10	-85.27	-130.50	-180.81	
		M _y _{máx}	126.42	90.67	63.51	41.46	51.90	98.54	152.17	210.28	272.86	
		M _z _{mín}	-2.65	-2.35	-2.04	-1.74	-1.44	-1.13	-0.83	-0.52	-0.22	
		M _z _{máx}	2.65	2.34	2.04	1.74	1.43	1.13	0.83	0.52	0.22	

ENVOLVENTES DE LOS ESFUERZOS EN BARRAS

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.000 m	0.803 m	1.605 m	2.408 m	3.211 m	4.013 m	4.816 m	5.618 m	6.421 m	
N23/N24	Acero laminado	N _{mín}	-121.578	-119.826	-118.074	-116.322	-114.570	-112.817	-111.065	-109.313	-107.561	
		N _{máx}	62.704	64.002	65.299	66.597	67.895	69.193	70.491	71.789	73.087	
		V _y _{mín}	-0.379	-0.379	-0.379	-0.379	-0.379	-0.379	-0.379	-0.379	-0.379	-0.379
		V _y _{máx}	0.378	0.378	0.378	0.378	0.378	0.378	0.378	0.378	0.378	0.378
		V _z _{mín}	-51.439	-46.976	-42.513	-38.049	-40.573	-46.887	-53.361	-60.134	-66.907	
		V _z _{máx}	73.231	74.893	76.555	78.216	79.878	81.540	83.201	84.863	86.524	
		M _t _{mín}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _t _{máx}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _y _{mín}	-126.42	-90.67	-63.51	-41.46	-48.37	-85.04	-149.29	-216.73	-285.51	
		M _y _{máx}	227.38	174.80	120.56	67.51	31.72	45.10	85.27	130.50	180.81	
		M _z _{mín}	-2.65	-2.35	-2.04	-1.74	-1.44	-1.13	-0.83	-0.52	-0.22	
		M _z _{máx}	2.65	2.34	2.04	1.74	1.43	1.13	0.83	0.52	0.22	

ENVOLVENTES DE LOS ESFUERZOS EN BARRAS

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra													
			0.227 m	1.521 m	2.526 m	2.528 m	3.050 m	4.095 m	5.664 m	7.232 m	7.754 m	7.756 m	8.374 m	9.611 m	11.055 m	
N22/N25	Acero laminado	N _{min}	-102.600	-100.235	-98.433	-94.082	-93.693	-92.915	-91.748	-90.580	-90.192	-89.281	-89.062	-88.665	-88.591	
		N _{máx}	83.173	82.624	82.168	79.410	79.491	79.654	79.897	80.141	80.222	79.602	79.862	80.415	81.122	
		V _{ymin}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		V _{ymáx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		V _{zmin}	-99.288	-84.833	-73.920	-79.361	-73.555	-61.921	-44.471	-27.726	-24.307	-27.080	-22.954	-17.834	-16.043	
		V _{zmáx}	61.370	53.059	46.531	51.022	47.351	39.996	28.963	17.929	14.259	17.352	13.233	10.711	21.331	
		M _{tmin}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _{tmax}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _{ymin}	-278.42	-159.15	-101.04	-104.38	-76.14	-46.67	-55.86	-92.63	-101.03	-104.70	-114.15	-125.51	-126.09	
		M _{y máx}	190.37	116.22	66.04	69.56	43.97	47.65	116.06	166.80	179.38	183.59	196.73	210.11	203.59	
		M _{zmin}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
		M _{z máx}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	

ENVOLVENTES DE LOS ESFUERZOS EN BARRAS

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra													
			0.227 m	1.521 m	2.526 m	2.528 m	3.050 m	4.095 m	5.664 m	7.232 m	7.754 m	7.756 m	8.374 m	9.611 m	11.055 m	
N24/N25	Acero laminado	N _{min}	-103.372	-101.273	-99.665	-95.692	-95.303	-94.525	-93.358	-92.308	-92.059	-90.909	-90.731	-90.387	-90.045	
		N _{máx}	83.173	82.624	82.168	79.410	79.491	79.654	79.897	80.141	80.222	79.602	79.862	80.415	81.122	
		V _{ymin}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		V _{ymáx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		V _{zmin}	-86.459	-75.448	-67.214	-72.740	-68.325	-59.478	-46.206	-32.935	-28.519	-32.112	-26.831	-20.205	-16.043	
		V _{zmáx}	61.370	53.059	46.531	51.022	47.351	39.996	28.963	17.929	14.259	17.352	13.233	10.711	19.444	
		M _{tmin}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _{t máx}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _{ymin}	-296.24	-191.37	-121.39	-125.64	-95.39	-46.67	-55.86	-92.63	-101.03	-104.70	-114.15	-125.51	-126.09	
		M _{ymáx}	190.37	116.22	66.04	69.56	43.97	46.92	99.05	140.63	150.75	153.99	164.38	189.84	203.89	
		M _{zmin}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _{zmáx}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

ENVOLVENTES DE LOS ESFUERZOS EN BARRAS

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.000 m	0.803 m	1.605 m	2.408 m	3.211 m	4.013 m	4.816 m	5.618 m	6.421 m	
N26/N27	Acero laminado	N _{mín}	-134.708	-132.955	-131.203	-129.451	-127.699	-125.947	-124.195	-122.443	-120.690	
		N _{máx}	63.227	64.525	65.823	67.121	68.419	69.717	71.014	72.312	73.610	
		V _y _{mín}	-0.384	-0.384	-0.384	-0.384	-0.384	-0.384	-0.384	-0.384	-0.384	-0.384
		V _y _{máx}	0.382	0.382	0.382	0.382	0.382	0.382	0.382	0.382	0.382	0.382
		V _z _{mín}	-67.701	-67.831	-67.960	-68.090	-68.219	-68.349	-69.607	-75.187	-80.767	
		V _z _{máx}	51.439	46.976	42.513	38.049	40.573	46.887	54.177	62.278	70.379	
		M _t _{mín}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _t _{máx}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _y _{mín}	-203.32	-148.93	-99.35	-58.82	-31.72	-45.10	-85.27	-130.50	-180.81	
		M _y _{máx}	126.42	90.67	63.51	41.46	51.90	98.54	152.17	210.28	272.86	
		M _z _{mín}	-2.69	-2.38	-2.07	-1.77	-1.46	-1.15	-0.84	-0.53	-0.22	
		M _z _{máx}	2.68	2.37	2.06	1.76	1.45	1.14	0.84	0.53	0.22	

ENVOLVENTES DE LOS ESFUERZOS EN BARRAS

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.000 m	0.803 m	1.605 m	2.408 m	3.211 m	4.013 m	4.816 m	5.618 m	6.421 m	
N28/N29	Acero laminado	N _{min}	-121.578	-119.826	-118.074	-116.322	-114.570	-112.817	-111.065	-109.313	-107.561	
		N _{máx}	63.227	64.525	65.823	67.121	68.419	69.717	71.014	72.312	73.610	
		V _{ymin}	-0.384	-0.384	-0.384	-0.384	-0.384	-0.384	-0.384	-0.384	-0.384	-0.384
		V _{ymáx}	0.382	0.382	0.382	0.382	0.382	0.382	0.382	0.382	0.382	0.382
		V _{zmin}	-51.439	-46.976	-42.513	-38.049	-40.573	-46.887	-54.177	-62.278	-70.379	
		V _{zmáx}	73.231	74.893	76.555	78.216	79.878	81.540	83.201	84.863	86.524	
		M _{tmin}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _{tmáx}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _{ymin}	-126.42	-90.67	-63.51	-41.46	-48.37	-85.04	-149.29	-216.73	-285.51	
		M _{ymáx}	227.38	174.80	120.56	67.51	31.72	45.10	85.27	130.50	180.81	
		M _{zmin}	-2.69	-2.38	-2.07	-1.77	-1.46	-1.15	-0.84	-0.53	-0.22	
		M _{zmáx}	2.68	2.37	2.06	1.76	1.45	1.14	0.84	0.53	0.22	

ENVOLVENTES DE LOS ESFUERZOS EN BARRAS

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra													
			0.227 m	1.521 m	2.526 m	2.528 m	3.050 m	4.095 m	5.664 m	7.232 m	7.754 m	7.756 m	8.374 m	9.611 m	11.055 m	
N27/N30	Acero laminado	N _{mín}	-102.600	-100.235	-98.433	-94.082	-93.693	-92.915	-91.748	-90.580	-90.192	-89.281	-89.062	-88.665	-88.591	
		N _{máx}	87.629	87.077	86.619	83.871	83.952	84.114	84.358	84.602	84.683	84.070	84.332	84.888	85.599	
		V _y _{mín}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		V _y _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		V _z _{mín}	-99.288	-84.833	-73.920	-79.361	-73.555	-61.921	-44.471	-27.726	-24.307	-27.080	-22.954	-17.834	-16.043	
		V _z _{máx}	61.370	53.059	46.531	51.022	47.351	39.996	28.963	17.929	14.259	17.352	13.233	10.711	21.331	
		M _t _{mín}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _t _{máx}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _y _{mín}	-278.42	-159.15	-101.04	-104.38	-76.14	-46.67	-55.86	-92.63	-101.03	-104.70	-114.15	-125.51	-126.09	
		M _y _{máx}	190.37	116.22	66.33	70.11	44.55	47.65	116.06	166.80	179.38	183.59	196.73	210.11	203.59	
		M _z _{mín}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
		M _z _{máx}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	

ENVOLVENTES DE LOS ESFUERZOS EN BARRAS

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra													
			0.227 m	1.521 m	2.526 m	2.528 m	3.050 m	4.095 m	5.664 m	7.232 m	7.754 m	7.756 m	8.374 m	9.611 m	11.055 m	
N29/N30	Acero laminado	N _{min}	-103.372	-101.273	-99.665	-95.692	-95.303	-94.525	-93.358	-92.308	-92.059	-90.909	-90.731	-90.387	-90.045	
		N _{máx}	87.629	87.077	86.619	83.871	83.952	84.114	84.358	84.602	84.683	84.070	84.332	84.888	85.599	
		V _{ymin}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		V _{ymax}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		V _{zmin}	-86.459	-75.448	-67.214	-72.740	-68.325	-59.478	-46.206	-32.935	-28.519	-32.112	-26.831	-20.205	-16.043	
		V _{zmax}	61.370	53.059	46.531	51.022	47.351	39.996	28.963	17.929	14.259	17.352	13.233	10.711	19.444	
		M _{tmin}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _{tmax}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _{ymin}	-296.24	-191.37	-121.39	-125.64	-95.39	-46.67	-55.86	-92.63	-101.03	-104.70	-114.15	-125.51	-126.09	
		M _{ymax}	190.37	116.22	66.33	70.11	44.55	46.92	99.05	140.63	150.75	153.99	164.38	189.84	203.89	
		M _{zmin}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
		M _{zmax}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	

ENVOLVENTES DE LOS ESFUERZOS EN BARRAS

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.000 m	0.803 m	1.605 m	2.408 m	3.211 m	4.013 m	4.816 m	5.618 m	6.421 m	
N31/N32	Acero laminado	N _{mín}	-135.450	-133.698	-131.946	-130.194	-128.442	-126.690	-124.937	-123.185	-121.433	
		N _{máx}	65.528	66.826	68.124	69.422	70.720	72.018	73.315	74.613	75.911	
		V _y _{mín}	-0.390	-0.390	-0.390	-0.390	-0.390	-0.390	-0.390	-0.390	-0.390	-0.390
		V _y _{máx}	0.382	0.382	0.382	0.382	0.382	0.382	0.382	0.382	0.382	0.382
		V _z _{mín}	-69.146	-69.275	-69.405	-69.535	-69.664	-69.794	-69.923	-75.074	-80.654	
		V _z _{máx}	56.347	51.883	47.420	42.956	43.405	49.719	58.115	66.664	75.213	
		M _t _{mín}	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03
		M _t _{máx}	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
		M _y _{mín}	-209.81	-154.26	-105.44	-63.09	-36.22	-48.50	-90.94	-138.45	-191.66	
		M _y _{máx}	144.11	104.84	73.73	47.19	53.95	101.21	154.75	212.77	275.26	
		M _z _{mín}	-2.73	-2.42	-2.11	-1.79	-1.48	-1.17	-0.86	-0.55	-0.24	
		M _z _{máx}	2.70	2.39	2.08	1.78	1.47	1.17	0.87	0.56	0.26	

ENVOLVENTES DE LOS ESFUERZOS EN BARRAS

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.000 m	0.803 m	1.605 m	2.408 m	3.211 m	4.013 m	4.816 m	5.618 m	6.421 m	
N33/N34	Acero laminado	N _{mín}	-123.378	-121.626	-119.873	-118.121	-116.369	-114.617	-112.865	-111.113	-109.361	
		N _{máx}	65.537	66.835	68.133	69.431	70.729	72.027	73.325	74.623	75.921	
		V _y _{mín}	-0.390	-0.390	-0.390	-0.390	-0.390	-0.390	-0.390	-0.390	-0.390	-0.390
		V _y _{máx}	0.382	0.382	0.382	0.382	0.382	0.382	0.382	0.382	0.382	0.382
		V _z _{mín}	-56.350	-51.886	-47.423	-42.960	-43.411	-49.725	-58.121	-66.670	-75.218	
		V _z _{máx}	75.820	77.482	79.143	80.805	82.467	84.128	85.790	87.452	89.113	
		M _t _{mín}	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02
		M _t _{máx}	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
		M _y _{mín}	-144.09	-104.83	-73.72	-47.20	-49.98	-86.37	-152.22	-221.74	-292.60	
		M _y _{máx}	240.61	185.79	128.75	72.36	36.22	48.58	91.03	138.54	191.75	
		M _z _{mín}	-2.73	-2.42	-2.11	-1.79	-1.48	-1.17	-0.86	-0.55	-0.24	
		M _z _{máx}	2.70	2.39	2.08	1.78	1.47	1.17	0.87	0.56	0.26	

ENVOLVENTES DE LOS ESFUERZOS EN BARRAS

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra											
			0.227 m	0.946 m	1.521 m	2.238 m	2.526 m	2.528 m	2.800 m	3.618 m	4.164 m	4.982 m	5.527 m	
N32/N52	Acero laminado	N _{min}	-103.998	-102.701	-101.629	-100.350	-99.823	-95.415	-95.212	-94.603	-94.197	-93.588	-93.182	
		N _{máx}	93.751	93.416	93.113	92.758	92.590	89.641	89.683	89.810	89.895	90.022	90.107	
		V _{ymin}	-0.206	-0.206	-0.206	-0.206	-0.206	-0.206	-0.206	-0.206	-0.206	-0.206	-0.206	-0.206
		V _{ymáx}	0.217	0.217	0.217	0.217	0.217	0.217	0.217	0.217	0.217	0.217	0.217	0.217
		V _{Zmin}	-100.245	-92.147	-85.795	-77.921	-74.888	-80.399	-77.375	-68.270	-62.200	-53.096	-47.026	
		V _{Zmáx}	65.967	60.750	56.609	51.651	49.753	54.657	52.511	46.047	42.044	36.288	32.450	
		M _{tmin}	-0.06	-0.06	-0.06	-0.06	-0.06	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05
		M _{tmáx}	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
		M _{ymin}	-280.29	-211.03	-161.06	-119.01	-103.06	-106.67	-90.86	-60.91	-47.79	-47.67	-54.15	
		M _{ymáx}	203.98	159.07	125.54	86.71	72.08	75.01	60.72	44.97	54.12	93.28	115.34	
		M _{Zmin}	-0.03	-0.18	-0.31	-0.46	-0.53	-0.53	-0.59	-0.77	-0.88	-1.06	-1.18	
		M _{Zmáx}	0.03	0.18	0.29	0.44	0.50	0.50	0.56	0.73	0.84	1.01	1.12	

ENVOLVENTES DE LOS ESFUERZOS EN BARRAS

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra											
			0.000 m	0.557 m	1.392 m	1.949 m	2.226 m	2.228 m	2.846 m	3.464 m	4.084 m	4.909 m	5.527 m	
N52/N35	Acero laminado	N _{mín}	-93.139	-92.724	-92.103	-91.688	-91.482	-90.568	-90.349	-90.146	-89.951	-89.865	-89.867	
		N _{máx}	97.331	97.418	97.547	97.634	97.677	97.032	97.311	97.603	97.905	98.332	98.664	
		V _y _{mín}	-0.213	-0.213	-0.213	-0.213	-0.213	-0.213	-0.213	-0.213	-0.213	-0.213	-0.213	-0.213
		V _y _{máx}	0.204	0.204	0.204	0.204	0.204	0.204	0.204	0.204	0.204	0.204	0.204	0.204
		V _z _{mín}	-46.051	-39.856	-30.562	-25.679	-23.861	-27.038	-22.892	-20.279	-17.735	-15.365	-14.746	
		V _z _{máx}	33.172	29.254	23.378	19.461	17.509	19.305	15.148	11.469	12.886	16.706	21.366	
		M _t _{mín}	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05
		M _t _{máx}	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
		M _y _{mín}	-54.15	-71.34	-93.33	-105.25	-110.38	-112.55	-123.19	-131.28	-136.86	-140.34	-140.02	
		M _y _{máx}	115.34	133.96	161.30	176.60	182.93	187.17	200.37	209.27	213.86	213.16	207.48	
		M _z _{mín}	-1.18	-1.06	-0.91	-0.81	-0.77	-0.77	-0.66	-0.55	-0.45	-0.47	-0.54	
		M _z _{máx}	1.12	1.01	0.88	0.80	0.76	0.76	0.69	0.62	0.55	0.46	0.42	

ENVOLVENTES DE LOS ESFUERZOS EN BARRAS

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra											
			0.227 m	0.946 m	1.521 m	2.238 m	2.526 m	2.528 m	2.800 m	3.618 m	4.164 m	4.982 m	5.527 m	
N34/N51	Acero laminado	N _{mín}	-106.233	-105.082	-104.128	-102.986	-102.514	-98.454	-98.252	-97.712	-97.452	-97.061	-96.801	
		N _{máx}	93.758	93.423	93.120	92.765	92.597	89.648	89.690	89.817	89.902	90.029	90.114	
		V _y _{mín}	-0.217	-0.217	-0.217	-0.217	-0.217	-0.217	-0.217	-0.217	-0.217	-0.217	-0.217	-0.217
		V _y _{máx}	0.206	0.206	0.206	0.206	0.206	0.206	0.206	0.206	0.206	0.206	0.206	0.206
		V _z _{mín}	-87.895	-81.713	-76.895	-70.937	-68.674	-74.344	-72.045	-65.120	-60.504	-53.579	-48.963	
		V _z _{máx}	65.975	60.758	56.617	51.659	49.762	54.666	52.519	46.056	42.053	36.297	32.459	
		M _t _{mín}	-0.07	-0.07	-0.07	-0.07	-0.07	-0.04	-0.04	-0.04	-0.04	-0.04	-0.04	-0.04
		M _t _{máx}	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
		M _y _{mín}	-303.99	-242.94	-197.25	-144.10	-127.35	-131.73	-114.89	-71.13	-47.80	-47.67	-54.10	
		M _y _{máx}	204.07	159.15	125.62	86.78	72.16	75.09	60.79	44.97	52.72	77.71	96.54	
		M _z _{mín}	-0.03	-0.18	-0.29	-0.44	-0.50	-0.50	-0.56	-0.73	-0.84	-1.01	-1.12	
		M _z _{máx}	0.03	0.18	0.31	0.47	0.53	0.53	0.59	0.77	0.88	1.06	1.18	

ENVOLVENTES DE LOS ESFUERZOS EN BARRAS

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra											
			0.000 m	0.557 m	1.392 m	1.949 m	2.226 m	2.228 m	2.846 m	3.464 m	4.084 m	4.909 m	5.527 m	
N51/N35	Acero laminado	N _{mín}	-94.653	-94.239	-93.617	-93.301	-93.168	-91.985	-91.807	-91.638	-91.460	-91.257	-91.117	
		N _{máx}	97.335	97.421	97.551	97.638	97.681	97.035	97.314	97.607	97.908	98.336	98.667	
		V _y _{mín}	-0.204	-0.204	-0.204	-0.204	-0.204	-0.204	-0.204	-0.204	-0.204	-0.204	-0.204	-0.204
		V _y _{máx}	0.213	0.213	0.213	0.213	0.213	0.213	0.213	0.213	0.213	0.213	0.213	0.213
		V _z _{mín}	-47.989	-43.277	-36.208	-31.496	-29.149	-32.765	-27.608	-24.276	-20.991	-16.481	-14.748	
		V _z _{máx}	33.181	29.263	23.387	19.470	17.518	19.314	15.157	11.470	12.885	16.704	20.512	
		M _t _{mín}	-0.04	-0.04	-0.04	-0.04	-0.04	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05
		M _t _{máx}	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
		M _y _{mín}	-54.10	-71.30	-93.29	-105.22	-110.35	-112.52	-123.17	-131.27	-136.85	-140.34	-140.02	
		M _y _{máx}	96.54	112.39	134.27	146.04	150.84	154.55	165.37	180.70	192.77	203.60	207.77	
		M _z _{mín}	-1.12	-1.01	-0.88	-0.79	-0.76	-0.76	-0.69	-0.62	-0.55	-0.46	-0.42	
		M _z _{máx}	1.18	1.06	0.91	0.81	0.77	0.77	0.66	0.55	0.45	0.49	0.54	

ENVOLVENTES DE LOS ESFUERZOS EN BARRAS

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.000 m	0.861 m	1.722 m	2.584 m	3.445 m	4.306 m	5.167 m	6.029 m	6.890 m	
N36/N37	Acero laminado	N _{mín}	-42.552	-40.910	-39.269	-37.627	-35.985	-34.344	-32.702	-31.060	-29.419	
		N _{máx}	6.986	8.202	9.418	10.634	11.850	13.067	14.283	15.499	16.715	
		V _y _{mín}	-15.355	-12.534	-9.713	-6.893	-4.072	-1.252	-2.788	-6.261	-9.735	
		V _y _{máx}	18.052	14.579	11.105	7.632	4.159	1.177	1.570	4.390	7.211	
		V _z _{mín}	-24.960	-19.513	-14.066	-8.620	-6.340	-5.894	-6.010	-8.824	-13.814	
		V _z _{máx}	27.853	22.864	17.874	12.884	7.895	4.310	8.348	13.795	19.241	
		M _t _{mín}	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01
		M _t _{máx}	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
		M _y _{mín}	-33.68	-24.88	-17.27	-12.47	-11.96	-15.43	-14.82	-9.91	-13.45	
		M _y _{máx}	54.80	33.02	16.04	11.64	16.31	16.29	11.72	8.21	13.39	
		M _z _{mín}	-25.48	-13.47	-3.89	-7.26	-12.34	-14.42	-13.52	-9.62	-2.74	
		M _z _{máx}	25.92	12.32	3.80	3.27	7.99	10.28	10.14	7.58	2.58	

ENVOLVENTES DE LOS ESFUERZOS EN BARRAS

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.000 m	0.861 m	1.722 m	2.584 m	3.445 m	4.306 m	5.167 m	6.029 m	6.890 m	
N38/N39	Acero laminado	N _{mín}	-42.551	-40.909	-39.268	-37.626	-35.984	-34.343	-32.701	-31.059	-29.418	
		N _{máx}	6.983	8.199	9.415	10.631	11.847	13.063	14.279	15.495	16.711	
		V _y _{mín}	-15.355	-12.534	-9.713	-6.893	-4.072	-1.252	-2.788	-6.261	-9.735	
		V _y _{máx}	18.052	14.579	11.105	7.632	4.159	1.177	1.570	4.390	7.211	
		V _z _{mín}	-21.747	-18.127	-14.508	-10.888	-7.268	-4.309	-8.342	-13.789	-19.236	
		V _z _{máx}	24.963	19.516	14.070	8.623	6.339	6.630	8.115	9.601	11.087	
		M _t _{mín}	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01
		M _t _{máx}	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
		M _y _{mín}	-46.92	-29.81	-16.05	-11.63	-16.31	-16.29	-11.72	-8.20	-16.94	
		M _y _{máx}	33.68	24.87	17.52	15.03	11.32	11.77	12.39	9.88	13.44	
		M _z _{mín}	-25.48	-13.47	-3.89	-7.26	-12.34	-14.42	-13.52	-9.62	-2.74	
		M _z _{máx}	25.92	12.32	3.80	3.27	7.99	10.28	10.14	7.58	2.58	

ENVOLVENTES DE LOS ESFUERZOS EN BARRAS

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.000 m	0.750 m	1.500 m	2.250 m	3.000 m	3.750 m	4.500 m	5.250 m	6.000 m	
N2/N7	Acero laminado	N_{\min}	-45.904	-45.904	-45.904	-45.904	-45.904	-45.904	-45.904	-45.904	-45.904	-45.904
		N_{\max}	8.329	8.329	8.329	8.329	8.329	8.329	8.329	8.329	8.329	8.329
		$V_{y\min}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{y\max}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{z\min}$	-0.979	-0.734	-0.490	-0.245	0.000	0.181	0.363	0.544	0.725	0.906
		$V_{z\max}$	-0.725	-0.544	-0.363	-0.181	0.000	0.245	0.490	0.734	0.979	1.224
		$M_{t\min}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$M_{t\max}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$M_{y\min}$	0.00	0.48	0.82	1.02	1.09	1.02	0.82	0.48	0.00	0.00
		$M_{y\max}$	0.00	0.64	1.10	1.38	1.47	1.38	1.10	0.64	0.00	0.00
		$M_{z\min}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$M_{z\max}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

ENVOLVENTES DE LOS ESFUERZOS EN BARRAS

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.000 m	0.750 m	1.500 m	2.250 m	3.000 m	3.750 m	4.500 m	5.250 m	6.000 m	
N7/N12	Acero laminado	N _{mín}	-21.198	-21.198	-21.198	-21.198	-21.198	-21.198	-21.198	-21.198	-21.198	-21.198
		N _{máx}	43.196	43.196	43.196	43.196	43.196	43.196	43.196	43.196	43.196	43.196
		V _y _{mín}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		V _y _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		V _z _{mín}	-0.979	-0.734	-0.490	-0.245	0.000	0.181	0.363	0.544	0.725	0.979
		V _z _{máx}	-0.725	-0.544	-0.363	-0.181	0.000	0.245	0.490	0.734	0.979	1.224
		M _t _{mín}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _t _{máx}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _y _{mín}	0.00	0.48	0.82	1.02	1.09	1.02	0.82	0.48	0.00	0.00
		M _y _{máx}	0.00	0.64	1.10	1.38	1.47	1.38	1.10	0.64	0.00	0.00
		M _z _{mín}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _z _{máx}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

ENVOLVENTES DE LOS ESFUERZOS EN BARRAS

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.000 m	0.750 m	1.500 m	2.250 m	3.000 m	3.750 m	4.500 m	5.250 m	6.000 m	
N12/N17	Acero laminado	N _{mín}	-20.813	-20.813	-20.813	-20.813	-20.813	-20.813	-20.813	-20.813	-20.813	-20.813
		N _{máx}	43.178	43.178	43.178	43.178	43.178	43.178	43.178	43.178	43.178	43.178
		V _y _{mín}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		V _y _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		V _z _{mín}	-0.979	-0.734	-0.490	-0.245	0.000	0.181	0.363	0.544	0.725	0.979
		V _z _{máx}	-0.725	-0.544	-0.363	-0.181	0.000	0.245	0.490	0.734	0.979	1.224
		M _t _{mín}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _t _{máx}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _y _{mín}	0.00	0.48	0.82	1.02	1.09	1.02	0.82	0.48	0.00	0.00
		M _y _{máx}	0.00	0.64	1.10	1.38	1.47	1.38	1.10	0.64	0.00	0.00
		M _z _{mín}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _z _{máx}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

ENVOLVENTES DE LOS ESFUERZOS EN BARRAS

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.000 m	0.750 m	1.500 m	2.250 m	3.000 m	3.750 m	4.500 m	5.250 m	6.000 m	
N17/N22	Acero laminado	N_{\min}	-20.434	-20.434	-20.434	-20.434	-20.434	-20.434	-20.434	-20.434	-20.434	-20.434
		N_{\max}	43.172	43.172	43.172	43.172	43.172	43.172	43.172	43.172	43.172	43.172
		$V_{y\min}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{y\max}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{z\min}$	-0.979	-0.734	-0.490	-0.245	0.000	0.181	0.363	0.544	0.725	0.906
		$V_{z\max}$	-0.725	-0.544	-0.363	-0.181	0.000	0.245	0.490	0.734	0.979	1.223
		$M_{t\min}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$M_{t\max}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$M_{y\min}$	0.00	0.48	0.82	1.02	1.09	1.02	0.82	0.48	0.00	0.00
		$M_{y\max}$	0.00	0.64	1.10	1.38	1.47	1.38	1.10	0.64	0.00	0.00
		$M_{z\min}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$M_{z\max}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

ENVOLVENTES DE LOS ESFUERZOS EN BARRAS

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.000 m	0.750 m	1.500 m	2.250 m	3.000 m	3.750 m	4.500 m	5.250 m	6.000 m	
N22/N27	Acero laminado	N_{\min}	-20.813	-20.813	-20.813	-20.813	-20.813	-20.813	-20.813	-20.813	-20.813	-20.813
		N_{\max}	43.178	43.178	43.178	43.178	43.178	43.178	43.178	43.178	43.178	43.178
		$V_{y\min}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{y\max}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{z\min}$	-0.979	-0.734	-0.490	-0.245	0.000	0.181	0.363	0.544	0.725	0.906
		$V_{z\max}$	-0.725	-0.544	-0.363	-0.181	0.000	0.245	0.490	0.734	0.979	1.223
		$M_{t\min}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$M_{t\max}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$M_{y\min}$	0.00	0.48	0.82	1.02	1.09	1.02	0.82	0.48	0.00	0.00
		$M_{y\max}$	0.00	0.64	1.10	1.38	1.47	1.38	1.10	0.64	0.00	0.00
		$M_{z\min}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$M_{z\max}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

ENVOLVENTES DE LOS ESFUERZOS EN BARRAS

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.000 m	0.750 m	1.500 m	2.250 m	3.000 m	3.750 m	4.500 m	5.250 m	6.000 m	
N27/N32	Acero laminado	N_{\min}	-21.198	-21.198	-21.198	-21.198	-21.198	-21.198	-21.198	-21.198	-21.198	-21.198
		N_{\max}	43.196	43.196	43.196	43.196	43.196	43.196	43.196	43.196	43.196	43.196
		$V_{y\min}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{y\max}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{z\min}$	-0.979	-0.734	-0.490	-0.245	0.000	0.181	0.363	0.544	0.725	0.906
		$V_{z\max}$	-0.725	-0.544	-0.363	-0.181	0.000	0.245	0.490	0.734	0.979	1.224
		$M_{t\min}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$M_{t\max}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$M_{y\min}$	0.00	0.48	0.82	1.02	1.09	1.02	0.82	0.48	0.00	0.00
		$M_{y\max}$	0.00	0.64	1.10	1.38	1.47	1.38	1.10	0.64	0.00	0.00
		$M_{z\min}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$M_{z\max}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

ENVOLVENTES DE LOS ESFUERZOS EN BARRAS

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.000 m	0.750 m	1.500 m	2.250 m	3.000 m	3.750 m	4.500 m	5.250 m	6.000 m	
N32/N37	Acero laminado	N _{mín}	-45.904	-45.904	-45.904	-45.904	-45.904	-45.904	-45.904	-45.904	-45.904	-45.904
		N _{máx}	8.329	8.329	8.329	8.329	8.329	8.329	8.329	8.329	8.329	8.329
		V _y _{mín}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		V _y _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		V _z _{mín}	-0.979	-0.734	-0.490	-0.245	0.000	0.181	0.363	0.544	0.725	0.979
		V _z _{máx}	-0.725	-0.544	-0.363	-0.181	0.000	0.245	0.490	0.734	0.979	1.224
		M _t _{mín}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _t _{máx}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _y _{mín}	0.00	0.48	0.82	1.02	1.09	1.02	0.82	0.48	0.00	0.00
		M _y _{máx}	0.00	0.64	1.10	1.38	1.47	1.38	1.10	0.64	0.00	0.00
		M _z _{mín}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _z _{máx}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

ENVOLVENTES DE LOS ESFUERZOS EN BARRAS

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.100 m	0.838 m	1.575 m	2.313 m	3.050 m	3.788 m	4.525 m	5.263 m	6.000 m	
N5/N10	Acero laminado	N _{min}	-20.268	-20.268	-20.268	-20.268	-20.268	-20.268	-20.268	-20.268	-20.268	-20.268
		N _{máx}	0.392	0.392	0.392	0.392	0.392	0.392	0.392	0.392	0.392	0.392
		V _{ymin}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		V _{ymáx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		V _{zmin}	-0.963	-0.722	-0.481	-0.241	0.000	0.178	0.357	0.535	0.713	
		V _{zmáx}	-0.713	-0.535	-0.357	-0.178	0.000	0.241	0.481	0.722	0.963	
		M _{tmin}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _{tmáx}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _{ymin}	0.00	0.46	0.79	0.99	1.05	0.99	0.79	0.46	0.00	
		M _{ymáx}	0.00	0.62	1.07	1.33	1.42	1.33	1.07	0.62	0.00	
		M _{zmin}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _{zmáx}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

ENVOLVENTES DE LOS ESFUERZOS EN BARRAS

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.000 m	0.738 m	1.475 m	2.213 m	2.950 m	3.688 m	4.425 m	5.163 m	5.900 m	
N35/N40	Acero laminado	N _{mín}	-20.268	-20.268	-20.268	-20.268	-20.268	-20.268	-20.268	-20.268	-20.268	-20.268
		N _{máx}	0.392	0.392	0.392	0.392	0.392	0.392	0.392	0.392	0.392	0.392
		V _y _{mín}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		V _y _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		V _z _{mín}	-0.963	-0.722	-0.481	-0.241	0.000	0.178	0.357	0.535	0.713	
		V _z _{máx}	-0.713	-0.535	-0.357	-0.178	0.000	0.241	0.481	0.722	0.963	
		M _t _{mín}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _t _{máx}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _y _{mín}	0.00	0.46	0.79	0.99	1.05	0.99	0.79	0.46	0.00	
		M _y _{máx}	0.00	0.62	1.07	1.33	1.42	1.33	1.07	0.62	0.00	
		M _z _{mín}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _z _{máx}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

ENVOLVENTES DE LOS ESFUERZOS EN BARRAS

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	1.215 m	2.025 m	2.835 m	4.050 m	5.265 m	6.075 m	7.290 m	8.100 m
N41/N5	Acero laminado	N _{mín}	-35.232	-33.585	-32.486	-31.388	-29.741	-28.094	-26.995	-25.348	-24.541
		N _{máx}	14.311	15.531	16.344	17.158	18.378	19.598	20.412	21.632	22.230
		V _y _{mín}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		V _y _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		V _z _{mín}	-26.487	-18.528	-13.223	-7.917	-0.036	-7.068	-11.755	-18.787	-21.883
		V _z _{máx}	23.402	16.371	11.683	6.995	0.041	7.999	13.304	21.263	24.767
		M _t _{mín}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _t _{máx}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _y _{mín}	0.00	-24.16	-35.52	-43.09	-47.32	-43.00	-35.38	-16.82	0.00
		M _y _{máx}	0.00	27.35	40.21	48.77	53.55	48.67	40.04	19.04	0.00
		M _z _{mín}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _z _{máx}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

ENVOLVENTES DE LOS ESFUERZOS EN BARRAS

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	1.114 m	1.857 m	2.600 m	3.715 m	4.829 m	5.572 m	6.686 m	7.429 m
N43/N44	Acero laminado	N _{mín}	-40.933	-39.423	-38.415	-37.408	-35.897	-34.386	-33.379	-31.868	-30.950
		N _{máx}	20.740	21.860	22.606	23.352	24.471	25.590	26.336	27.455	28.136
		V _y _{mín}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		V _y _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		V _z _{mín}	-24.319	-17.020	-12.154	-7.288	-0.014	-6.914	-11.514	-18.414	-22.350
		V _z _{máx}	22.986	16.086	11.486	6.886	0.011	7.310	12.175	19.474	23.792
		M _t _{mín}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _t _{máx}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _y _{mín}	0.00	-21.77	-32.01	-38.84	-42.67	-38.81	-31.96	-15.29	0.00
		M _y _{máx}	0.00	23.03	33.87	41.09	45.15	41.07	33.83	16.20	0.00
		M _z _{mín}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _z _{máx}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

ENVOLVENTES DE LOS ESFUERZOS EN BARRAS

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	1.114 m	1.857 m	2.600 m	3.715 m	4.829 m	5.572 m	6.686 m	7.429 m
N42/N45	Acero laminado	N _{mín}	-46.362	-44.851	-43.844	-42.836	-41.325	-39.815	-38.807	-37.296	-36.378
		N _{máx}	20.737	21.856	22.602	23.349	24.468	25.587	26.333	27.452	28.133
		V _y _{mín}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		V _y _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		V _z _{mín}	-24.319	-17.020	-12.154	-7.288	-0.014	-6.914	-11.514	-18.414	-22.349
		V _z _{máx}	22.986	16.086	11.486	6.886	0.011	7.310	12.175	19.474	23.792
		M _t _{mín}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _t _{máx}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _y _{mín}	0.00	-21.77	-32.01	-38.84	-42.67	-38.81	-31.96	-15.29	0.00
		M _y _{máx}	0.00	23.03	33.87	41.09	45.15	41.07	33.83	16.20	0.00
		M _z _{mín}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _z _{máx}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

ENVOLVENTES DE LOS ESFUERZOS EN BARRAS

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	1.114 m	1.857 m	2.600 m	3.715 m	4.829 m	5.572 m	6.686 m	7.429 m
N46/N49	Acero laminado	N _{mín}	-46.362	-44.851	-43.844	-42.836	-41.325	-39.815	-38.807	-37.296	-36.378
		N _{máx}	20.737	21.856	22.602	23.349	24.468	25.587	26.333	27.452	28.133
		V _y _{mín}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		V _y _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		V _z _{mín}	-22.986	-16.086	-11.486	-6.886	-0.011	-7.310	-12.175	-19.474	-23.792
		V _z _{máx}	24.319	17.020	12.154	7.288	0.014	6.914	11.514	18.414	22.349
		M _t _{mín}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _t _{máx}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _y _{mín}	0.00	-23.03	-33.87	-41.09	-45.15	-41.07	-33.83	-16.20	0.00
		M _y _{máx}	0.00	21.77	32.01	38.84	42.67	38.81	31.96	15.29	0.00
		M _z _{mín}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _z _{máx}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

ENVOLVENTES DE LOS ESFUERZOS EN BARRAS

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	1.215 m	2.025 m	2.835 m	4.050 m	5.265 m	6.075 m	7.290 m	8.100 m
N47/N40	Acero laminado	N_{\min}	-35.232	-33.585	-32.486	-31.388	-29.741	-28.094	-26.995	-25.348	-24.541
		N_{\max}	14.311	15.531	16.344	17.158	18.378	19.598	20.412	21.632	22.230
		$V_{y\min}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{y\max}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{z\min}$	-23.402	-16.371	-11.683	-6.995	-0.041	-7.999	-13.304	-21.263	-24.767
		$V_{z\max}$	26.487	18.528	13.223	7.917	0.036	7.068	11.755	18.787	21.883
		$M_{t\min}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$M_{t\max}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$M_{y\min}$	0.00	-27.35	-40.21	-48.77	-53.55	-48.67	-40.04	-19.04	0.00
		$M_{y\max}$	0.00	24.16	35.52	43.09	47.32	43.00	35.38	16.82	0.00
		$M_{z\min}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$M_{z\max}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

ENVOLVENTES DE LOS ESFUERZOS EN BARRAS

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	1.114 m	1.857 m	2.600 m	3.715 m	4.829 m	5.572 m	6.686 m	7.429 m
N48/N50	Acero laminado	N _{mín}	-40.933	-39.423	-38.415	-37.408	-35.897	-34.386	-33.379	-31.868	-30.950
		N _{máx}	20.740	21.860	22.606	23.352	24.471	25.590	26.336	27.455	28.136
		V _y _{mín}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		V _y _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		V _z _{mín}	-22.986	-16.086	-11.486	-6.886	-0.011	-7.310	-12.175	-19.474	-23.792
		V _z _{máx}	24.319	17.020	12.154	7.288	0.014	6.914	11.514	18.414	22.350
		M _t _{mín}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _t _{máx}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _y _{mín}	0.00	-23.03	-33.87	-41.09	-45.15	-41.07	-33.83	-16.20	0.00
		M _y _{máx}	0.00	21.77	32.01	38.84	42.67	38.81	31.96	15.29	0.00
		M _z _{mín}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _z _{máx}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

ENVOLVENTES DE LOS ESFUERZOS EN BARRAS

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.000 m	0.750 m	1.500 m	2.250 m	3.000 m	3.750 m	4.500 m	5.250 m	6.000 m	
N51/N50	Acero laminado	N _{mín}	-38.710	-38.710	-38.710	-38.710	-38.710	-38.710	-38.710	-38.710	-38.710	-38.710
		N _{máx}	-0.040	-0.040	-0.040	-0.040	-0.040	-0.040	-0.040	-0.040	-0.040	-0.040
		V _y _{mín}	0.072	0.054	0.036	0.018	0.000	-0.024	-0.049	-0.073	-0.098	
		V _y _{máx}	0.098	0.073	0.049	0.024	0.000	-0.018	-0.036	-0.054	-0.072	
		V _z _{mín}	-0.974	-0.731	-0.487	-0.244	0.000	0.180	0.361	0.541	0.722	
		V _z _{máx}	-0.722	-0.541	-0.361	-0.180	0.000	0.244	0.487	0.731	0.974	
		M _t _{mín}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
		M _t _{máx}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
		M _y _{mín}	0.00	0.47	0.81	1.02	1.08	1.02	0.81	0.47	0.00	
		M _y _{máx}	0.00	0.64	1.10	1.37	1.46	1.37	1.10	0.64	0.00	
		M _z _{mín}	0.00	-0.06	-0.11	-0.14	-0.15	-0.14	-0.11	-0.06	0.00	
		M _z _{máx}	0.00	-0.05	-0.08	-0.10	-0.11	-0.10	-0.08	-0.05	0.00	

ENVOLVENTES DE LOS ESFUERZOS EN BARRAS

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.000 m	0.750 m	1.500 m	2.250 m	3.000 m	3.750 m	4.500 m	5.250 m	6.000 m	
N52/N49	Acero laminado	N _{min}	-38.709	-38.709	-38.709	-38.709	-38.709	-38.709	-38.709	-38.709	-38.709	-38.709
		N _{máx}	0.208	0.208	0.208	0.208	0.208	0.208	0.208	0.208	0.208	0.208
		V _{ymin}	-0.098	-0.073	-0.049	-0.024	0.000	0.018	0.036	0.054	0.072	0.072
		V _{ymax}	-0.072	-0.054	-0.036	-0.018	0.000	0.024	0.049	0.073	0.098	0.098
		V _{zmin}	-0.974	-0.731	-0.487	-0.244	0.000	0.180	0.361	0.541	0.722	0.722
		V _{zmax}	-0.722	-0.541	-0.361	-0.180	0.000	0.244	0.487	0.731	0.974	0.974
		M _{tmin}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _{tmax}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _{ymin}	0.00	0.47	0.81	1.02	1.08	1.02	0.81	0.47	0.00	0.00
		M _{ymax}	0.00	0.64	1.10	1.37	1.46	1.37	1.10	0.64	0.00	0.00
		M _{zmin}	0.00	0.05	0.08	0.10	0.11	0.10	0.08	0.05	0.00	0.00
		M _{zmax}	0.00	0.06	0.11	0.14	0.15	0.14	0.11	0.06	0.00	0.00

ENVOLVENTES DE LOS ESFUERZOS EN BARRAS

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.000 m	0.750 m	1.500 m	2.250 m	3.000 m	3.750 m	4.500 m	5.250 m	6.000 m	
N45/N53	Acero laminado	N _{mín}	-38.709	-38.709	-38.709	-38.709	-38.709	-38.709	-38.709	-38.709	-38.709	-38.709
		N _{máx}	0.208	0.208	0.208	0.208	0.208	0.208	0.208	0.208	0.208	0.208
		V _y _{mín}	-0.098	-0.073	-0.049	-0.024	0.000	0.018	0.036	0.054	0.072	0.072
		V _y _{máx}	-0.072	-0.054	-0.036	-0.018	0.000	0.024	0.049	0.073	0.098	0.098
		V _z _{mín}	-0.974	-0.731	-0.487	-0.244	0.000	0.180	0.361	0.541	0.722	0.722
		V _z _{máx}	-0.722	-0.541	-0.361	-0.180	0.000	0.244	0.487	0.731	0.974	0.974
		M _t _{mín}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _t _{máx}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _y _{mín}	0.00	0.47	0.81	1.02	1.08	1.02	0.81	0.47	0.00	0.00
		M _y _{máx}	0.00	0.64	1.10	1.37	1.46	1.37	1.10	0.64	0.00	0.00
		M _z _{mín}	0.00	0.05	0.08	0.10	0.11	0.10	0.08	0.05	0.00	0.00
		M _z _{máx}	0.00	0.06	0.11	0.14	0.15	0.14	0.11	0.06	0.00	0.00

ENVOLVENTES DE LOS ESFUERZOS EN BARRAS

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.000 m	0.750 m	1.500 m	2.250 m	3.000 m	3.750 m	4.500 m	5.250 m	6.000 m	
N44/N54	Acero laminado	N _{mín}	-38.710	-38.710	-38.710	-38.710	-38.710	-38.710	-38.710	-38.710	-38.710	-38.710
		N _{máx}	-0.040	-0.040	-0.040	-0.040	-0.040	-0.040	-0.040	-0.040	-0.040	-0.040
		V _y _{mín}	0.072	0.054	0.036	0.018	0.000	-0.024	-0.049	-0.073	-0.098	
		V _y _{máx}	0.098	0.073	0.049	0.024	0.000	-0.018	-0.036	-0.054	-0.072	
		V _z _{mín}	-0.974	-0.731	-0.487	-0.244	0.000	0.180	0.361	0.541	0.722	
		V _z _{máx}	-0.722	-0.541	-0.361	-0.180	0.000	0.244	0.487	0.731	0.974	
		M _t _{mín}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
		M _t _{máx}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
		M _y _{mín}	0.00	0.47	0.81	1.02	1.08	1.02	0.81	0.47	0.00	
		M _y _{máx}	0.00	0.64	1.10	1.37	1.46	1.37	1.10	0.64	0.00	
		M _z _{mín}	0.00	-0.06	-0.11	-0.14	-0.15	-0.14	-0.11	-0.06	0.00	
		M _z _{máx}	0.00	-0.05	-0.08	-0.10	-0.11	-0.10	-0.08	-0.05	0.00	

ENVOLVENTES DE LOS ESFUERZOS EN BARRAS

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.000 m	1.152 m	2.305 m	3.457 m	4.610 m	5.762 m	6.915 m	8.067 m	9.220 m	
N1/N7	Acero laminado	N _{mín}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		N _{máx}	37.830	37.830	37.830	37.830	37.830	37.830	37.830	37.830	37.830	37.830
		V _y _{mín}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		V _y _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		V _z _{mín}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		V _z _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		M _t _{mín}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _t _{máx}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _y _{mín}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _y _{máx}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _z _{mín}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _z _{máx}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

ENVOLVENTES DE LOS ESFUERZOS EN BARRAS

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.000 m	1.152 m	2.305 m	3.457 m	4.610 m	5.762 m	6.915 m	8.067 m	9.220 m	
N31/N37	Acero laminado	N_{\min}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		N_{\max}	37.253	37.253	37.253	37.253	37.253	37.253	37.253	37.253	37.253	37.253
		$V_{y\min}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{y\max}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{z\min}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{z\max}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{t\min}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$M_{t\max}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$M_{y\min}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$M_{y\max}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$M_{z\min}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$M_{z\max}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

ENVOLVENTES DE LOS ESFUERZOS EN BARRAS

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.000 m	1.152 m	2.305 m	3.457 m	4.610 m	5.762 m	6.915 m	8.067 m	9.220 m	
N36/N32	Acero laminado	N_{\min}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		N_{\max}	37.830	37.830	37.830	37.830	37.830	37.830	37.830	37.830	37.830	37.830
		$V_{y\min}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{y\max}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{z\min}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{z\max}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{t\min}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$M_{t\max}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$M_{y\min}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$M_{y\max}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$M_{z\min}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$M_{z\max}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

ENVOLVENTES DE LOS ESFUERZOS EN BARRAS

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.000 m	1.152 m	2.305 m	3.457 m	4.610 m	5.762 m	6.915 m	8.067 m	9.220 m	
N6/N2	Acero laminado	N_{\min}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		N_{\max}	37.253	37.253	37.253	37.253	37.253	37.253	37.253	37.253	37.253	37.253
		$V_{y\min}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{y\max}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{z\min}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{z\max}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{t\min}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$M_{t\max}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$M_{y\min}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$M_{y\max}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$M_{z\min}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$M_{z\max}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

ENVOLVENTES DE LOS ESFUERZOS EN BARRAS

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.000 m	1.152 m	2.305 m	3.457 m	4.610 m	5.762 m	6.915 m	8.067 m	9.220 m	
N38/N34	Acero laminado	N _{mín}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		N _{máx}	37.830	37.830	37.830	37.830	37.830	37.830	37.830	37.830	37.830	37.830
		V _y _{mín}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		V _y _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		V _z _{mín}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		V _z _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		M _t _{mín}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _t _{máx}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _y _{mín}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _y _{máx}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _z _{mín}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _z _{máx}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

ENVOLVENTES DE LOS ESFUERZOS EN BARRAS

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.000 m	1.020 m	2.039 m	3.059 m	4.079 m	5.099 m	6.118 m	7.138 m	8.158 m	
N34/N50	Acero laminado	N_{\min}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		N_{\max}	47.267	47.267	47.267	47.267	47.267	47.267	47.267	47.267	47.267	47.267
		$V_{y\min}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{y\max}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{z\min}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{z\max}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{t\min}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$M_{t\max}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$M_{y\min}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$M_{y\max}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$M_{z\min}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$M_{z\max}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

ENVOLVENTES DE LOS ESFUERZOS EN BARRAS

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.000 m	1.020 m	2.039 m	3.059 m	4.079 m	5.099 m	6.118 m	7.138 m	8.158 m	
N50/N35	Acero laminado	N _{mín}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		N _{máx}	14.197	14.197	14.197	14.197	14.197	14.197	14.197	14.197	14.197	14.197
		V _y _{mín}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		V _y _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		V _z _{mín}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		V _z _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		M _t _{mín}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _t _{máx}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _y _{mín}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _y _{máx}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _z _{mín}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _z _{máx}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

ENVOLVENTES DE LOS ESFUERZOS EN BARRAS

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.000 m	1.020 m	2.039 m	3.059 m	4.079 m	5.099 m	6.118 m	7.138 m	8.158 m	
N49/N35	Acero laminado	N_{\min}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		N_{\max}	14.196	14.196	14.196	14.196	14.196	14.196	14.196	14.196	14.196	14.196
		$V_{y\min}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{y\max}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{z\min}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{z\max}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{t\min}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$M_{t\max}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$M_{y\min}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$M_{y\max}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$M_{z\min}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$M_{z\max}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

ENVOLVENTES DE LOS ESFUERZOS EN BARRAS

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.000 m	1.020 m	2.039 m	3.059 m	4.079 m	5.099 m	6.118 m	7.138 m	8.158 m	
N32/N49	Acero laminado	N_{\min}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		N_{\max}	47.268	47.268	47.268	47.268	47.268	47.268	47.268	47.268	47.268	47.268
		$V_{y\min}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{y\max}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{z\min}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{z\max}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{t\min}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$M_{t\max}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$M_{y\min}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$M_{y\max}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$M_{z\min}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$M_{z\max}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

ENVOLVENTES DE LOS ESFUERZOS EN BARRAS

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.000 m	1.152 m	2.305 m	3.457 m	4.610 m	5.762 m	6.915 m	8.067 m	9.220 m	
N33/N39	Acero laminado	N_{\min}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		N_{\max}	37.253	37.253	37.253	37.253	37.253	37.253	37.253	37.253	37.253	37.253
		$V_{y\min}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{y\max}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{z\min}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{z\max}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{t\min}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$M_{t\max}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$M_{y\min}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$M_{y\max}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$M_{z\min}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$M_{z\max}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

ENVOLVENTES DE LOS ESFUERZOS EN BARRAS

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.000 m	1.020 m	2.039 m	3.059 m	4.079 m	5.099 m	6.118 m	7.138 m	8.158 m	
N39/N51	Acero laminado	N_{\min}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		N_{\max}	52.082	52.082	52.082	52.082	52.082	52.082	52.082	52.082	52.082	52.082
		$V_{y\min}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{y\max}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{z\min}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{z\max}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{t\min}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$M_{t\max}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$M_{y\min}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$M_{y\max}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$M_{z\min}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$M_{z\max}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

ENVOLVENTES DE LOS ESFUERZOS EN BARRAS

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	1.020 m	2.039 m	3.059 m	4.079 m	5.099 m	6.118 m	7.138 m	8.158 m
N51/N40	Acero laminado	N_{\min}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		N_{\max}	12.755	12.755	12.755	12.755	12.755	12.755	12.755	12.755	12.755
		$V_{y\min}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{y\max}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{z\min}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{z\max}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{t\min}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$M_{t\max}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$M_{y\min}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$M_{y\max}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$M_{z\min}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
$M_{z\max}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		

ENVOLVENTES DE LOS ESFUERZOS EN BARRAS

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	1.020 m	2.039 m	3.059 m	4.079 m	5.099 m	6.118 m	7.138 m	8.158 m
N52/N40	Acero laminado	N _{mín}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		N _{máx}	12.755	12.755	12.755	12.755	12.755	12.755	12.755	12.755	12.755
		V _y _{mín}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		V _y _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		V _z _{mín}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		V _z _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		M _t _{mín}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _t _{máx}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _y _{mín}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _y _{máx}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _z _{mín}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _z _{máx}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

ENVOLVENTES DE LOS ESFUERZOS EN BARRAS

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.000 m	1.020 m	2.039 m	3.059 m	4.079 m	5.099 m	6.118 m	7.138 m	8.158 m	
N37/N52	Acero laminado	N _{mín}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		N _{máx}	52.081	52.081	52.081	52.081	52.081	52.081	52.081	52.081	52.081	52.081
		V _y _{mín}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		V _y _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		V _z _{mín}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		V _z _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		M _t _{mín}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _t _{máx}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _y _{mín}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _y _{máx}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _z _{mín}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _z _{máx}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

ENVOLVENTES DE LOS ESFUERZOS EN BARRAS

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra										
			0.000 m	1.020 m	2.039 m	3.059 m	4.079 m	5.099 m	6.118 m	7.138 m	8.158 m		
N2/N53	Acero laminado	N _{min}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
		N _{máx}	52.081	52.081	52.081	52.081	52.081	52.081	52.081	52.081	52.081	52.081	
		V _{ymin}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
		V _{ymáx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
		V _{Zmin}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
		V _{Zmáx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
		M _{tmin}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _{tmáx}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _{ymin}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _{ymáx}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _{Zmin}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _{Zmáx}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

ENVOLVENTES DE LOS ESFUERZOS EN BARRAS

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.000 m	1.020 m	2.039 m	3.059 m	4.079 m	5.099 m	6.118 m	7.138 m	8.158 m	
N53/N5	Acero laminado	N_{\min}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		N_{\max}	12.755	12.755	12.755	12.755	12.755	12.755	12.755	12.755	12.755	12.755
		$V_{y\min}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{y\max}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{z\min}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{z\max}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{t\min}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$M_{t\max}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$M_{y\min}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$M_{y\max}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$M_{z\min}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$M_{z\max}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

ENVOLVENTES DE LOS ESFUERZOS EN BARRAS

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.000 m	1.020 m	2.039 m	3.059 m	4.079 m	5.099 m	6.118 m	7.138 m	8.158 m	
N54/N5	Acero laminado	N_{\min}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		N_{\max}	12.755	12.755	12.755	12.755	12.755	12.755	12.755	12.755	12.755	12.755
		$V_{y\min}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{y\max}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{z\min}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{z\max}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{t\min}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$M_{t\max}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$M_{y\min}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$M_{y\max}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$M_{z\min}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$M_{z\max}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

ENVOLVENTES DE LOS ESFUERZOS EN BARRAS

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.000 m	1.020 m	2.039 m	3.059 m	4.079 m	5.099 m	6.118 m	7.138 m	8.158 m	
N4/N54	Acero laminado	N_{\min}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		N_{\max}	52.082	52.082	52.082	52.082	52.082	52.082	52.082	52.082	52.082	52.082
		$V_{y\min}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{y\max}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{z\min}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{z\max}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{t\min}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$M_{t\max}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$M_{y\min}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$M_{y\max}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$M_{z\min}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$M_{z\max}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

ENVOLVENTES DE LOS ESFUERZOS EN BARRAS

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.000 m	1.152 m	2.305 m	3.457 m	4.610 m	5.762 m	6.915 m	8.067 m	9.220 m	
N8/N4	Acero laminado	N _{mín}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		N _{máx}	37.253	37.253	37.253	37.253	37.253	37.253	37.253	37.253	37.253	37.253
		V _y _{mín}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		V _y _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		V _z _{mín}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		V _z _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		M _t _{mín}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _t _{máx}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _y _{mín}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _y _{máx}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _z _{mín}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _z _{máx}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

ENVOLVENTES DE LOS ESFUERZOS EN BARRAS

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.000 m	1.152 m	2.305 m	3.457 m	4.610 m	5.762 m	6.915 m	8.067 m	9.220 m	
N3/N9	Acero laminado	N_{\min}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		N_{\max}	37.830	37.830	37.830	37.830	37.830	37.830	37.830	37.830	37.830	37.830
		$V_{y\min}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{y\max}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{z\min}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{z\max}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{t\min}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$M_{t\max}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$M_{y\min}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$M_{y\max}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$M_{z\min}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$M_{z\max}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

ENVOLVENTES DE LOS ESFUERZOS EN BARRAS

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.000 m	1.020 m	2.039 m	3.059 m	4.079 m	5.099 m	6.118 m	7.138 m	8.158 m	
N9/N44	Acero laminado	N _{mín}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		N _{máx}	47.267	47.267	47.267	47.267	47.267	47.267	47.267	47.267	47.267	47.267
		V _y _{mín}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		V _y _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		V _z _{mín}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		V _z _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		M _t _{mín}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _t _{máx}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _y _{mín}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _y _{máx}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _z _{mín}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _z _{máx}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

ENVOLVENTES DE LOS ESFUERZOS EN BARRAS

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.000 m	1.020 m	2.039 m	3.059 m	4.079 m	5.099 m	6.118 m	7.138 m	8.158 m	
N44/N10	Acero laminado	N _{mín}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		N _{máx}	14.197	14.197	14.197	14.197	14.197	14.197	14.197	14.197	14.197	14.197
		V _y _{mín}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		V _y _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		V _z _{mín}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		V _z _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		M _t _{mín}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _t _{máx}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _y _{mín}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _y _{máx}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _z _{mín}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _z _{máx}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

ENVOLVENTES DE LOS ESFUERZOS EN BARRAS

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.000 m	1.020 m	2.039 m	3.059 m	4.079 m	5.099 m	6.118 m	7.138 m	8.158 m	
N45/N10	Acero laminado	N _{mín}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		N _{máx}	14.196	14.196	14.196	14.196	14.196	14.196	14.196	14.196	14.196	14.196
		V _y _{mín}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		V _y _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		V _z _{mín}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		V _z _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		M _t _{mín}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _t _{máx}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _y _{mín}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _y _{máx}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _z _{mín}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _z _{máx}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

ENVOLVENTES DE LOS ESFUERZOS EN BARRAS

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.000 m	1.020 m	2.039 m	3.059 m	4.079 m	5.099 m	6.118 m	7.138 m	8.158 m	
N7/N45	Acero laminado	N _{mín}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		N _{máx}	47.268	47.268	47.268	47.268	47.268	47.268	47.268	47.268	47.268	47.268
		V _y _{mín}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		V _y _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		V _z _{mín}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		V _z _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		M _t _{mín}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _t _{máx}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _y _{mín}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _y _{máx}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _z _{mín}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _z _{máx}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

ENVOLVENTES DE LOS ESFUERZOS EN BARRAS

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.750 m	1.500 m	2.250 m	3.000 m	3.750 m	4.500 m	5.250 m	6.000 m
N34/N39	Acero laminado	N _{mín}	-45.904	-45.904	-45.904	-45.904	-45.904	-45.904	-45.904	-45.904	-45.904
		N _{máx}	8.329	8.329	8.329	8.329	8.329	8.329	8.329	8.329	8.329
		V _y _{mín}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		V _y _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		V _z _{mín}	-0.979	-0.734	-0.490	-0.245	0.000	0.181	0.363	0.544	0.725
		V _z _{máx}	-0.725	-0.544	-0.363	-0.181	0.000	0.245	0.490	0.734	0.979
		M _t _{mín}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _t _{máx}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _y _{mín}	0.00	0.48	0.82	1.02	1.09	1.02	0.82	0.48	0.00
		M _y _{máx}	0.00	0.64	1.10	1.38	1.47	1.38	1.10	0.64	0.00
		M _z _{mín}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _z _{máx}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

ENVOLVENTES DE LOS ESFUERZOS EN BARRAS

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.000 m	0.750 m	1.500 m	2.250 m	3.000 m	3.750 m	4.500 m	5.250 m	6.000 m	
N29/N34	Acero laminado	N _{mín}	-21.199	-21.199	-21.199	-21.199	-21.199	-21.199	-21.199	-21.199	-21.199	-21.199
		N _{máx}	43.197	43.197	43.197	43.197	43.197	43.197	43.197	43.197	43.197	43.197
		V _y _{mín}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		V _y _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		V _z _{mín}	-0.979	-0.734	-0.490	-0.245	0.000	0.181	0.363	0.544	0.725	0.979
		V _z _{máx}	-0.725	-0.544	-0.363	-0.181	0.000	0.245	0.490	0.734	0.979	1.224
		M _t _{mín}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _t _{máx}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _y _{mín}	0.00	0.48	0.82	1.02	1.09	1.02	0.82	0.48	0.00	0.00
		M _y _{máx}	0.00	0.64	1.10	1.38	1.47	1.38	1.10	0.64	0.00	0.00
		M _z _{mín}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _z _{máx}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

ENVOLVENTES DE LOS ESFUERZOS EN BARRAS

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.000 m	0.750 m	1.500 m	2.250 m	3.000 m	3.750 m	4.500 m	5.250 m	6.000 m	
N24/N29	Acero laminado	N _{mín}	-20.814	-20.814	-20.814	-20.814	-20.814	-20.814	-20.814	-20.814	-20.814	-20.814
		N _{máx}	43.178	43.178	43.178	43.178	43.178	43.178	43.178	43.178	43.178	43.178
		V _y _{mín}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		V _y _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		V _z _{mín}	-0.979	-0.734	-0.490	-0.245	0.000	0.181	0.363	0.544	0.725	0.979
		V _z _{máx}	-0.725	-0.544	-0.363	-0.181	0.000	0.245	0.490	0.734	0.979	1.224
		M _t _{mín}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _t _{máx}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _y _{mín}	0.00	0.48	0.82	1.02	1.09	1.02	0.82	0.48	0.00	0.00
		M _y _{máx}	0.00	0.64	1.10	1.38	1.47	1.38	1.10	0.64	0.00	0.00
		M _z _{mín}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _z _{máx}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

ENVOLVENTES DE LOS ESFUERZOS EN BARRAS

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.000 m	0.750 m	1.500 m	2.250 m	3.000 m	3.750 m	4.500 m	5.250 m	6.000 m	
N19/N24	Acero laminado	N _{mín}	-20.435	-20.435	-20.435	-20.435	-20.435	-20.435	-20.435	-20.435	-20.435	-20.435
		N _{máx}	43.172	43.172	43.172	43.172	43.172	43.172	43.172	43.172	43.172	43.172
		V _y _{mín}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		V _y _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		V _z _{mín}	-0.979	-0.734	-0.490	-0.245	0.000	0.181	0.363	0.544	0.725	0.906
		V _z _{máx}	-0.725	-0.544	-0.363	-0.181	0.000	0.245	0.490	0.734	0.979	1.224
		M _t _{mín}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _t _{máx}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _y _{mín}	0.00	0.48	0.82	1.02	1.09	1.02	0.82	0.48	0.00	0.00
		M _y _{máx}	0.00	0.64	1.10	1.38	1.47	1.38	1.10	0.64	0.00	0.00
		M _z _{mín}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _z _{máx}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

ENVOLVENTES DE LOS ESFUERZOS EN BARRAS

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.000 m	0.750 m	1.500 m	2.250 m	3.000 m	3.750 m	4.500 m	5.250 m	6.000 m	
N14/N19	Acero laminado	N _{mín}	-20.814	-20.814	-20.814	-20.814	-20.814	-20.814	-20.814	-20.814	-20.814	-20.814
		N _{máx}	43.178	43.178	43.178	43.178	43.178	43.178	43.178	43.178	43.178	43.178
		V _y _{mín}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		V _y _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		V _z _{mín}	-0.979	-0.734	-0.490	-0.245	0.000	0.181	0.363	0.544	0.725	0.979
		V _z _{máx}	-0.725	-0.544	-0.363	-0.181	0.000	0.245	0.490	0.734	0.979	1.225
		M _t _{mín}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _t _{máx}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _y _{mín}	0.00	0.48	0.82	1.02	1.09	1.02	0.82	0.48	0.00	0.00
		M _y _{máx}	0.00	0.64	1.10	1.38	1.47	1.38	1.10	0.64	0.00	0.00
		M _z _{mín}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _z _{máx}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

ENVOLVENTES DE LOS ESFUERZOS EN BARRAS

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.000 m	0.750 m	1.500 m	2.250 m	3.000 m	3.750 m	4.500 m	5.250 m	6.000 m	
N9/N14	Acero laminado	N _{mín}	-21.199	-21.199	-21.199	-21.199	-21.199	-21.199	-21.199	-21.199	-21.199	-21.199
		N _{máx}	43.197	43.197	43.197	43.197	43.197	43.197	43.197	43.197	43.197	43.197
		V _y _{mín}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		V _y _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		V _z _{mín}	-0.979	-0.734	-0.490	-0.245	0.000	0.181	0.363	0.544	0.725	0.979
		V _z _{máx}	-0.725	-0.544	-0.363	-0.181	0.000	0.245	0.490	0.734	0.979	1.224
		M _t _{mín}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _t _{máx}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _y _{mín}	0.00	0.48	0.82	1.02	1.09	1.02	0.82	0.48	0.00	0.00
		M _y _{máx}	0.00	0.64	1.10	1.38	1.47	1.38	1.10	0.64	0.00	0.00
		M _z _{mín}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _z _{máx}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

ENVOLVENTES DE LOS ESFUERZOS EN BARRAS

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.750 m	1.500 m	2.250 m	3.000 m	3.750 m	4.500 m	5.250 m	6.000 m
N4/N9	Acero laminado	N _{mín}	-45.904	-45.904	-45.904	-45.904	-45.904	-45.904	-45.904	-45.904	-45.904
		N _{máx}	8.329	8.329	8.329	8.329	8.329	8.329	8.329	8.329	8.329
		V _y _{mín}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		V _y _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		V _z _{mín}	-0.979	-0.734	-0.490	-0.245	0.000	0.181	0.363	0.544	0.725
		V _z _{máx}	-0.725	-0.544	-0.363	-0.181	0.000	0.245	0.490	0.734	0.979
		M _t _{mín}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _t _{máx}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _y _{mín}	0.00	0.48	0.82	1.02	1.09	1.02	0.82	0.48	0.00
		M _y _{máx}	0.00	0.64	1.10	1.38	1.47	1.38	1.10	0.64	0.00
		M _z _{mín}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _z _{máx}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

ENVOLVENTES DE LOS ESFUERZOS EN BARRAS

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.116 m	0.657 m	1.469 m	2.010 m	2.822 m	3.633 m	4.175 m	4.986 m	5.527 m	
N37/N49	Acero laminado	N _{mín}	-24.261	-24.131	-23.937	-23.812	-23.673	-23.534	-23.442	-23.305	-23.213	
		N _{máx}	14.446	14.489	14.553	14.595	14.658	14.720	14.817	14.987	15.101	
		V _y _{mín}	-0.156	-0.174	-0.387	-0.508	-0.657	-0.767	-0.819	-0.864	-0.873	
		V _y _{máx}	0.186	0.275	0.391	0.479	0.625	0.711	0.754	0.794	0.822	
		V _z _{mín}	-12.566	-9.547	-5.023	-3.498	-2.802	-4.501	-7.438	-11.517	-14.239	
		V _z _{máx}	14.886	11.909	7.440	4.458	3.086	7.504	10.446	14.901	17.895	
		M _t _{mín}	-1.63	-1.63	-1.63	-1.63	-1.63	-1.63	-1.63	-1.63	-1.63	-1.63
		M _t _{máx}	1.76	1.76	1.76	1.76	1.76	1.76	1.76	1.76	1.76	1.76
		M _y _{mín}	-13.29	-10.57	-8.21	-7.51	-6.28	-4.45	-1.21	-9.09	-17.96	
		M _y _{máx}	13.84	7.26	9.56	11.08	10.38	6.08	1.29	6.49	13.46	
		M _z _{mín}	-0.18	-0.13	-0.29	-0.52	-0.92	-1.39	-1.75	-2.38	-2.81	
		M _z _{máx}	0.18	0.20	0.15	0.35	0.83	1.41	1.84	2.52	3.00	

ENVOLVENTES DE LOS ESFUERZOS EN BARRAS

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.000 m	0.548 m	1.369 m	1.917 m	2.738 m	3.560 m	4.107 m	4.929 m	5.476 m	
N49/N40	Acero laminado	N _{mín}	-32.163	-32.031	-31.834	-31.703	-31.508	-31.313	-31.183	-31.008	-30.916	
		N _{máx}	46.874	46.917	46.982	47.024	47.088	47.151	47.193	47.310	47.425	
		V _y _{mín}	-2.960	-2.810	-2.614	-2.503	-2.367	-2.265	-2.216	-2.173	-2.164	
		V _y _{máx}	3.177	3.008	2.786	2.661	2.506	2.391	2.336	2.287	2.277	
		V _z _{mín}	-17.221	-14.165	-9.586	-6.537	-1.988	-3.263	-6.012	-10.139	-12.894	
		V _z _{máx}	14.555	11.819	7.712	4.972	1.228	2.925	5.963	10.514	13.544	
		M _t _{mín}	-1.14	-1.14	-1.14	-1.14	-1.14	-1.14	-1.14	-1.14	-1.14	-1.14
		M _t _{máx}	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09
		M _y _{mín}	-17.96	-9.42	-1.79	-5.26	-7.66	-6.67	-4.13	-2.92	-8.29	
		M _y _{máx}	13.46	6.23	2.28	4.81	8.29	8.04	5.78	2.50	8.81	
		M _z _{mín}	-3.07	-1.49	-0.78	-2.28	-4.39	-6.40	-7.70	-9.59	-10.84	
		M _z _{máx}	3.29	1.59	0.75	2.14	4.14	6.04	7.26	9.06	10.25	

ENVOLVENTES DE LOS ESFUERZOS EN BARRAS

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.116 m	0.928 m	1.469 m	2.010 m	2.822 m	3.633 m	4.175 m	4.986 m	5.527 m	
N39/N50	Acero laminado	N _{mín}	-24.260	-24.065	-23.936	-23.811	-23.672	-23.533	-23.441	-23.304	-23.213	
		N _{máx}	14.443	14.507	14.550	14.592	14.655	14.717	14.815	14.985	15.099	
		V _y _{mín}	-0.186	-0.316	-0.391	-0.479	-0.625	-0.711	-0.754	-0.794	-0.822	
		V _y _{máx}	0.145	0.249	0.387	0.508	0.657	0.767	0.819	0.864	0.873	
		V _z _{mín}	-11.927	-8.480	-6.431	-4.679	-2.803	-4.503	-7.441	-11.520	-14.242	
		V _z _{máx}	14.884	10.417	7.437	4.455	2.981	6.568	9.052	12.774	15.252	
		M _t _{mín}	-1.76	-1.76	-1.76	-1.76	-1.76	-1.76	-1.76	-1.76	-1.76	-1.76
		M _t _{máx}	1.63	1.63	1.63	1.63	1.63	1.63	1.63	1.63	1.63	1.63
		M _y _{mín}	-16.88	-10.17	-8.22	-7.51	-6.29	-4.45	-1.21	-7.87	-15.45	
		M _y _{máx}	13.83	7.82	8.95	9.82	9.03	5.21	1.10	6.49	13.46	
		M _z _{mín}	-0.18	-0.17	-0.11	-0.35	-0.83	-1.41	-1.84	-2.52	-3.00	
		M _z _{máx}	0.18	0.14	0.29	0.52	0.92	1.39	1.75	2.38	2.81	

ENVOLVENTES DE LOS ESFUERZOS EN BARRAS

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.000 m	0.821 m	1.369 m	2.191 m	2.738 m	3.560 m	4.107 m	4.929 m	5.476 m	
N50/N40	Acero laminado	N _{mín}	-32.163	-31.966	-31.834	-31.638	-31.508	-31.313	-31.183	-31.008	-30.916	
		N _{máx}	46.871	46.936	46.979	47.043	47.085	47.148	47.190	47.308	47.423	
		V _y _{mín}	-3.177	-2.929	-2.786	-2.605	-2.506	-2.391	-2.336	-2.287	-2.277	
		V _y _{máx}	2.960	2.741	2.614	2.454	2.367	2.265	2.216	2.173	2.164	
		V _z _{mín}	-14.463	-10.664	-8.135	-4.346	-1.824	-3.262	-6.011	-10.139	-12.893	
		V _z _{máx}	14.555	10.452	7.713	3.601	1.228	3.153	5.461	9.714	12.872	
		M _t _{mín}	-1.09	-1.09	-1.09	-1.09	-1.09	-1.09	-1.09	-1.09	-1.09	-1.09
		M _t _{máx}	1.14	1.14	1.14	1.14	1.14	1.14	1.14	1.14	1.14	1.14
		M _y _{mín}	-15.45	-5.13	-1.79	-6.43	-7.66	-6.67	-4.13	-3.37	-8.41	
		M _y _{máx}	13.46	3.36	2.89	5.97	7.34	7.07	5.30	2.50	8.81	
		M _z _{mín}	-3.29	-0.78	-0.75	-2.82	-4.14	-6.04	-7.26	-9.06	-10.25	
		M _z _{máx}	3.07	0.73	0.78	3.00	4.39	6.40	7.70	9.59	10.84	

ENVOLVENTES DE LOS ESFUERZOS EN BARRAS

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.116 m	0.657 m	1.469 m	2.010 m	2.822 m	3.633 m	4.175 m	4.986 m	5.527 m	
N2/N45	Acero laminado	N _{mín}	-24.261	-24.131	-23.937	-23.812	-23.673	-23.534	-23.442	-23.305	-23.213	
		N _{máx}	14.446	14.489	14.553	14.595	14.658	14.720	14.817	14.987	15.101	
		V _y _{mín}	-0.186	-0.275	-0.391	-0.479	-0.625	-0.711	-0.754	-0.794	-0.822	
		V _y _{máx}	0.156	0.174	0.387	0.508	0.657	0.767	0.819	0.864	0.873	
		V _z _{mín}	-12.566	-9.547	-5.023	-3.498	-2.802	-4.501	-7.438	-11.517	-14.239	
		V _z _{máx}	14.886	11.909	7.440	4.458	3.086	7.504	10.446	14.901	17.895	
		M _t _{mín}	-1.76	-1.76	-1.76	-1.76	-1.76	-1.76	-1.76	-1.76	-1.76	-1.76
		M _t _{máx}	1.63	1.63	1.63	1.63	1.63	1.63	1.63	1.63	1.63	1.63
		M _y _{mín}	-13.29	-10.57	-8.21	-7.51	-6.28	-4.45	-1.21	-9.09	-17.96	
		M _y _{máx}	13.84	7.26	9.56	11.08	10.38	6.08	1.29	6.49	13.46	
		M _z _{mín}	-0.18	-0.20	-0.15	-0.35	-0.83	-1.41	-1.84	-2.52	-3.00	
		M _z _{máx}	0.18	0.13	0.29	0.52	0.92	1.39	1.75	2.38	2.81	

ENVOLVENTES DE LOS ESFUERZOS EN BARRAS

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.000 m	0.548 m	1.369 m	1.917 m	2.738 m	3.560 m	4.107 m	4.929 m	5.476 m	
N45/N5	Acero laminado	N _{mín}	-32.163	-32.031	-31.834	-31.703	-31.508	-31.313	-31.183	-31.008	-30.916	
		N _{máx}	46.874	46.917	46.982	47.024	47.088	47.151	47.193	47.310	47.425	
		V _y _{mín}	-3.177	-3.008	-2.786	-2.661	-2.506	-2.391	-2.336	-2.287	-2.277	
		V _y _{máx}	2.960	2.810	2.614	2.503	2.367	2.265	2.216	2.173	2.164	
		V _z _{mín}	-17.221	-14.165	-9.586	-6.537	-1.988	-3.263	-6.012	-10.139	-12.894	
		V _z _{máx}	14.555	11.819	7.712	4.972	1.228	2.925	5.963	10.514	13.544	
		M _t _{mín}	-1.09	-1.09	-1.09	-1.09	-1.09	-1.09	-1.09	-1.09	-1.09	-1.09
		M _t _{máx}	1.14	1.14	1.14	1.14	1.14	1.14	1.14	1.14	1.14	1.14
		M _y _{mín}	-17.96	-9.42	-1.79	-5.26	-7.66	-6.67	-4.13	-2.92	-8.29	
		M _y _{máx}	13.46	6.23	2.28	4.81	8.29	8.04	5.78	2.50	8.81	
		M _z _{mín}	-3.29	-1.59	-0.75	-2.14	-4.14	-6.04	-7.26	-9.06	-10.25	
		M _z _{máx}	3.07	1.49	0.78	2.28	4.39	6.40	7.70	9.59	10.84	

ENVOLVENTES DE LOS ESFUERZOS EN BARRAS

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.116 m	0.928 m	1.469 m	2.010 m	2.822 m	3.633 m	4.175 m	4.986 m	5.527 m	
N4/N44	Acero laminado	N_{\min}	-24.260	-24.065	-23.936	-23.811	-23.672	-23.533	-23.441	-23.304	-23.213	
		N_{\max}	14.443	14.507	14.550	14.592	14.655	14.717	14.815	14.985	15.099	
		$V_{y\min}$	-0.145	-0.249	-0.387	-0.508	-0.657	-0.767	-0.819	-0.864	-0.873	
		$V_{y\max}$	0.186	0.316	0.391	0.479	0.625	0.711	0.754	0.794	0.822	
		$V_{z\min}$	-11.927	-8.480	-6.431	-4.679	-2.803	-4.503	-7.441	-11.520	-14.242	
		$V_{z\max}$	14.884	10.417	7.437	4.455	2.981	6.568	9.052	12.774	15.252	
		$M_{t\min}$	-1.63	-1.63	-1.63	-1.63	-1.63	-1.63	-1.63	-1.63	-1.63	-1.63
		$M_{t\max}$	1.76	1.76	1.76	1.76	1.76	1.76	1.76	1.76	1.76	1.76
		$M_{y\min}$	-16.88	-10.17	-8.22	-7.51	-6.29	-4.45	-1.21	-7.87	-15.45	
		$M_{y\max}$	13.83	7.82	8.95	9.82	9.03	5.21	1.10	6.49	13.46	
		$M_{z\min}$	-0.18	-0.14	-0.29	-0.52	-0.92	-1.39	-1.75	-2.38	-2.81	
		$M_{z\max}$	0.18	0.17	0.11	0.35	0.83	1.41	1.84	2.52	3.00	

ENVOLVENTES DE LOS ESFUERZOS EN BARRAS

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.000 m	0.821 m	1.369 m	2.191 m	2.738 m	3.560 m	4.107 m	4.929 m	5.476 m	
N44/N5	Acero laminado	N _{mín}	-32.163	-31.966	-31.834	-31.638	-31.508	-31.313	-31.183	-31.008	-30.916	
		N _{máx}	46.871	46.936	46.979	47.043	47.085	47.148	47.190	47.308	47.423	
		V _y _{mín}	-2.960	-2.741	-2.614	-2.454	-2.367	-2.265	-2.216	-2.173	-2.164	
		V _y _{máx}	3.177	2.929	2.786	2.605	2.506	2.391	2.336	2.287	2.277	
		V _z _{mín}	-14.463	-10.664	-8.135	-4.346	-1.824	-3.262	-6.011	-10.139	-12.893	
		V _z _{máx}	14.555	10.452	7.713	3.601	1.228	3.153	5.461	9.714	12.872	
		M _t _{mín}	-1.14	-1.14	-1.14	-1.14	-1.14	-1.14	-1.14	-1.14	-1.14	-1.14
		M _t _{máx}	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09
		M _y _{mín}	-15.45	-5.13	-1.79	-6.43	-7.66	-6.67	-4.13	-3.37	-8.41	
		M _y _{máx}	13.46	3.36	2.89	5.97	7.34	7.07	5.30	2.50	8.81	
		M _z _{mín}	-3.07	-0.73	-0.78	-3.00	-4.39	-6.40	-7.70	-9.59	-10.84	
		M _z _{máx}	3.29	0.78	0.75	2.82	4.14	6.04	7.26	9.06	10.25	

FLECHAS

Grupo	Flecha máxima absoluta xy		Flecha máxima absoluta xz		Flecha activa absoluta xy		Flecha activa absoluta xz	
	Flecha máxima relativa xy		Flecha máxima relativa xz		Flecha activa relativa xy		Flecha activa relativa xz	
	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)
N1/N2	3.876	6.00	3.876	2.92	4.306	9.65	3.876	4.80
	3.876	L(>1000)	3.876	L(>1000)	3.876	L(>1000)	3.445	L(>1000)
N3/N4	3.876	6.00	3.876	2.92	4.306	9.65	3.445	5.30
	3.876	L(>1000)	3.876	L(>1000)	3.876	L(>1000)	3.876	L(>1000)
N6/N7	2.809	1.48	4.414	4.03	2.809	2.94	3.612	5.29
	2.809	L(>1000)	4.414	L(>1000)	2.809	L(>1000)	4.414	L(>1000)
N8/N9	2.809	1.48	4.013	3.33	2.809	2.94	3.211	4.75
	2.809	L(>1000)	4.816	L(>1000)	2.809	L(>1000)	5.217	L(>1000)
N7/N10	5.579	3.68	6.414	21.85	5.579	7.04	6.414	29.17
	5.579	L(>1000)	6.414	L/495.6	5.579	L(>1000)	6.414	L/496.4
N9/N10	5.579	3.68	6.136	17.75	5.579	7.04	6.414	25.04
	5.579	L(>1000)	6.136	L/610.1	5.579	L(>1000)	6.136	L/610.9
N11/N12	2.809	1.45	4.414	3.87	2.809	2.89	4.414	4.93
	2.809	L(>1000)	4.414	L(>1000)	2.809	L(>1000)	4.414	L(>1000)
N13/N14	2.809	1.45	4.013	3.21	2.809	2.89	3.612	4.43
	2.809	L(>1000)	4.816	L(>1000)	2.809	L(>1000)	4.816	L(>1000)
N12/N15	2.301	0.33	6.482	21.27	2.301	0.66	6.482	28.20
	2.301	L(>1000)	6.482	L/509.1	2.301	L(>1000)	6.482	L/511.0
N14/N15	2.301	0.33	6.482	17.48	2.301	0.66	6.482	24.41
	2.301	L(>1000)	6.482	L/619.5	2.301	L(>1000)	6.482	L/622.4
N16/N17	2.809	1.43	4.414	3.87	2.809	2.85	4.414	4.93
	2.809	L(>1000)	4.414	L(>1000)	2.809	L(>1000)	4.414	L(>1000)
N18/N19	2.809	1.43	4.013	3.21	2.809	2.85	3.612	4.43
	2.809	L(>1000)	4.816	L(>1000)	2.809	L(>1000)	4.816	L(>1000)
N17/N20	2.301	0.33	6.482	21.27	2.301	0.65	6.482	28.20
	2.301	L(>1000)	6.482	L/509.1	2.301	L(>1000)	6.482	L/511.4
N19/N20	2.301	0.33	6.482	17.48	2.301	0.65	6.482	24.41

FLECHAS

Grupo	Flecha máxima absoluta xy		Flecha máxima absoluta xz		Flecha activa absoluta xy		Flecha activa absoluta xz	
	Flecha máxima relativa xy		Flecha máxima relativa xz		Flecha activa relativa xy		Flecha activa relativa xz	
	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)
	2.301	L(>1000)	6.482	L/619.5	2.301	L(>1000)	6.482	L/623.4
N21/N22	2.809	1.43	4.414	3.87	2.809	2.85	4.414	4.93
	2.809	L(>1000)	4.414	L(>1000)	2.809	L(>1000)	4.414	L(>1000)
N23/N24	2.809	1.43	4.013	3.21	2.809	2.85	3.612	4.43
	2.809	L(>1000)	4.816	L(>1000)	2.809	L(>1000)	4.816	L(>1000)
N22/N25	2.301	0.33	6.482	21.27	2.301	0.65	6.482	28.20
	2.301	L(>1000)	6.482	L/509.1	2.301	L(>1000)	6.482	L/511.4
N24/N25	2.301	0.33	6.482	17.48	2.301	0.65	6.482	24.41
	2.301	L(>1000)	6.482	L/619.5	2.301	L(>1000)	6.482	L/623.4
N26/N27	2.809	1.45	4.414	3.87	2.809	2.89	4.414	4.93
	2.809	L(>1000)	4.414	L(>1000)	2.809	L(>1000)	4.414	L(>1000)
N28/N29	2.809	1.45	4.013	3.21	2.809	2.89	3.612	4.43
	2.809	L(>1000)	4.816	L(>1000)	2.809	L(>1000)	4.816	L(>1000)
N27/N30	2.301	0.33	6.482	21.27	2.301	0.66	6.482	28.20
	2.301	L(>1000)	6.482	L/509.1	2.301	L(>1000)	6.482	L/511.0
N29/N30	2.301	0.33	6.482	17.48	2.301	0.66	6.482	24.41
	2.301	L(>1000)	6.482	L/619.5	2.301	L(>1000)	6.482	L/622.4
N31/N32	2.809	1.48	4.414	4.03	2.809	2.94	3.612	5.29
	2.809	L(>1000)	4.414	L(>1000)	2.809	L(>1000)	4.414	L(>1000)
N33/N34	2.809	1.48	4.013	3.33	2.809	2.94	3.211	4.75
	2.809	L(>1000)	4.816	L(>1000)	2.809	L(>1000)	5.217	L(>1000)
N32/N35	5.579	3.68	6.414	21.85	5.579	7.04	6.414	29.17
	5.579	L(>1000)	6.414	L/495.6	5.579	L(>1000)	6.414	L/496.4
N34/N35	5.579	3.68	6.136	17.75	5.579	7.04	6.414	25.04
	5.579	L(>1000)	6.136	L/610.1	5.579	L(>1000)	6.136	L/610.9
N36/N37	3.876	6.00	3.876	2.92	4.306	9.65	3.876	4.80
	3.876	L(>1000)	3.876	L(>1000)	3.876	L(>1000)	3.445	L(>1000)

FLECHAS

Grupo	Flecha máxima absoluta xy		Flecha máxima absoluta xz		Flecha activa absoluta xy		Flecha activa absoluta xz	
	Flecha máxima relativa xy		Flecha máxima relativa xz		Flecha activa relativa xy		Flecha activa relativa xz	
	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)
N38/N39	3.876	6.00	3.876	2.92	4.306	9.65	3.445	5.30
	3.876	L(>1000)	3.876	L(>1000)	3.876	L(>1000)	3.876	L(>1000)
N2/N7	3.375	0.00	3.000	1.90	4.875	0.00	0.000	0.00
	-	L(>1000)	3.000	L(>1000)	-	L(>1000)	-	L(>1000)
N7/N12	5.625	0.00	3.000	1.90	4.125	0.00	0.000	0.00
	-	L(>1000)	3.000	L(>1000)	-	L(>1000)	-	L(>1000)
N12/N17	0.750	0.00	3.000	1.90	4.875	0.00	0.000	0.00
	-	L(>1000)	3.000	L(>1000)	-	L(>1000)	-	L(>1000)
N17/N22	1.125	0.00	3.000	1.90	5.250	0.00	0.000	0.00
	-	L(>1000)	3.000	L(>1000)	-	L(>1000)	-	L(>1000)
N22/N27	1.125	0.00	3.000	1.90	0.750	0.00	0.000	0.00
	-	L(>1000)	3.000	L(>1000)	-	L(>1000)	-	L(>1000)
N27/N32	4.875	0.00	3.000	1.90	2.250	0.00	0.000	0.00
	-	L(>1000)	3.000	L(>1000)	-	L(>1000)	-	L(>1000)
N32/N37	4.500	0.00	3.000	1.90	2.625	0.00	0.000	0.00
	-	L(>1000)	3.000	L(>1000)	-	L(>1000)	-	L(>1000)
N5/N10	2.213	0.00	2.950	1.78	2.213	0.00	5.531	0.00
	-	L(>1000)	2.950	L(>1000)	-	L(>1000)	-	L(>1000)
N35/N40	4.794	0.00	2.950	1.78	4.056	0.00	5.531	0.00
	-	L(>1000)	2.950	L(>1000)	-	L(>1000)	-	L(>1000)
N41/N5	3.240	0.00	4.050	60.24	3.240	0.00	4.050	113.47
	-	L(>1000)	4.050	L/134.5	-	L(>1000)	4.050	L/134.5
N43/N44	2.972	0.00	3.715	42.80	2.972	0.00	3.715	83.25
	-	L(>1000)	3.715	L/173.6	-	L(>1000)	3.715	L/173.6
N42/N45	2.972	0.00	3.715	42.80	2.972	0.00	3.715	83.25
	-	L(>1000)	3.715	L/173.6	-	L(>1000)	3.715	L/173.6
N46/N49	2.972	0.00	3.715	42.80	2.972	0.00	3.715	83.25

FLECHAS

Grupo	Flecha máxima absoluta xy		Flecha máxima absoluta xz		Flecha activa absoluta xy		Flecha activa absoluta xz	
	Flecha máxima relativa xy		Flecha máxima relativa xz		Flecha activa relativa xy		Flecha activa relativa xz	
	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)
	-	L(>1000)	3.715	L/173.6	-	L(>1000)	3.715	L/173.6
N47/N40	3.240	0.00	4.050	60.24	3.240	0.00	4.050	113.47
	-	L(>1000)	4.050	L/134.5	-	L(>1000)	4.050	L/134.5
N48/N50	2.972	0.00	3.715	42.80	2.972	0.00	3.715	83.25
	-	L(>1000)	3.715	L/173.6	-	L(>1000)	3.715	L/173.6
N51/N50	3.000	0.50	3.000	1.90	4.125	0.00	4.875	0.00
	3.000	L(>1000)	3.000	L(>1000)	-	L(>1000)	-	L(>1000)
N52/N49	3.000	0.50	3.000	1.90	4.500	0.00	5.625	0.00
	3.000	L(>1000)	3.000	L(>1000)	-	L(>1000)	-	L(>1000)
N45/N53	3.000	0.50	3.000	1.90	4.500	0.00	5.250	0.00
	3.000	L(>1000)	3.000	L(>1000)	-	L(>1000)	-	L(>1000)
N44/N54	3.000	0.50	3.000	1.90	5.625	0.00	4.875	0.00
	3.000	L(>1000)	3.000	L(>1000)	-	L(>1000)	-	L(>1000)
N1/N7	5.762	0.00	5.762	0.00	5.762	0.00	5.762	0.00
	-	L(>1000)	-	L(>1000)	-	L(>1000)	-	L(>1000)
N31/N37	5.762	0.00	5.762	0.00	5.762	0.00	5.762	0.00
	-	L(>1000)	-	L(>1000)	-	L(>1000)	-	L(>1000)
N36/N32	5.186	0.00	6.338	0.00	5.762	0.00	7.491	0.00
	-	L(>1000)	-	L(>1000)	-	L(>1000)	-	L(>1000)
N6/N2	5.762	0.00	6.338	0.00	7.491	0.00	6.338	0.00
	-	L(>1000)	-	L(>1000)	-	L(>1000)	-	L(>1000)
N38/N34	5.762	0.00	5.762	0.00	5.762	0.00	5.762	0.00
	-	L(>1000)	-	L(>1000)	-	L(>1000)	-	L(>1000)
N34/N50	4.589	0.00	5.099	0.00	4.589	0.00	6.118	0.00
	-	L(>1000)	-	L(>1000)	-	L(>1000)	-	L(>1000)
N50/N35	3.569	0.00	5.609	0.00	3.569	0.00	5.609	0.00
	-	L(>1000)	-	L(>1000)	-	L(>1000)	-	L(>1000)

FLECHAS

Grupo	Flecha máxima absoluta xy		Flecha máxima absoluta xz		Flecha activa absoluta xy		Flecha activa absoluta xz	
	Flecha máxima relativa xy		Flecha máxima relativa xz		Flecha activa relativa xy		Flecha activa relativa xz	
	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)
N49/N35	4.079	0.00	6.118	0.00	3.569	0.00	7.648	0.00
	-	L(>1000)	-	L(>1000)	-	L(>1000)	-	L(>1000)
N32/N49	6.628	0.00	6.628	0.00	7.648	0.00	7.138	0.00
	-	L(>1000)	-	L(>1000)	-	L(>1000)	-	L(>1000)
N33/N39	5.762	0.00	5.762	0.00	5.762	0.00	8.067	0.00
	-	L(>1000)	-	L(>1000)	-	L(>1000)	-	L(>1000)
N39/N51	5.609	0.00	6.118	0.00	6.628	0.00	6.118	0.00
	-	L(>1000)	-	L(>1000)	-	L(>1000)	-	L(>1000)
N51/N40	5.609	0.00	7.138	0.00	7.648	0.00	7.138	0.00
	-	L(>1000)	-	L(>1000)	-	L(>1000)	-	L(>1000)
N52/N40	7.648	0.00	7.648	0.00	7.648	0.00	5.609	0.00
	-	L(>1000)	-	L(>1000)	-	L(>1000)	-	L(>1000)
N37/N52	7.648	0.00	4.079	0.00	7.648	0.00	4.079	0.00
	-	L(>1000)	-	L(>1000)	-	L(>1000)	-	L(>1000)
N2/N53	7.138	0.00	7.648	0.00	7.138	0.00	7.648	0.00
	-	L(>1000)	-	L(>1000)	-	L(>1000)	-	L(>1000)
N53/N5	5.099	0.00	3.569	0.00	6.628	0.00	3.569	0.00
	-	L(>1000)	-	L(>1000)	-	L(>1000)	-	L(>1000)
N54/N5	3.569	0.00	5.609	0.00	3.569	0.00	5.609	0.00
	-	L(>1000)	-	L(>1000)	-	L(>1000)	-	L(>1000)
N4/N54	7.138	0.00	7.138	0.00	7.138	0.00	7.138	0.00
	-	L(>1000)	-	L(>1000)	-	L(>1000)	-	L(>1000)
N8/N4	5.762	0.00	5.762	0.00	5.762	0.00	5.762	0.00
	-	L(>1000)	-	L(>1000)	-	L(>1000)	-	L(>1000)
N3/N9	6.338	0.00	7.491	0.00	6.338	0.00	7.491	0.00
	-	L(>1000)	-	L(>1000)	-	L(>1000)	-	L(>1000)
N9/N44	7.138	0.00	6.628	0.00	5.099	0.00	6.628	0.00
	-	L(>1000)	-	L(>1000)	-	L(>1000)	-	L(>1000)

FLECHAS

Grupo	Flecha máxima absoluta xy		Flecha máxima absoluta xz		Flecha activa absoluta xy		Flecha activa absoluta xz	
	Flecha máxima relativa xy		Flecha máxima relativa xz		Flecha activa relativa xy		Flecha activa relativa xz	
	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)
	-	L(>1000)	-	L(>1000)	-	L(>1000)	-	L(>1000)
N44/N10	7.648	0.00	4.589	0.00	7.648	0.00	5.609	0.00
	-	L(>1000)	-	L(>1000)	-	L(>1000)	-	L(>1000)
N45/N10	7.138	0.00	6.118	0.00	6.118	0.00	7.648	0.00
	-	L(>1000)	-	L(>1000)	-	L(>1000)	-	L(>1000)
N7/N45	6.628	0.00	5.609	0.00	6.628	0.00	5.609	0.00
	-	L(>1000)	-	L(>1000)	-	L(>1000)	-	L(>1000)
N34/N39	3.375	0.00	3.000	1.90	4.125	0.00	0.000	0.00
	-	L(>1000)	3.000	L(>1000)	-	L(>1000)	-	L(>1000)
N29/N34	5.250	0.00	3.000	1.90	5.250	0.00	0.000	0.00
	-	L(>1000)	3.000	L(>1000)	-	L(>1000)	-	L(>1000)
N24/N29	3.000	0.00	3.000	1.90	3.000	0.00	0.000	0.00
	-	L(>1000)	3.000	L(>1000)	-	L(>1000)	-	L(>1000)
N19/N24	1.500	0.00	3.000	1.90	2.625	0.00	0.000	0.00
	-	L(>1000)	3.000	L(>1000)	-	L(>1000)	-	L(>1000)
N14/N19	1.500	0.00	3.000	1.90	3.750	0.00	0.000	0.00
	-	L(>1000)	3.000	L(>1000)	-	L(>1000)	-	L(>1000)
N9/N14	4.500	0.00	3.000	1.90	4.875	0.00	0.000	0.00
	-	L(>1000)	3.000	L(>1000)	-	L(>1000)	-	L(>1000)
N4/N9	2.250	0.00	3.000	1.90	3.750	0.00	0.000	0.00
	-	L(>1000)	3.000	L(>1000)	-	L(>1000)	-	L(>1000)
N2/N45	3.247	4.23	2.435	2.83	3.247	8.28	2.435	4.24
	3.247	L(>1000)	2.435	L(>1000)	3.247	L(>1000)	2.435	L(>1000)
N45/N5	3.286	18.94	3.012	2.02	3.286	37.02	3.012	3.42
	3.286	L/289.1	3.012	L(>1000)	3.286	L/289.5	3.012	L(>1000)
N4/N44	3.247	4.23	2.435	2.51	3.247	8.28	2.165	3.93
	3.247	L(>1000)	2.435	L(>1000)	3.247	L(>1000)	2.435	L(>1000)

FLECHAS

Grupo	Flecha máxima absoluta xy		Flecha máxima absoluta xz		Flecha activa absoluta xy		Flecha activa absoluta xz	
	Flecha máxima relativa xy		Flecha máxima relativa xz		Flecha activa relativa xy		Flecha activa relativa xz	
	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)
N44/N5	3.286	18.94	3.012	1.89	3.286	37.02	3.012	3.29
	3.286	L/289.1	3.012	L(>1000)	3.286	L/292.3	3.012	L(>1000)
N39/N50	3.247	4.23	2.435	2.51	3.247	8.28	2.165	3.93
	3.247	L(>1000)	2.435	L(>1000)	3.247	L(>1000)	2.435	L(>1000)
N50/N40	3.286	18.94	3.012	1.89	3.286	37.02	3.012	3.29
	3.286	L/289.1	3.012	L(>1000)	3.286	L/292.3	3.012	L(>1000)
N37/N49	3.247	4.23	2.435	2.83	3.247	8.28	2.435	4.24
	3.247	L(>1000)	2.435	L(>1000)	3.247	L(>1000)	2.435	L(>1000)
N49/N40	3.286	18.94	3.012	2.02	3.286	37.02	3.012	3.42
	3.286	L/289.1	3.012	L(>1000)	3.286	L/289.5	3.012	L(>1000)

Referencias:

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

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

6.3. CÁLCULO DE LA CIMENTACIÓN

En este epígrafe, se expondrán todos los elementos de las cimentaciones de la nave, como son la geometría de las vigas de atado y zapatas, así como una explicación en detalle del armado. También se incluirán las comprobaciones realizadas a los diferentes elementos.

Como ya se ha expuesto en la memoria, la cimentación estará compuesta por zapatas aisladas de hormigón armado y vigas de atado perimetrales. La nave cuenta con 3 tipos de zapatas dependiendo de su situación:

- ◇ Zapatas de los Pilares Externos de los Pórticos Testeros
- ◇ Zapatas de los Pilares Intermedios de los Pórticos Testeros
- ◇ Zapatas de los Pilares de los Pórticos Intermedios

En los tres grupos anteriores se pueden englobar todas las zapatas de la estructura. Para poder identificarlas con facilidad, a cada una de ellas se les ha asignado una referencia de la forma N1, N2, N3.

En la tabla siguiente se muestra a que grupo pertenece cada zapata atendiendo a su situación, geometría, identificación y armado.

REFERENCIAS	SITUACIÓN	GEOMETRÍA	ARMADO
N3, N1, N36 y N38	Zapatas de los Pilares Externos de los Pórticos Testeros	Zapata cuadrada Anchura: 255 cm Canto: 55 cm	Sup X: 12Ø12c/20 Sup Y: 12Ø12c/20 Inf X: 12Ø12c/20 Inf Y: 12Ø12c/20
N8, N13, N18, N6, N11, N16, N21, N26, N31, N33, N28 y N23	Zapatas de los Pilares de los Pórticos Intermedios	Zapata cuadrada Anchura: 320 cm Canto: 70 cm	Sup X: 19Ø12c/16 Sup Y: 19Ø12c/16 Inf X: 19Ø12c/16 Inf Y: 19Ø12c/16
N43, N41, N42, N46, N47 y N48	Zapatas de los Pilares Intermedios de los Pórticos Testeros	Zapata cuadrada Anchura: 165 cm Canto: 40 cm	Sup X: 6Ø12c/28 Sup Y: 6Ø12c/28 Inf X: 6Ø12c/28 Inf Y: 6Ø12c/28

Antes de pasar a las comprobaciones es necesario mostrar una serie de tablas en las que se verá de forma más detallada aspectos como el armado utilizado, longitud, peso y cantidad de cada barra.

Zapatas de los Pilares Intermedios de los Pórticos Testeros

Referencias: N3, N1, N36 y N38		B 400 S, Ys=1.15	TOTAL
Nombre de armado		Ø12	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)	12x2.39	28.68
	Peso (kg)	12x2.12	25.46
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)	12x2.39	28.68
	Peso (kg)	12x2.12	25.46
Parrilla superior - Armado X	Longitud (m)	12x2.39	28.68
	Peso (kg)	12x2.12	25.46
Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m)	12x2.39	28.68
	Peso (kg)	12x2.12	25.46
TOTALES	Longitud (m)	114.72	
	Peso (kg)	101.84	101.84
TOTAL CON MERMAS (10.00%)	Longitud (m)	126.19	
	Peso (kg)	112.02	112.02

Zapatas de los Pilares de los Pórticos Intermedios

Referencias: N8, N13, N18, N6, N11, N16, N21, N26, N31, N33, N28 y N23		B 400 S, Ys=1.15	TOTAL
Nombre de armado		Ø12	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)	19x3.04	57.76
	Peso (kg)	19x2.70	51.28
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)	19x3.04	57.76
	Peso (kg)	19x2.70	51.28
Parrilla superior - Armado X	Longitud (m)	19x3.04	57.76
	Peso (kg)	19x2.70	51.28
Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m)	19x3.04	57.76
	Peso (kg)	19x2.70	51.28
TOTALES	Longitud (m)	231.04	
	Peso (kg)	205.12	205.12
TOTAL CON MERMAS (10.00%)	Longitud (m)	254.14	
	Peso (kg)	225.63	225.63

Zapatas de los Pilares Externos de los Pórticos Testeros

Referencias: N43, N41, N42, N46, N47 y N48		B 400 S, Ys=1.15	TOTAL
Nombre de armado		Ø12	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)	6x1.49	8.94
	Peso (kg)	6x1.32	7.94
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)	6x1.49	8.94
	Peso (kg)	6x1.32	7.94
Parrilla superior - Armado X	Longitud (m)	6x1.49	8.94
	Peso (kg)	6x1.32	7.94
Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m)	6x1.49	8.94
	Peso (kg)	6x1.32	7.94
TOTALES	Longitud (m)	35.76	
	Peso (kg)	31.76	31.76
TOTAL CON MERMAS (10.00%)	Longitud (m)	39.34	
	Peso (kg)	34.94	34.94

Para concluir, se incluye una tabla resumen dónde se pueden observar en función del tipo de zapata, los valores de volumen (m³) de hormigón, tanto el que se utiliza para las zapatas como el utilizado para limpieza. Además, también se incluyen otros datos como es el de los kilogramos (kg) de acero presentes en cada una.

Resumen de medición (se incluyen mermas de acero)

ELEMENTO	B 400 S, Ys=1.15 (kg)	HORMIGÓN (m³)	
	Ø12	HA-25, Yc=1.5	Limpieza
Referencias: N3, N1, N36 y N38	4x112.02	4x3.58	4x0.65
Referencias: N8, N13, N18, N6, N11, N16, N21, N26, N31, N33, N28 y N23	12x225.63	12x7.17	12x1.02
Referencias: N43, N41, N42, N46, N47 y N48	6x34.94	6x1.09	6x0.27
TOTALES	3365.28	106.86	16.52

Ahora sí, pasamos a mostrar las comprobaciones de cada tipo de zapata:

6.3.1. ZAPATAS DE LOS PILARES EXTERNOS DE LOS PÓRTICOS TESTEROS

Referencia: N3

Dimensiones: 255 x 255 x 55

Armados: Xi:Ø12c/20 Yi:Ø12c/20 Xs:Ø12c/20 Ys:Ø12c/20

COMPROBACIÓN	VALORES	ESTADO
Tensiones sobre el terreno:		
<i>Criterio de CYPE</i>		
-Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.2 MPa Calculado: 0.0183447 MPa	Cumple
-Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.0171675 MPa	Cumple
-Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.0367875 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata:		
<i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>		
-En dirección X:	Reserva seguridad: 46.4 %	Cumple
-En dirección Y:	Reserva seguridad: 35.1 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
-En dirección X:	Momento: -24.94 kN·m	Cumple
-En dirección Y:	Momento: 31.97 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
-En dirección X:	Cortante: 26.49 kN	Cumple
-En dirección Y:	Cortante: 34.34 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
-Situaciones persistentes:	Máximo: 5000 kN/m ² Calculado: 62 kN/m ²	Cumple
<i>Criterio de CYPE</i>		

COMPROBACIÓN	VALORES	ESTADO
Canto mínimo: <i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 55 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: -N3:	Mínimo: 44 cm Calculado: 48 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 0.001	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.001	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.001	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.001	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.001	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i>	Calculado: 0.0011	
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0002	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0003	Cumple
- Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.0002	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0002	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 12 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple

COMPROBACIÓN	VALORES	ESTADO
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 15 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 57 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 57 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 58 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 58 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 57 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 57 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 58 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 58 cm	Cumple

SE CUMPLEN TODAS LAS COMPROBACIONES

Información adicional:

- Zapata de tipo rígido (Artículo 58.2 de la norma EHE-08)
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.13
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.16
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 653.54 kN
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 653.54 kN

Referencia: N1

Dimensiones: 255 x 255 x 55

Armados: Xi:Ø12c/20 Yi:Ø12c/20 Xs:Ø12c/20 Ys:Ø12c/20

COMPROBACIÓN	VALORES	ESTADO
Tensiones sobre el terreno:		
<i>Criterio de CYPE</i>		
-Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.2 MPa Calculado: 0.0183447 MPa	Cumple
-Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.0171675 MPa	Cumple
-Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.0367875 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata:		
<i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>		
-En dirección X:	Reserva seguridad: 46.4 %	Cumple
-En dirección Y:	Reserva seguridad: 35.2 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
-En dirección X:	Momento: -24.94 kN·m	Cumple
-En dirección Y:	Momento: 39.11 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
-En dirección X:	Cortante: 26.49 kN	Cumple
-En dirección Y:	Cortante: 42.08 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
-Situaciones persistentes:	Máximo: 5000 kN/m ² Calculado: 62 kN/m ²	Cumple
<i>Criterio de CYPE</i>		
Canto mínimo:		
<i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>		
	Mínimo: 25 cm Calculado: 55 cm	Cumple

COMPROBACIÓN	VALORES	ESTADO
Espacio para anclar arranques en cimentación:	Mínimo: 44 cm	
-N1:	Calculado: 48 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 0.001	
-Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.001	Cumple
-Armado superior dirección X:	Calculado: 0.001	Cumple
-Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.001	Cumple
-Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.001	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i>	Calculado: 0.0011	
-Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0002	Cumple
-Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0003	Cumple
-Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.0002	Cumple
-Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0002	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 12 mm	
-Parrilla inferior:	Calculado: 12 mm	Cumple
-Parrilla superior:	Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
-Armado inferior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
-Armado inferior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
-Armado superior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
-Armado superior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>	Mínimo: 10 cm	

COMPROBACIÓN	VALORES	ESTADO
-Armado inferior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
-Armado inferior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
-Armado superior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
-Armado superior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 15 cm	
-Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 57 cm	Cumple
-Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 57 cm	Cumple
-Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 58 cm	Cumple
-Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 58 cm	Cumple
-Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 57 cm	Cumple
-Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 57 cm	Cumple
-Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 58 cm	Cumple
-Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 58 cm	Cumple

SE CUMPLEN TODAS LAS COMPROBACIONES

Información adicional:

- Zapata de tipo rígido (Artículo 58.2 de la norma EHE-08)
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.13
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.20
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 653.54 kN
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 653.54 kN

Referencia: N36

Dimensiones: 255 x 255 x 55

Armados: Xi:Ø12c/20 Yi:Ø12c/20 Xs:Ø12c/20 Ys:Ø12c/20

COMPROBACIÓN	VALORES	ESTADO
Tensiones sobre el terreno:		
<i>Criterio de CYPE</i>		
-Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.2 MPa Calculado: 0.0183447 MPa	Cumple
-Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.0171675 MPa	Cumple
-Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.0367875 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata:		
<i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>		
-En dirección X:	Reserva seguridad: 46.4 %	Cumple
-En dirección Y:	Reserva seguridad: 35.2 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
-En dirección X:	Momento: -24.94 kN·m	Cumple
-En dirección Y:	Momento: 39.11 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
-En dirección X:	Cortante: 26.49 kN	Cumple
-En dirección Y:	Cortante: 42.08 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
-Situaciones persistentes:	Máximo: 5000 kN/m ² Calculado: 62 kN/m ²	Cumple
<i>Criterio de CYPE</i>		
Canto mínimo:		
<i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>		
	Mínimo: 25 cm Calculado: 55 cm	Cumple

COMPROBACIÓN	VALORES	ESTADO
Espacio para anclar arranques en cimentación:	Mínimo: 44 cm	
-N36:	Calculado: 48 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 0.001	
-Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.001	Cumple
-Armado superior dirección X:	Calculado: 0.001	Cumple
-Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.001	Cumple
-Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.001	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i>	Calculado: 0.0011	
-Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0002	Cumple
-Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0003	Cumple
-Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.0002	Cumple
-Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0002	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 12 mm	
-Parrilla inferior:	Calculado: 12 mm	Cumple
-Parrilla superior:	Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
-Armado inferior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
-Armado inferior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
-Armado superior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
-Armado superior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>	Mínimo: 10 cm	

COMPROBACIÓN	VALORES	ESTADO
-Armado inferior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
-Armado inferior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
-Armado superior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
-Armado superior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
Longitud de anclaje:		
<i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 15 cm	
-Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 57 cm	Cumple
-Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 57 cm	Cumple
-Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 58 cm	Cumple
-Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 58 cm	Cumple
-Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 57 cm	Cumple
-Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 57 cm	Cumple
-Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 58 cm	Cumple
-Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 58 cm	Cumple

SE CUMPLEN TODAS LAS COMPROBACIONES

Información adicional:

- Zapata de tipo rígido (Artículo 58.2 de la norma EHE-08)
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.13
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.20
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 653.54 kN
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 653.54 kN

Referencia: N38

Dimensiones: 255 x 255 x 55

Armados: Xi:Ø12c/20 Yi:Ø12c/20 Xs:Ø12c/20 Ys:Ø12c/20

COMPROBACIÓN	VALORES	ESTADO
Tensiones sobre el terreno:		
<i>Criterio de CYPE</i>		
-Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.2 MPa Calculado: 0.0183447 MPa	Cumple
-Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.0171675 MPa	Cumple
-Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.0367875 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata:		
<i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>		
-En dirección X:	Reserva seguridad: 46.4 %	Cumple
-En dirección Y:	Reserva seguridad: 35.1 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
-En dirección X:	Momento: -24.94 kN·m	Cumple
-En dirección Y:	Momento: 31.97 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
-En dirección X:	Cortante: 26.49 kN	Cumple
-En dirección Y:	Cortante: 34.34 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
-Situaciones persistentes:	Máximo: 5000 kN/m ² Calculado: 62 kN/m ²	Cumple
<i>Criterio de CYPE</i>		
Canto mínimo:		
<i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>		
	Mínimo: 25 cm Calculado: 55 cm	Cumple

COMPROBACIÓN	VALORES	ESTADO
Espacio para anclar arranques en cimentación:	Mínimo: 44 cm	
-N38:	Calculado: 48 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 0.001	
-Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.001	Cumple
-Armado superior dirección X:	Calculado: 0.001	Cumple
-Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.001	Cumple
-Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.001	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i>	Calculado: 0.0011	
-Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0002	Cumple
-Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0003	Cumple
-Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.0002	Cumple
-Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0002	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 12 mm	
-Parrilla inferior:	Calculado: 12 mm	Cumple
-Parrilla superior:	Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
-Armado inferior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
-Armado inferior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
-Armado superior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
-Armado superior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>	Mínimo: 10 cm	

COMPROBACIÓN	VALORES	ESTADO
-Armado inferior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
-Armado inferior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
-Armado superior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
-Armado superior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 15 cm	
-Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 57 cm	Cumple
-Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 57 cm	Cumple
-Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 58 cm	Cumple
-Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 58 cm	Cumple
-Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 57 cm	Cumple
-Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 57 cm	Cumple
-Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 58 cm	Cumple
-Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 58 cm	Cumple

SE CUMPLEN TODAS LAS COMPROBACIONES

Información adicional:

- Zapata de tipo rígido (Artículo 58.2 de la norma EHE-08)
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.13
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.16
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 653.54 kN
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 653.54 kN

6.3.2. ZAPATAS DE LOS PILARES INTERMEDIOS DE LOS PÓRTICOS TESTEROS

Referencia: N41

Dimensiones: 165 x 165 x 40

Armados: Xi:Ø12c/28 Yi:Ø12c/28 Xs:Ø12c/28 Ys:Ø12c/28

COMPROBACIÓN	VALORES	ESTADO
Tensiones sobre el terreno:		
<i>Criterio de CYPE</i>		
-Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.2 MPa Calculado: 0.01962 MPa	Cumple
-Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.017658 MPa	Cumple
-Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.0263889 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata:		
-En dirección X:		No procede ⁽¹⁾
-En dirección Y:		
<i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>	Reserva seguridad: 21.1 %	Cumple
<i>(1) Sin momento de vuelco</i>		
Flexión en la zapata:		
-En dirección X:	Momento: 6.52 kN·m	Cumple
-En dirección Y:	Momento: 7.91 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
-En dirección X:	Cortante: 9.61 kN	Cumple
-En dirección Y:	Cortante: 12.26 kN	Cumple

COMPROBACIÓN	VALORES	ESTADO
Compresión oblicua en la zapata: - Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE</i>	Máximo: 5000 kN/m ² Calculado: 97.5 kN/m ²	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N41:	Mínimo: 30 cm Calculado: 33 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 0.001	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.001	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.001	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.001	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.001	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i>	Calculado: 0.0011	
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0002	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0002	Cumple
- Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.0001	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0002	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 12 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 28 cm	Cumple

COMPROBACIÓN	VALORES	ESTADO
-Armado inferior dirección Y:	Calculado: 28 cm	Cumple
-Armado superior dirección X:	Calculado: 28 cm	Cumple
-Armado superior dirección Y:	Calculado: 28 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>	Mínimo: 10 cm	
-Armado inferior dirección X:	Calculado: 28 cm	Cumple
-Armado inferior dirección Y:	Calculado: 28 cm	Cumple
-Armado superior dirección X:	Calculado: 28 cm	Cumple
-Armado superior dirección Y:	Calculado: 28 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 15 cm	
-Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 33 cm	Cumple
-Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 33 cm	Cumple
-Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 28 cm	Cumple
-Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 28 cm	Cumple
-Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 33 cm	Cumple
-Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 33 cm	Cumple
-Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 28 cm	Cumple
-Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 28 cm	Cumple

SE CUMPLEN TODAS LAS COMPROBACIONES

Información adicional:

- Zapata de tipo rígido (Artículo 58.2 de la norma EHE-08)
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.11
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.13
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 328.14 kN
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 328.14 kN

Referencia: N42

Dimensiones: 165 x 165 x 40

Armados: Xi:Ø12c/28 Yi:Ø12c/28 Xs:Ø12c/28 Ys:Ø12c/28

COMPROBACIÓN	VALORES	ESTADO
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE</i>		
-Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.2 MPa Calculado: 0.023544 MPa	Cumple
-Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.018639 MPa	Cumple
-Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.0275661 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata:		
-En dirección X:		No procede ⁽¹⁾
-En dirección Y:		
<i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>	Reserva seguridad: 20.5 %	Cumple
<i>(1) Sin momento de vuelco</i>		
Flexión en la zapata:		
-En dirección X:	Momento: 8.49 kN·m	Cumple
-En dirección Y:	Momento: 8.39 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
-En dirección X:	Cortante: 12.56 kN	Cumple
-En dirección Y:	Cortante: 12.95 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
-Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE</i>	Máximo: 5000 kN/m ² Calculado: 126.9 kN/m ²	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 40 cm	Cumple

COMPROBACIÓN	VALORES	ESTADO
Espacio para anclar arranques en cimentación:	Mínimo: 30 cm	
-N42:	Calculado: 33 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 0.001	
-Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.001	Cumple
-Armado superior dirección X:	Calculado: 0.001	Cumple
-Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.001	Cumple
-Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.001	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i>	Calculado: 0.0011	
-Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0003	Cumple
-Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0003	Cumple
-Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.0001	Cumple
-Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0002	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 12 mm	
-Parrilla inferior:	Calculado: 12 mm	Cumple
-Parrilla superior:	Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
-Armado inferior dirección X:	Calculado: 28 cm	Cumple
-Armado inferior dirección Y:	Calculado: 28 cm	Cumple
-Armado superior dirección X:	Calculado: 28 cm	Cumple
-Armado superior dirección Y:	Calculado: 28 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>	Mínimo: 10 cm	

COMPROBACIÓN	VALORES	ESTADO
-Armado inferior dirección X:	Calculado: 28 cm	Cumple
-Armado inferior dirección Y:	Calculado: 28 cm	Cumple
-Armado superior dirección X:	Calculado: 28 cm	Cumple
-Armado superior dirección Y:	Calculado: 28 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 15 cm	
-Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 33 cm	Cumple
-Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 33 cm	Cumple
-Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 28 cm	Cumple
-Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 28 cm	Cumple
-Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 33 cm	Cumple
-Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 33 cm	Cumple
-Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 28 cm	Cumple
-Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 28 cm	Cumple

SE CUMPLEN TODAS LAS COMPROBACIONES

Información adicional:

- Zapata de tipo rígido (Artículo 58.2 de la norma EHE-08)
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.14
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.14
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 328.14 kN
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 328.14 kN

Referencia: N46

Dimensiones: 165 x 165 x 40

Armados: Xi:Ø12c/28 Yi:Ø12c/28 Xs:Ø12c/28 Ys:Ø12c/28

COMPROBACIÓN	VALORES	ESTADO
Tensiones sobre el terreno:		
<i>Criterio de CYPE</i>		
-Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.2 MPa Calculado: 0.023544 MPa	Cumple
-Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.018639 MPa	Cumple
-Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.0275661 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata:		
-En dirección X:		No procede ⁽¹⁾
-En dirección Y:		
<i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>	Reserva seguridad: 20.5 %	Cumple
<i>(1) Sin momento de vuelco</i>		
Flexión en la zapata:		
-En dirección X:	Momento: 8.49 kN·m	Cumple
-En dirección Y:	Momento: 8.39 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
-En dirección X:	Cortante: 12.56 kN	Cumple
-En dirección Y:	Cortante: 12.95 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
-Situaciones persistentes:	Máximo: 5000 kN/m ² Calculado: 126.9 kN/m ²	Cumple
<i>Criterio de CYPE</i>		
Canto mínimo:		
	Mínimo: 25 cm Calculado: 40 cm	Cumple
<i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>		

COMPROBACIÓN	VALORES	ESTADO
Espacio para anclar arranques en cimentación:	Mínimo: 30 cm	
-N46:	Calculado: 33 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 0.001	
-Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.001	Cumple
-Armado superior dirección X:	Calculado: 0.001	Cumple
-Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.001	Cumple
-Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.001	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i>	Calculado: 0.0011	
-Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0003	Cumple
-Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0003	Cumple
-Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.0001	Cumple
-Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0002	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 12 mm	
-Parrilla inferior:	Calculado: 12 mm	Cumple
-Parrilla superior:	Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
-Armado inferior dirección X:	Calculado: 28 cm	Cumple
-Armado inferior dirección Y:	Calculado: 28 cm	Cumple
-Armado superior dirección X:	Calculado: 28 cm	Cumple
-Armado superior dirección Y:	Calculado: 28 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>	Mínimo: 10 cm	

COMPROBACIÓN	VALORES	ESTADO
-Armado inferior dirección X:	Calculado: 28 cm	Cumple
-Armado inferior dirección Y:	Calculado: 28 cm	Cumple
-Armado superior dirección X:	Calculado: 28 cm	Cumple
-Armado superior dirección Y:	Calculado: 28 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 15 cm	
-Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 33 cm	Cumple
-Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 33 cm	Cumple
-Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 28 cm	Cumple
-Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 28 cm	Cumple
-Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 33 cm	Cumple
-Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 33 cm	Cumple
-Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 28 cm	Cumple
-Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 28 cm	Cumple

SE CUMPLEN TODAS LAS COMPROBACIONES

Información adicional:

- Zapata de tipo rígido (Artículo 58.2 de la norma EHE-08)
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.14
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.14
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 328.14 kN
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 328.14 kN

Referencia: N47

Dimensiones: 165 x 165 x 40

Armados: Xi:Ø12c/28 Yi:Ø12c/28 Xs:Ø12c/28 Ys:Ø12c/28

COMPROBACIÓN	VALORES	ESTADO
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE</i>		
-Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.2 MPa Calculado: 0.01962 MPa	Cumple
-Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.017658 MPa	Cumple
-Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.0263889 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata:		
-En dirección X:		No procede ⁽¹⁾
-En dirección Y:		
<i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>	Reserva seguridad: 21.1 %	Cumple
<i>(1) Sin momento de vuelco</i>		
Flexión en la zapata:		
-En dirección X:	Momento: 6.52 kN·m	Cumple
-En dirección Y:	Momento: 7.91 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
-En dirección X:	Cortante: 9.61 kN	Cumple
-En dirección Y:	Cortante: 12.26 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
-Situaciones persistentes:	Máximo: 5000 kN/m ² Calculado: 97.5 kN/m ²	Cumple
<i>Criterio de CYPE</i>		
Canto mínimo:	Mínimo: 25 cm Calculado: 40 cm	Cumple
<i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>		

COMPROBACIÓN	VALORES	ESTADO
Espacio para anclar arranques en cimentación:	Mínimo: 30 cm	
-N47:	Calculado: 33 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 0.001	
-Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.001	Cumple
-Armado superior dirección X:	Calculado: 0.001	Cumple
-Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.001	Cumple
-Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.001	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i>	Calculado: 0.0011	
-Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0002	Cumple
-Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0002	Cumple
-Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.0001	Cumple
-Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0002	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 12 mm	
-Parrilla inferior:	Calculado: 12 mm	Cumple
-Parrilla superior:	Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
-Armado inferior dirección X:	Calculado: 28 cm	Cumple
-Armado inferior dirección Y:	Calculado: 28 cm	Cumple
-Armado superior dirección X:	Calculado: 28 cm	Cumple
-Armado superior dirección Y:	Calculado: 28 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>	Mínimo: 10 cm	

COMPROBACIÓN	VALORES	ESTADO
-Armado inferior dirección X:	Calculado: 28 cm	Cumple
-Armado inferior dirección Y:	Calculado: 28 cm	Cumple
-Armado superior dirección X:	Calculado: 28 cm	Cumple
-Armado superior dirección Y:	Calculado: 28 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 15 cm	
-Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 33 cm	Cumple
-Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 33 cm	Cumple
-Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 28 cm	Cumple
-Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 28 cm	Cumple
-Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 33 cm	Cumple
-Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 33 cm	Cumple
-Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 28 cm	Cumple
-Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 28 cm	Cumple

SE CUMPLEN TODAS LAS COMPROBACIONES

Información adicional:

- Zapata de tipo rígido (Artículo 58.2 de la norma EHE-08)
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.11
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.13
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 328.14 kN
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 328.14 kN

Referencia: N48

Dimensiones: 165 x 165 x 40

Armados: Xi:Ø12c/28 Yi:Ø12c/28 Xs:Ø12c/28 Ys:Ø12c/28

COMPROBACIÓN	VALORES	ESTADO
Tensiones sobre el terreno:		
<i>Criterio de CYPE</i>		
-Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.2 MPa Calculado: 0.0213858 MPa	Cumple
-Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.018639 MPa	Cumple
-Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.0275661 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata:		
-En dirección X:		No procede ⁽¹⁾
-En dirección Y:		
<i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>	Reserva seguridad: 20.5 %	Cumple
<i>(1) Sin momento de vuelco</i>		
Flexión en la zapata:		
-En dirección X:	Momento: 7.54 kN·m	Cumple
-En dirección Y:	Momento: 8.39 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
-En dirección X:	Cortante: 11.09 kN	Cumple
-En dirección Y:	Cortante: 12.95 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
-Situaciones persistentes:	Máximo: 5000 kN/m ² Calculado: 112.7 kN/m ²	Cumple
<i>Criterio de CYPE</i>		
Canto mínimo:		
	Mínimo: 25 cm Calculado: 40 cm	Cumple
<i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>		

COMPROBACIÓN	VALORES	ESTADO
Espacio para anclar arranques en cimentación:	Mínimo: 30 cm	
-N48:	Calculado: 33 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 0.001	
-Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.001	Cumple
-Armado superior dirección X:	Calculado: 0.001	Cumple
-Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.001	Cumple
-Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.001	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i>	Calculado: 0.0011	
-Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0002	Cumple
-Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0003	Cumple
-Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.0001	Cumple
-Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0002	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 12 mm	
-Parrilla inferior:	Calculado: 12 mm	Cumple
-Parrilla superior:	Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
-Armado inferior dirección X:	Calculado: 28 cm	Cumple
-Armado inferior dirección Y:	Calculado: 28 cm	Cumple
-Armado superior dirección X:	Calculado: 28 cm	Cumple
-Armado superior dirección Y:	Calculado: 28 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>	Mínimo: 10 cm	

COMPROBACIÓN	VALORES	ESTADO
-Armado inferior dirección X:	Calculado: 28 cm	Cumple
-Armado inferior dirección Y:	Calculado: 28 cm	Cumple
-Armado superior dirección X:	Calculado: 28 cm	Cumple
-Armado superior dirección Y:	Calculado: 28 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 15 cm	
-Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 33 cm	Cumple
-Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 33 cm	Cumple
-Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 28 cm	Cumple
-Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 28 cm	Cumple
-Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 33 cm	Cumple
-Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 33 cm	Cumple
-Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 28 cm	Cumple
-Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 28 cm	Cumple

SE CUMPLEN TODAS LAS COMPROBACIONES

Información adicional:

- Zapata de tipo rígido (Artículo 58.2 de la norma EHE-08)
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.13
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.14
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 328.14 kN
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 328.14 kN

6.3.3. ZAPATAS DE LOS PILARES DE LOS PÓRTICOS INTERMEDIOS

Referencia: N8

Dimensiones: 320 x 320 x 70

Armados: Xi:Ø12c/16 Yi:Ø12c/16 Xs:Ø12c/16 Ys:Ø12c/16

COMPROBACIÓN	VALORES	ESTADO
Tensiones sobre el terreno:		
<i>Criterio de CYPE</i>		
-Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.2 MPa Calculado: 0.0396324 MPa	Cumple
-Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.0487557 MPa	Cumple
-Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.0792648 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata:		
<i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>		
-En dirección X:	Reserva seguridad: 456.6 %	Cumple
-En dirección Y:	Reserva seguridad: 7.1 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
-En dirección X:	Momento: 43.58 kN·m	Cumple
-En dirección Y:	Momento: 159.53 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
-En dirección X:	Cortante: 33.84 kN	Cumple
-En dirección Y:	Cortante: 138.12 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
-Situaciones persistentes:	Máximo: 5000 kN/m ² Calculado: 98.6 kN/m ²	Cumple
<i>Criterio de CYPE</i>		

COMPROBACIÓN	VALORES	ESTADO
Canto mínimo: <i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 70 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: -N8:	Mínimo: 54 cm Calculado: 63 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 0.001	
-Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.001	Cumple
-Armado superior dirección X:	Calculado: 0.001	Cumple
-Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.001	Cumple
-Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.001	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i>	Calculado: 0.0011	
-Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0002	Cumple
-Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0006	Cumple
-Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.0002	Cumple
-Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0003	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 12 mm	
-Parrilla inferior:	Calculado: 12 mm	Cumple
-Parrilla superior:	Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
-Armado inferior dirección X:	Calculado: 16 cm	Cumple
-Armado inferior dirección Y:	Calculado: 16 cm	Cumple
-Armado superior dirección X:	Calculado: 16 cm	Cumple
-Armado superior dirección Y:	Calculado: 16 cm	Cumple

COMPROBACIÓN	VALORES	ESTADO
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 16 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 15 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 78 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 78 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 65 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 65 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 78 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 78 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 65 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 65 cm	Cumple

SE CUMPLEN TODAS LAS COMPROBACIONES

Información adicional:

- Zapata de tipo rígido (Artículo 58.2 de la norma EHE-08)
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.11
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.38
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 994.44 kN
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 994.44 kN

Referencia: N13

Dimensiones: 320 x 320 x 70

Armados: Xi:Ø12c/16 Yi:Ø12c/16 Xs:Ø12c/16 Ys:Ø12c/16

COMPROBACIÓN	VALORES	ESTADO
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE</i>		
-Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.2 MPa Calculado: 0.0374742 MPa	Cumple
-Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.048069 MPa	Cumple
-Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.0749484 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>		
-En dirección X:	Reserva seguridad: 5339.7 %	Cumple
-En dirección Y:	Reserva seguridad: 35.7 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
-En dirección X:	Momento: 42.92 kN·m	Cumple
-En dirección Y:	Momento: 151.31 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
-En dirección X:	Cortante: 33.26 kN	Cumple
-En dirección Y:	Cortante: 129.20 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
-Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE</i>	Máximo: 5000 kN/m ² Calculado: 97.1 kN/m ²	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 70 cm	Cumple

COMPROBACIÓN	VALORES	ESTADO
Espacio para anclar arranques en cimentación:	Mínimo: 54 cm	
-N13:	Calculado: 63 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 0.001	
-Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.001	Cumple
-Armado superior dirección X:	Calculado: 0.001	Cumple
-Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.001	Cumple
-Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.001	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i>	Calculado: 0.0011	
-Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0002	Cumple
-Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0006	Cumple
-Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.0001	Cumple
-Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0003	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 12 mm	
-Parrilla inferior:	Calculado: 12 mm	Cumple
-Parrilla superior:	Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
-Armado inferior dirección X:	Calculado: 16 cm	Cumple
-Armado inferior dirección Y:	Calculado: 16 cm	Cumple
-Armado superior dirección X:	Calculado: 16 cm	Cumple
-Armado superior dirección Y:	Calculado: 16 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>	Mínimo: 10 cm	

COMPROBACIÓN	VALORES	ESTADO
-Armado inferior dirección X:	Calculado: 16 cm	Cumple
-Armado inferior dirección Y:	Calculado: 16 cm	Cumple
-Armado superior dirección X:	Calculado: 16 cm	Cumple
-Armado superior dirección Y:	Calculado: 16 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 15 cm	
-Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 78 cm	Cumple
-Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 78 cm	Cumple
-Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 65 cm	Cumple
-Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 65 cm	Cumple
-Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 78 cm	Cumple
-Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 78 cm	Cumple
-Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 65 cm	Cumple
-Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 65 cm	Cumple

SE CUMPLEN TODAS LAS COMPROBACIONES

Información adicional:

- Zapata de tipo rígido (Artículo 58.2 de la norma EHE-08)
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.11
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.36
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 994.44 kN
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 994.44 kN

Referencia: N18

Dimensiones: 320 x 320 x 70

Armados: Xi:Ø12c/16 Yi:Ø12c/16 Xs:Ø12c/16 Ys:Ø12c/16

COMPROBACIÓN	VALORES	ESTADO
Tensiones sobre el terreno:		
<i>Criterio de CYPE</i>		
-Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.2 MPa Calculado: 0.0374742 MPa	Cumple
-Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.048069 MPa	Cumple
-Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.0749484 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata:		
<i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>		
-En dirección X:	Reserva seguridad: 5402.8 %	Cumple
-En dirección Y:	Reserva seguridad: 35.7 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
-En dirección X:	Momento: 42.91 kN·m	Cumple
-En dirección Y:	Momento: 151.31 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
-En dirección X:	Cortante: 33.26 kN	Cumple
-En dirección Y:	Cortante: 129.20 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
-Situaciones persistentes:	Máximo: 5000 kN/m ² Calculado: 97.1 kN/m ²	Cumple
<i>Criterio de CYPE</i>		
Canto mínimo:		
<i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>		
	Mínimo: 25 cm Calculado: 70 cm	Cumple

COMPROBACIÓN	VALORES	ESTADO
Espacio para anclar arranques en cimentación:	Mínimo: 54 cm	
-N18:	Calculado: 63 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 0.001	
-Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.001	Cumple
-Armado superior dirección X:	Calculado: 0.001	Cumple
-Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.001	Cumple
-Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.001	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i>	Calculado: 0.0011	
-Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0002	Cumple
-Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0006	Cumple
-Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.0001	Cumple
-Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0003	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 12 mm	
-Parrilla inferior:	Calculado: 12 mm	Cumple
-Parrilla superior:	Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
-Armado inferior dirección X:	Calculado: 16 cm	Cumple
-Armado inferior dirección Y:	Calculado: 16 cm	Cumple
-Armado superior dirección X:	Calculado: 16 cm	Cumple
-Armado superior dirección Y:	Calculado: 16 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>	Mínimo: 10 cm	

COMPROBACIÓN	VALORES	ESTADO
-Armado inferior dirección X:	Calculado: 16 cm	Cumple
-Armado inferior dirección Y:	Calculado: 16 cm	Cumple
-Armado superior dirección X:	Calculado: 16 cm	Cumple
-Armado superior dirección Y:	Calculado: 16 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 15 cm	
-Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 78 cm	Cumple
-Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 78 cm	Cumple
-Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 65 cm	Cumple
-Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 65 cm	Cumple
-Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 78 cm	Cumple
-Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 78 cm	Cumple
-Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 65 cm	Cumple
-Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 65 cm	Cumple

Se cumplen todas las comprobaciones

Información adicional:

- Zapata de tipo rígido (Artículo 58.2 de la norma EHE-08)
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.11
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.36
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 994.44 kN
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 994.44 kN

Referencia: N6

Dimensiones: 320 x 320 x 70

Armados: Xi:Ø12c/16 Yi:Ø12c/16 Xs:Ø12c/16 Ys:Ø12c/16

COMPROBACIÓN	VALORES	ESTADO
Tensiones sobre el terreno:		
<i>Criterio de CYPE</i>		
-Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.2 MPa Calculado: 0.0334521 MPa	Cumple
-Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.0487557 MPa	Cumple
-Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.0670023 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata:		
<i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>		
-En dirección X:	Reserva seguridad: 456.7 %	Cumple
-En dirección Y:	Reserva seguridad: 7.1 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
-En dirección X:	Momento: 47.68 kN·m	Cumple
-En dirección Y:	Momento: 136.01 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
-En dirección X:	Cortante: 36.98 kN	Cumple
-En dirección Y:	Cortante: 115.27 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
-Situaciones persistentes:	Máximo: 5000 kN/m ² Calculado: 107.7 kN/m ²	Cumple
<i>Criterio de CYPE</i>		
Canto mínimo:		
<i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>		
	Mínimo: 25 cm Calculado: 70 cm	Cumple

COMPROBACIÓN	VALORES	ESTADO
Espacio para anclar arranques en cimentación:	Mínimo: 54 cm	
-N6:	Calculado: 63 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 0.001	
-Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.001	Cumple
-Armado superior dirección X:	Calculado: 0.001	Cumple
-Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.001	Cumple
-Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.001	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i>	Calculado: 0.0011	
-Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0002	Cumple
-Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0005	Cumple
-Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.0002	Cumple
-Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0003	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 12 mm	
-Parrilla inferior:	Calculado: 12 mm	Cumple
-Parrilla superior:	Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
-Armado inferior dirección X:	Calculado: 16 cm	Cumple
-Armado inferior dirección Y:	Calculado: 16 cm	Cumple
-Armado superior dirección X:	Calculado: 16 cm	Cumple
-Armado superior dirección Y:	Calculado: 16 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>	Mínimo: 10 cm	

COMPROBACIÓN	VALORES	ESTADO
-Armado inferior dirección X:	Calculado: 16 cm	Cumple
-Armado inferior dirección Y:	Calculado: 16 cm	Cumple
-Armado superior dirección X:	Calculado: 16 cm	Cumple
-Armado superior dirección Y:	Calculado: 16 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 15 cm	
-Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 78 cm	Cumple
-Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 78 cm	Cumple
-Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 65 cm	Cumple
-Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 65 cm	Cumple
-Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 78 cm	Cumple
-Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 78 cm	Cumple
-Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 65 cm	Cumple
-Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 65 cm	Cumple

SE CUMPLEN TODAS LAS COMPROBACIONES

Información adicional:

- Zapata de tipo rígido (Artículo 58.2 de la norma EHE-08)
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.12
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.33
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 994.44 kN
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 994.44 kN

Referencia: N11

Dimensiones: 320 x 320 x 70

Armados: Xi:Ø12c/16 Yi:Ø12c/16 Xs:Ø12c/16 Ys:Ø12c/16

COMPROBACIÓN	VALORES	ESTADO
Tensiones sobre el terreno:		
<i>Criterio de CYPE</i>		
-Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.2 MPa Calculado: 0.0322749 MPa	Cumple
-Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.048069 MPa	Cumple
-Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.0645498 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata:		
<i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>		
-En dirección X:	Reserva seguridad: 5339.7 %	Cumple
-En dirección Y:	Reserva seguridad: 35.7 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
-En dirección X:	Momento: 47.37 kN·m	Cumple
-En dirección Y:	Momento: 131.94 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
-En dirección X:	Cortante: 36.79 kN	Cumple
-En dirección Y:	Cortante: 110.75 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
-Situaciones persistentes:	Máximo: 5000 kN/m ² Calculado: 107.2 kN/m ²	Cumple
<i>Criterio de CYPE</i>		
Canto mínimo:		
<i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>		
	Mínimo: 25 cm Calculado: 70 cm	Cumple

COMPROBACIÓN	VALORES	ESTADO
Espacio para anclar arranques en cimentación:	Mínimo: 54 cm	
-N11:	Calculado: 63 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 0.001	
-Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.001	Cumple
-Armado superior dirección X:	Calculado: 0.001	Cumple
-Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.001	Cumple
-Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.001	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i>	Calculado: 0.0011	
-Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0002	Cumple
-Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0005	Cumple
-Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.0001	Cumple
-Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0003	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 12 mm	
-Parrilla inferior:	Calculado: 12 mm	Cumple
-Parrilla superior:	Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
-Armado inferior dirección X:	Calculado: 16 cm	Cumple
-Armado inferior dirección Y:	Calculado: 16 cm	Cumple
-Armado superior dirección X:	Calculado: 16 cm	Cumple
-Armado superior dirección Y:	Calculado: 16 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>	Mínimo: 10 cm	

COMPROBACIÓN	VALORES	ESTADO
-Armado inferior dirección X:	Calculado: 16 cm	Cumple
-Armado inferior dirección Y:	Calculado: 16 cm	Cumple
-Armado superior dirección X:	Calculado: 16 cm	Cumple
-Armado superior dirección Y:	Calculado: 16 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 15 cm	
-Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 78 cm	Cumple
-Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 78 cm	Cumple
-Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 65 cm	Cumple
-Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 65 cm	Cumple
-Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 78 cm	Cumple
-Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 78 cm	Cumple
-Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 65 cm	Cumple
-Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 65 cm	Cumple

SE CUMPLEN TODAS LAS COMPROBACIONES

Información adicional:

- Zapata de tipo rígido (Artículo 58.2 de la norma EHE-08)
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.12
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.32
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 994.44 kN
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 994.44 kN

Referencia: N16

Dimensiones: 320 x 320 x 70

Armados: Xi:Ø12c/16 Yi:Ø12c/16 Xs:Ø12c/16 Ys:Ø12c/16

COMPROBACIÓN	VALORES	ESTADO
Tensiones sobre el terreno:		
<i>Criterio de CYPE</i>		
-Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.2 MPa Calculado: 0.0322749 MPa	Cumple
-Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.048069 MPa	Cumple
-Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.0645498 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata:		
<i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>		
-En dirección X:	Reserva seguridad: 5402.8 %	Cumple
-En dirección Y:	Reserva seguridad: 35.7 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
-En dirección X:	Momento: 47.37 kN·m	Cumple
-En dirección Y:	Momento: 131.94 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
-En dirección X:	Cortante: 36.79 kN	Cumple
-En dirección Y:	Cortante: 110.75 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
-Situaciones persistentes:	Máximo: 5000 kN/m ² Calculado: 107.2 kN/m ²	Cumple
<i>Criterio de CYPE</i>		
Canto mínimo:		
<i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>		
	Mínimo: 25 cm Calculado: 70 cm	Cumple

COMPROBACIÓN	VALORES	ESTADO
Espacio para anclar arranques en cimentación:	Mínimo: 54 cm	
-N16:	Calculado: 63 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 0.001	
-Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.001	Cumple
-Armado superior dirección X:	Calculado: 0.001	Cumple
-Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.001	Cumple
-Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.001	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i>	Calculado: 0.0011	
-Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0002	Cumple
-Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0005	Cumple
-Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.0001	Cumple
-Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0003	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 12 mm	
-Parrilla inferior:	Calculado: 12 mm	Cumple
-Parrilla superior:	Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
-Armado inferior dirección X:	Calculado: 16 cm	Cumple
-Armado inferior dirección Y:	Calculado: 16 cm	Cumple
-Armado superior dirección X:	Calculado: 16 cm	Cumple
-Armado superior dirección Y:	Calculado: 16 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>	Mínimo: 10 cm	

COMPROBACIÓN	VALORES	ESTADO
-Armado inferior dirección X:	Calculado: 16 cm	Cumple
-Armado inferior dirección Y:	Calculado: 16 cm	Cumple
-Armado superior dirección X:	Calculado: 16 cm	Cumple
-Armado superior dirección Y:	Calculado: 16 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 15 cm	
-Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 78 cm	Cumple
-Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 78 cm	Cumple
-Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 65 cm	Cumple
-Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 65 cm	Cumple
-Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 78 cm	Cumple
-Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 78 cm	Cumple
-Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 65 cm	Cumple
-Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 65 cm	Cumple

SE CUMPLEN TODAS LAS COMPROBACIONES

Información adicional:

- Zapata de tipo rígido (Artículo 58.2 de la norma EHE-08)
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.12
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.32
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 994.44 kN
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 994.44 kN

Referencia: N21

Dimensiones: 320 x 320 x 70

Armados: Xi:Ø12c/16 Yi:Ø12c/16 Xs:Ø12c/16 Ys:Ø12c/16

COMPROBACIÓN	VALORES	ESTADO
Tensiones sobre el terreno:		
<i>Criterio de CYPE</i>		
-Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.2 MPa Calculado: 0.0322749 MPa	Cumple
-Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.048069 MPa	Cumple
-Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.0645498 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata:		
<i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>		
-En dirección X:	Reserva seguridad: 5402.8 %	Cumple
-En dirección Y:	Reserva seguridad: 35.7 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
-En dirección X:	Momento: 47.37 kN·m	Cumple
-En dirección Y:	Momento: 131.94 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
-En dirección X:	Cortante: 36.79 kN	Cumple
-En dirección Y:	Cortante: 110.75 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
-Situaciones persistentes:	Máximo: 5000 kN/m ² Calculado: 107.2 kN/m ²	Cumple
<i>Criterio de CYPE</i>		
Canto mínimo:		
<i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>		
	Mínimo: 25 cm Calculado: 70 cm	Cumple

COMPROBACIÓN	VALORES	ESTADO
Espacio para anclar arranques en cimentación:	Mínimo: 54 cm	
-N21:	Calculado: 63 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 0.001	
-Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.001	Cumple
-Armado superior dirección X:	Calculado: 0.001	Cumple
-Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.001	Cumple
-Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.001	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i>	Calculado: 0.0011	
-Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0002	Cumple
-Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0005	Cumple
-Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.0001	Cumple
-Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0003	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 12 mm	
-Parrilla inferior:	Calculado: 12 mm	Cumple
-Parrilla superior:	Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
-Armado inferior dirección X:	Calculado: 16 cm	Cumple
-Armado inferior dirección Y:	Calculado: 16 cm	Cumple
-Armado superior dirección X:	Calculado: 16 cm	Cumple
-Armado superior dirección Y:	Calculado: 16 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>	Mínimo: 10 cm	

COMPROBACIÓN	VALORES	ESTADO
-Armado inferior dirección X:	Calculado: 16 cm	Cumple
-Armado inferior dirección Y:	Calculado: 16 cm	Cumple
-Armado superior dirección X:	Calculado: 16 cm	Cumple
-Armado superior dirección Y:	Calculado: 16 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 15 cm	
-Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 78 cm	Cumple
-Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 78 cm	Cumple
-Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 65 cm	Cumple
-Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 65 cm	Cumple
-Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 78 cm	Cumple
-Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 78 cm	Cumple
-Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 65 cm	Cumple
-Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 65 cm	Cumple

SE CUMPLEN TODAS LAS COMPROBACIONES

Información adicional:

- Zapata de tipo rígido (Artículo 58.2 de la norma EHE-08)
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.12
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.32
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 994.44 kN
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 994.44 kN

Referencia: N26

Dimensiones: 320 x 320 x 70

Armados: Xi:Ø12c/16 Yi:Ø12c/16 Xs:Ø12c/16 Ys:Ø12c/16

COMPROBACIÓN	VALORES	ESTADO
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE</i>		
-Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.2 MPa Calculado: 0.0322749 MPa	Cumple
-Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.048069 MPa	Cumple
-Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.0645498 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>		
-En dirección X:	Reserva seguridad: 5339.7 %	Cumple
-En dirección Y:	Reserva seguridad: 35.7 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
-En dirección X:	Momento: 47.37 kN·m	Cumple
-En dirección Y:	Momento: 131.94 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
-En dirección X:	Cortante: 36.79 kN	Cumple
-En dirección Y:	Cortante: 110.75 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
-Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE</i>	Máximo: 5000 kN/m ² Calculado: 107.2 kN/m ²	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 70 cm	Cumple

COMPROBACIÓN	VALORES	ESTADO
Espacio para anclar arranques en cimentación:	Mínimo: 54 cm	
-N26:	Calculado: 63 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 0.001	
-Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.001	Cumple
-Armado superior dirección X:	Calculado: 0.001	Cumple
-Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.001	Cumple
-Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.001	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i>	Calculado: 0.0011	
-Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0002	Cumple
-Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0005	Cumple
-Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.0001	Cumple
-Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0003	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 12 mm	
-Parrilla inferior:	Calculado: 12 mm	Cumple
-Parrilla superior:	Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
-Armado inferior dirección X:	Calculado: 16 cm	Cumple
-Armado inferior dirección Y:	Calculado: 16 cm	Cumple
-Armado superior dirección X:	Calculado: 16 cm	Cumple
-Armado superior dirección Y:	Calculado: 16 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>	Mínimo: 10 cm	

COMPROBACIÓN	VALORES	ESTADO
-Armado inferior dirección X:	Calculado: 16 cm	Cumple
-Armado inferior dirección Y:	Calculado: 16 cm	Cumple
-Armado superior dirección X:	Calculado: 16 cm	Cumple
-Armado superior dirección Y:	Calculado: 16 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 15 cm	
-Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 78 cm	Cumple
-Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 78 cm	Cumple
-Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 65 cm	Cumple
-Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 65 cm	Cumple
-Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 78 cm	Cumple
-Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 78 cm	Cumple
-Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 65 cm	Cumple
-Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 65 cm	Cumple

SE CUMPLEN TODAS LAS COMPROBACIONES

Información adicional:

- Zapata de tipo rígido (Artículo 58.2 de la norma EHE-08)
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.12
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.32
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 994.44 kN
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 994.44 kN

Referencia: N31

Dimensiones: 320 x 320 x 70

Armados: Xi:Ø12c/16 Yi:Ø12c/16 Xs:Ø12c/16 Ys:Ø12c/16

COMPROBACIÓN	VALORES	ESTADO
Tensiones sobre el terreno:		
<i>Criterio de CYPE</i>		
-Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.2 MPa Calculado: 0.0334521 MPa	Cumple
-Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.0487557 MPa	Cumple
-Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.0670023 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata:		
<i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>		
-En dirección X:	Reserva seguridad: 456.7 %	Cumple
-En dirección Y:	Reserva seguridad: 7.1 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
-En dirección X:	Momento: 47.68 kN·m	Cumple
-En dirección Y:	Momento: 136.01 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
-En dirección X:	Cortante: 36.98 kN	Cumple
-En dirección Y:	Cortante: 115.27 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
-Situaciones persistentes:	Máximo: 5000 kN/m ² Calculado: 107.7 kN/m ²	Cumple
<i>Criterio de CYPE</i>		
Canto mínimo:		
<i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>		
	Mínimo: 25 cm Calculado: 70 cm	Cumple

COMPROBACIÓN	VALORES	ESTADO
Espacio para anclar arranques en cimentación:	Mínimo: 54 cm	
-N31:	Calculado: 63 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 0.001	
-Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.001	Cumple
-Armado superior dirección X:	Calculado: 0.001	Cumple
-Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.001	Cumple
-Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.001	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i>	Calculado: 0.0011	
-Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0002	Cumple
-Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0005	Cumple
-Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.0002	Cumple
-Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0003	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 12 mm	
-Parrilla inferior:	Calculado: 12 mm	Cumple
-Parrilla superior:	Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
-Armado inferior dirección X:	Calculado: 16 cm	Cumple
-Armado inferior dirección Y:	Calculado: 16 cm	Cumple
-Armado superior dirección X:	Calculado: 16 cm	Cumple
-Armado superior dirección Y:	Calculado: 16 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>	Mínimo: 10 cm	

COMPROBACIÓN	VALORES	ESTADO
-Armado inferior dirección X:	Calculado: 16 cm	Cumple
-Armado inferior dirección Y:	Calculado: 16 cm	Cumple
-Armado superior dirección X:	Calculado: 16 cm	Cumple
-Armado superior dirección Y:	Calculado: 16 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 15 cm	
-Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 78 cm	Cumple
-Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 78 cm	Cumple
-Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 65 cm	Cumple
-Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 65 cm	Cumple
-Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 78 cm	Cumple
-Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 78 cm	Cumple
-Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 65 cm	Cumple
-Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 65 cm	Cumple

SE CUMPLEN TODAS LAS COMPROBACIONES

Información adicional:

- Zapata de tipo rígido (Artículo 58.2 de la norma EHE-08)
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.12
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.33
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 994.44 kN
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 994.44 kN

Referencia: N33

Dimensiones: 320 x 320 x 70

Armados: Xi:Ø12c/16 Yi:Ø12c/16 Xs:Ø12c/16 Ys:Ø12c/16

COMPROBACIÓN	VALORES	ESTADO
Tensiones sobre el terreno:		
<i>Criterio de CYPE</i>		
-Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.2 MPa Calculado: 0.0396324 MPa	Cumple
-Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.0487557 MPa	Cumple
-Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.0792648 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata:		
<i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>		
-En dirección X:	Reserva seguridad: 456.6 %	Cumple
-En dirección Y:	Reserva seguridad: 7.1 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
-En dirección X:	Momento: 43.58 kN·m	Cumple
-En dirección Y:	Momento: 159.53 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
-En dirección X:	Cortante: 33.84 kN	Cumple
-En dirección Y:	Cortante: 138.12 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
-Situaciones persistentes:	Máximo: 5000 kN/m ² Calculado: 98.6 kN/m ²	Cumple
<i>Criterio de CYPE</i>		
Canto mínimo:		
<i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>		
	Mínimo: 25 cm Calculado: 70 cm	Cumple

COMPROBACIÓN	VALORES	ESTADO
Espacio para anclar arranques en cimentación:	Mínimo: 54 cm	
-N33:	Calculado: 63 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 0.001	
-Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.001	Cumple
-Armado superior dirección X:	Calculado: 0.001	Cumple
-Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.001	Cumple
-Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.001	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i>	Calculado: 0.0011	
-Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0002	Cumple
-Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0006	Cumple
-Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.0002	Cumple
-Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0003	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 12 mm	
-Parrilla inferior:	Calculado: 12 mm	Cumple
-Parrilla superior:	Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
-Armado inferior dirección X:	Calculado: 16 cm	Cumple
-Armado inferior dirección Y:	Calculado: 16 cm	Cumple
-Armado superior dirección X:	Calculado: 16 cm	Cumple
-Armado superior dirección Y:	Calculado: 16 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>	Mínimo: 10 cm	

COMPROBACIÓN	VALORES	ESTADO
-Armado inferior dirección X:	Calculado: 16 cm	Cumple
-Armado inferior dirección Y:	Calculado: 16 cm	Cumple
-Armado superior dirección X:	Calculado: 16 cm	Cumple
-Armado superior dirección Y:	Calculado: 16 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 15 cm	
-Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 78 cm	Cumple
-Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 78 cm	Cumple
-Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 65 cm	Cumple
-Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 65 cm	Cumple
-Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 78 cm	Cumple
-Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 78 cm	Cumple
-Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 65 cm	Cumple
-Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 65 cm	Cumple

SE CUMPLEN TODAS LAS COMPROBACIONES

Información adicional:

- Zapata de tipo rígido (Artículo 58.2 de la norma EHE-08)
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.11
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.38
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 994.44 kN
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 994.44 kN

Referencia: N28

Dimensiones: 320 x 320 x 70

Armados: Xi:Ø12c/16 Yi:Ø12c/16 Xs:Ø12c/16 Ys:Ø12c/16

COMPROBACIÓN	VALORES	ESTADO
Tensiones sobre el terreno:		
<i>Criterio de CYPE</i>		
-Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.2 MPa Calculado: 0.0374742 MPa	Cumple
-Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.048069 MPa	Cumple
-Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.0749484 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata:		
<i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>		
-En dirección X:	Reserva seguridad: 5339.7 %	Cumple
-En dirección Y:	Reserva seguridad: 35.7 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
-En dirección X:	Momento: 42.92 kN·m	Cumple
-En dirección Y:	Momento: 151.31 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
-En dirección X:	Cortante: 33.26 kN	Cumple
-En dirección Y:	Cortante: 129.20 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
-Situaciones persistentes:	Máximo: 5000 kN/m ² Calculado: 97.1 kN/m ²	Cumple
<i>Criterio de CYPE</i>		
Canto mínimo:		
<i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>		
	Mínimo: 25 cm Calculado: 70 cm	Cumple

COMPROBACIÓN	VALORES	ESTADO
Espacio para anclar arranques en cimentación:	Mínimo: 54 cm	
-N28:	Calculado: 63 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 0.001	
-Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.001	Cumple
-Armado superior dirección X:	Calculado: 0.001	Cumple
-Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.001	Cumple
-Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.001	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i>	Calculado: 0.0011	
-Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0002	Cumple
-Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0006	Cumple
-Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.0001	Cumple
-Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0003	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 12 mm	
-Parrilla inferior:	Calculado: 12 mm	Cumple
-Parrilla superior:	Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
-Armado inferior dirección X:	Calculado: 16 cm	Cumple
-Armado inferior dirección Y:	Calculado: 16 cm	Cumple
-Armado superior dirección X:	Calculado: 16 cm	Cumple
-Armado superior dirección Y:	Calculado: 16 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>	Mínimo: 10 cm	

COMPROBACIÓN	VALORES	ESTADO
-Armado inferior dirección X:	Calculado: 16 cm	Cumple
-Armado inferior dirección Y:	Calculado: 16 cm	Cumple
-Armado superior dirección X:	Calculado: 16 cm	Cumple
-Armado superior dirección Y:	Calculado: 16 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 15 cm	
-Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 78 cm	Cumple
-Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 78 cm	Cumple
-Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 65 cm	Cumple
-Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 65 cm	Cumple
-Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 78 cm	Cumple
-Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 78 cm	Cumple
-Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 65 cm	Cumple
-Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 65 cm	Cumple

SE CUMPLEN TODAS LAS COMPROBACIONES

Información adicional:

- Zapata de tipo rígido (Artículo 58.2 de la norma EHE-08)
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.11
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.36
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 994.44 kN
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 994.44 kN

Referencia: N23

Dimensiones: 320 x 320 x 70

Armados: Xi:Ø12c/16 Yi:Ø12c/16 Xs:Ø12c/16 Ys:Ø12c/16

COMPROBACIÓN	VALORES	ESTADO
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE</i>		
-Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.2 MPa Calculado: 0.0374742 MPa	Cumple
-Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.048069 MPa	Cumple
-Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.0749484 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>		
-En dirección X:	Reserva seguridad: 5402.8 %	Cumple
-En dirección Y:	Reserva seguridad: 35.7 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
-En dirección X:	Momento: 42.91 kN·m	Cumple
-En dirección Y:	Momento: 151.31 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
-En dirección X:	Cortante: 33.26 kN	Cumple
-En dirección Y:	Cortante: 129.20 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
-Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE</i>	Máximo: 5000 kN/m ² Calculado: 97.1 kN/m ²	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 70 cm	Cumple

COMPROBACIÓN	VALORES	ESTADO
Espacio para anclar arranques en cimentación:	Mínimo: 54 cm	
-N23:	Calculado: 63 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 0.001	
-Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.001	Cumple
-Armado superior dirección X:	Calculado: 0.001	Cumple
-Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.001	Cumple
-Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.001	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i>	Calculado: 0.0011	
-Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0002	Cumple
-Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0006	Cumple
-Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.0001	Cumple
-Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0003	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 12 mm	
-Parrilla inferior:	Calculado: 12 mm	Cumple
-Parrilla superior:	Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
-Armado inferior dirección X:	Calculado: 16 cm	Cumple
-Armado inferior dirección Y:	Calculado: 16 cm	Cumple
-Armado superior dirección X:	Calculado: 16 cm	Cumple
-Armado superior dirección Y:	Calculado: 16 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>	Mínimo: 10 cm	

COMPROBACIÓN	VALORES	ESTADO
-Armado inferior dirección X:	Calculado: 16 cm	Cumple
-Armado inferior dirección Y:	Calculado: 16 cm	Cumple
-Armado superior dirección X:	Calculado: 16 cm	Cumple
-Armado superior dirección Y:	Calculado: 16 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 15 cm	
-Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 78 cm	Cumple
-Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 78 cm	Cumple
-Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 65 cm	Cumple
-Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 65 cm	Cumple
-Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 78 cm	Cumple
-Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 78 cm	Cumple
-Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 65 cm	Cumple
-Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 65 cm	Cumple

SE CUMPLEN TODAS LAS COMPROBACIONES

Información adicional:

- Zapata de tipo rígido (Artículo 58.2 de la norma EHE-08)
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.11
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.36
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 994.44 kN
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 994.44 kN

Referencia: N43

Dimensiones: 165 x 165 x 40

Armados: Xi:Ø12c/28 Yi:Ø12c/28 Xs:Ø12c/28 Ys:Ø12c/28

COMPROBACIÓN	VALORES	ESTADO
Tensiones sobre el terreno:		
<i>Criterio de CYPE</i>		
-Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.2 MPa Calculado: 0.0213858 MPa	Cumple
-Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.018639 MPa	Cumple
-Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.0275661 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata:		
-En dirección X:		No procede ⁽¹⁾
-En dirección Y:		
<i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>	Reserva seguridad: 20.5 %	Cumple
<i>(1) Sin momento de vuelco</i>		
Flexión en la zapata:		
-En dirección X:	Momento: 7.54 kN·m	Cumple
-En dirección Y:	Momento: 8.39 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
-En dirección X:	Cortante: 11.09 kN	Cumple
-En dirección Y:	Cortante: 12.95 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
-Situaciones persistentes:	Máximo: 5000 kN/m ² Calculado: 112.7 kN/m ²	Cumple
<i>Criterio de CYPE</i>		
Canto mínimo:		
<i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 40 cm	Cumple

COMPROBACIÓN	VALORES	ESTADO
Espacio para anclar arranques en cimentación:	Mínimo: 30 cm	
-N43:	Calculado: 33 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 0.001	
-Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.001	Cumple
-Armado superior dirección X:	Calculado: 0.001	Cumple
-Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.001	Cumple
-Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.001	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i>	Calculado: 0.0011	
-Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0002	Cumple
-Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0003	Cumple
-Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.0001	Cumple
-Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0002	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 12 mm	
-Parrilla inferior:	Calculado: 12 mm	Cumple
-Parrilla superior:	Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
-Armado inferior dirección X:	Calculado: 28 cm	Cumple
-Armado inferior dirección Y:	Calculado: 28 cm	Cumple
-Armado superior dirección X:	Calculado: 28 cm	Cumple
-Armado superior dirección Y:	Calculado: 28 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>	Mínimo: 10 cm	

COMPROBACIÓN	VALORES	ESTADO
-Armado inferior dirección X:	Calculado: 28 cm	Cumple
-Armado inferior dirección Y:	Calculado: 28 cm	Cumple
-Armado superior dirección X:	Calculado: 28 cm	Cumple
-Armado superior dirección Y:	Calculado: 28 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 15 cm	
-Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 33 cm	Cumple
-Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 33 cm	Cumple
-Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 28 cm	Cumple
-Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 28 cm	Cumple
-Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 33 cm	Cumple
-Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 33 cm	Cumple
-Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 28 cm	Cumple
-Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 28 cm	Cumple
SE CUMPLEN TODAS LAS COMPROBACIONES		

Información adicional:

- Zapata de tipo rígido (Artículo 58.2 de la norma EHE-08)
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.13
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.14
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 328.14 kN
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 328.14 kN

6.3.4. VIGAS DE ATADO

Una vez definidas las zapatas, se procede a definir cada una de las vigas de atado que unen dichas zapatas. Como ya se ha expuesto anteriormente, las vigas de atado se encargan de unir perimetralmente las zapatas.

Al igual que ocurría en el apartado anterior, a las vigas de atado también se le asignan referencias del tipo C[N1 – N2] para poder identificarlas con mayor facilidad en este caso, se haría referencia a la viga que une las zapatas N1 y N2.

Dichos elementos estarán clasificados según su dirección en dos grupos. El primer grupo lo formarán las vigas que coloquen a lo largo de la nave, es decir, las encargadas de atar las zapatas que soportan los pilares externos de pórticos testeros e intermedios. El segundo grupo lo formaran el resto de las vigas de atado, concretamente las encargadas de unir las zapatas de los pórticos testeros. En la tabla siguiente se muestran dichos grupos:

REFERENCIAS	GEOMETRÍA	ARMADO
C [N11-N16], C [N16-N21], C [N21-N26], C [N26-N31], C [N1-N6], C [N6-N11], C [N31-N36], C [N38-N33], C [N33-N28], C [N28-N23], C [N23-N18], C [N18-N13], C [N13-N8] y C [N8-N3]	Ancho: 40.0 cm Canto: 40.0 cm	Superior: 2Ø12 Inferior: 2Ø12 Estribos: 1xØ8c/30
C [N1-N42], C [N42-N41], C [N41-N43], C [N36-N46], C [N46-N47], C [N47-N48], C [N48-N38] y C [N3-N43]	Ancho: 40.0 cm Canto: 40.0 cm	Superior: 2Ø12 Inferior: 2Ø12 Estribos: 1xØ8c/30

Al igual que ocurría en el apartado anterior, todas las vigas de atado que estén en un mismo grupo, les corresponde el mismo tipo de armado y tienen iguales dimensiones. A continuación, se mostrarán una serie de tablas dónde se expone de forma detalla el tipo de armado empleado atendiendo a su peso, cantidad, tipo de barra y longitud de la misma.

REFERENCIAS: C [N11-N16], C [N16-N21], C [N21-N26], C [N26-N31], C [N1-N6], C [N6-N11], C [N31-N36], C [N38-N33], C [N33-N28], C [N28-N23], C [N23-N18], C [N18-N13], C [N13-N8] y C [N8-N3]		B 400 S, Y _s =1.15		TOTAL
Nombre de armado		Ø8	Ø12	
Armado viga - Armado inferior	Longitud (m)		2x6.30	12.60
	Peso (kg)		2x5.59	11.19

REFERENCIAS: C [N11-N16], C [N16-N21], C [N21-N26], C [N26-N31], C [N1-N6], C [N6-N11], C [N31-N36], C [N38-N33], C [N33-N28], C [N28-N23], C [N23-N18], C [N18-N13], C [N13-N8] y C [N8-N3]		B 400 S, Y _s =1.15		TOTAL
		Ø8	Ø12	
Nombre de armado		Ø8	Ø12	
Armado viga - Armado superior	Longitud (m)		2x6.30	12.60
	Peso (kg)		2x5.59	11.19
Armado viga - Estribo	Longitud (m)	11x1.33		14.63
	Peso (kg)	11x0.52		5.77
TOTALES	Longitud (m)	14.63	25.20	
	Peso (kg)	5.77	22.38	28.15
TOTAL CON MERMAS (10.00%)	Longitud (m)	16.09	27.72	
	Peso (kg)	6.35	24.62	30.97

Referencias: C [N1-N42], C [N42-N41], C [N41-N43], C [N36-N46], C [N46-N47], C [N47-N48], C [N48-N38] y C [N3-N43]		B 400 S, Y _s =1.15		TOTAL
		Ø8	Ø12	
Nombre de armado		Ø8	Ø12	
Armado viga - Armado inferior	Longitud (m)		2x5.80	11.60
	Peso (kg)		2x5.15	10.30
Armado viga - Armado superior	Longitud (m)		2x5.80	11.60
	Peso (kg)		2x5.15	10.30
Armado viga - Estribo	Longitud (m)	13x1.33		17.29
	Peso (kg)	13x0.52		6.82
TOTALES	Longitud (m)	17.29	23.20	
	Peso (kg)	6.82	20.60	27.42
TOTAL CON MERMAS (10.00%)	Longitud (m)	19.02	25.52	
	Peso (kg)	7.50	22.66	30.16

Al igual que ocurría con las zapatas, se incluye una tabla resumen dónde se especifican datos sobre la cantidad (m³) de hormigón utilizado tanto para las propias vigas de atado como para limpieza, así como también, el peso (kg) de acero empleado.

Resumen de medición (se incluyen mermas de acero)

ELEMENTO	B 400 S, Ys=1.15 (kg)			HORMIGÓN (m³)	
	Ø8	Ø12	Total	HA-25, Yc=1.5	Limpieza
Referencias: C [N11-N16], C [N16-N21], C [N21-N26], C [N26-N31], C [N1-N6], C [N6-N11], C [N31-N36], C [N38-N33], C [N33-N28], C [N28-N23], C [N23-N18], C [N18-N13], C [N13-N8] y C [N8-N3]	14x6.35	14x24.62	433.58	14x0.45	14x0.11
Referencias: C [N1-N42], C [N42-N41], C [N41-N43], C [N36-N46], C [N46-N47], C [N47-N48], C [N48-N38] y C [N3-N43]	8x7.50	8x22.66	241.28	8x0.54	8x0.14
TOTALES	148.90	525.96	674.86	10.62	2.66

Pasamos ahora a las comprobaciones de las vigas de atado:

Referencia: C.1 [N11-N16] (Viga de atado)

- Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm
- Armadura superior: 2Ø12
- Armadura inferior: 2Ø12
- Estribos: 1xØ8c/30

COMPROBACIÓN	VALORES	ESTADO
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: <i>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple

SE CUMPLEN TODAS LAS COMPROBACIONES

Referencia: C.1 [N16-N21] (Viga de atado)

- Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm
- Armadura superior: 2Ø12
- Armadura inferior: 2Ø12
- Estribos: 1xØ8c/30

COMPROBACIÓN	VALORES	ESTADO
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: <i>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple

SE CUMPLEN TODAS LAS COMPROBACIONES

Referencia: C.1 [N21-N26] (Viga de atado)

- Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm
- Armadura superior: 2Ø12
- Armadura inferior: 2Ø12
- Estribos: 1xØ8c/30

COMPROBACIÓN	VALORES	ESTADO
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: <i>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple

SE CUMPLEN TODAS LAS COMPROBACIONES

Referencia: C.1 [N26-N31] (Viga de atado)

- Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm
- Armadura superior: 2Ø12
- Armadura inferior: 2Ø12
- Estribos: 1xØ8c/30

COMPROBACIÓN	VALORES	ESTADO
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: <i>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple

SE CUMPLEN TODAS LAS COMPROBACIONES

Referencia: C.1 [N1-N6] (Viga de atado)

- Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm
- Armadura superior: 2Ø12
- Armadura inferior: 2Ø12
- Estribos: 1xØ8c/30

COMPROBACIÓN	VALORES	ESTADO
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: <i>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple

SE CUMPLEN TODAS LAS COMPROBACIONES

Referencia: C.1 [N6-N11] (Viga de atado)

- Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm
- Armadura superior: 2Ø12
- Armadura inferior: 2Ø12
- Estribos: 1xØ8c/30

COMPROBACIÓN	VALORES	ESTADO
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: <i>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple

SE CUMPLEN TODAS LAS COMPROBACIONES

Referencia: C.1 [N1-N42] (Viga de atado)

- Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm
- Armadura superior: 2Ø12
- Armadura inferior: 2Ø12
- Estribos: 1xØ8c/30

COMPROBACIÓN	VALORES	ESTADO
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: <i>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple

SE CUMPLEN TODAS LAS COMPROBACIONES

Referencia: C.1 [N42-N41] (Viga de atado)

- Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm
- Armadura superior: 2Ø12
- Armadura inferior: 2Ø12
- Estribos: 1xØ8c/30

COMPROBACIÓN	VALORES	ESTADO
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: <i>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple

SE CUMPLEN TODAS LAS COMPROBACIONES

Referencia: C.1 [N41-N43] (Viga de atado)

- Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm
- Armadura superior: 2Ø12
- Armadura inferior: 2Ø12
- Estribos: 1xØ8c/30

COMPROBACIÓN	VALORES	ESTADO
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: <i>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple

SE CUMPLEN TODAS LAS COMPROBACIONES

Referencia: C.1 [N31-N36] (Viga de atado)

- Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm
- Armadura superior: 2Ø12
- Armadura inferior: 2Ø12
- Estribos: 1xØ8c/30

COMPROBACIÓN	VALORES	ESTADO
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: <i>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple

SE CUMPLEN TODAS LAS COMPROBACIONES

Referencia: C.1 [N36-N46] (Viga de atado)

- Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm
- Armadura superior: 2Ø12
- Armadura inferior: 2Ø12
- Estribos: 1xØ8c/30

COMPROBACIÓN	VALORES	ESTADO
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: <i>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple

SE CUMPLEN TODAS LAS COMPROBACIONES

Referencia: C.1 [N46-N47] (Viga de atado)

- Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm
- Armadura superior: 2Ø12
- Armadura inferior: 2Ø12
- Estribos: 1xØ8c/30

COMPROBACIÓN	VALORES	ESTADO
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: <i>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple

SE CUMPLEN TODAS LAS COMPROBACIONES

Referencia: C.1 [N47-N48] (Viga de atado)

- Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm
- Armadura superior: 2Ø12
- Armadura inferior: 2Ø12
- Estribos: 1xØ8c/30

COMPROBACIÓN	VALORES	ESTADO
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: <i>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple

SE CUMPLEN TODAS LAS COMPROBACIONES

Referencia: C.1 [N48-N38] (Viga de atado)

- Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm
- Armadura superior: 2Ø12
- Armadura inferior: 2Ø12
- Estribos: 1xØ8c/30

COMPROBACIÓN	VALORES	ESTADO
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: <i>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple

SE CUMPLEN TODAS LAS COMPROBACIONES

Referencia: C.1 [N38-N33] (Viga de atado)

- Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm
- Armadura superior: 2Ø12
- Armadura inferior: 2Ø12
- Estribos: 1xØ8c/30

COMPROBACIÓN	VALORES	ESTADO
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: <i>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple

SE CUMPLEN TODAS LAS COMPROBACIONES

Referencia: C.1 [N33-N28] (Viga de atado)

- Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm
- Armadura superior: 2Ø12
- Armadura inferior: 2Ø12
- Estribos: 1xØ8c/30

COMPROBACIÓN	VALORES	ESTADO
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: <i>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple

SE CUMPLEN TODAS LAS COMPROBACIONES

Referencia: C.1 [N28-N23] (Viga de atado)

- Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm
- Armadura superior: 2Ø12
- Armadura inferior: 2Ø12
- Estribos: 1xØ8c/30

COMPROBACIÓN	VALORES	ESTADO
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: <i>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple

SE CUMPLEN TODAS LAS COMPROBACIONES

Referencia: C.1 [N23-N18] (Viga de atado)

- Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm
- Armadura superior: 2Ø12
- Armadura inferior: 2Ø12
- Estribos: 1xØ8c/30

COMPROBACIÓN	VALORES	ESTADO
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: <i>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple

SE CUMPLEN TODAS LAS COMPROBACIONES

Referencia: C.1 [N18-N13] (Viga de atado)

- Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm
- Armadura superior: 2Ø12
- Armadura inferior: 2Ø12
- Estribos: 1xØ8c/30

COMPROBACIÓN	VALORES	ESTADO
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: <i>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple

SE CUMPLEN TODAS LAS COMPROBACIONES

Referencia: C.1 [N13-N8] (Viga de atado)

- Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm
- Armadura superior: 2Ø12
- Armadura inferior: 2Ø12
- Estribos: 1xØ8c/30

COMPROBACIÓN	VALORES	ESTADO
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: <i>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple

SE CUMPLEN TODAS LAS COMPROBACIONES

Referencia: C.1 [N8-N3] (Viga de atado)

- Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm
- Armadura superior: 2Ø12
- Armadura inferior: 2Ø12
- Estribos: 1xØ8c/30

COMPROBACIÓN	VALORES	ESTADO
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm	
-Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
-Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Separación máxima estribos: -Sin cortantes: <i>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
-Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
-Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple

SE CUMPLEN TODAS LAS COMPROBACIONES

Referencia: C.1 [N3-N43] (Viga de atado)

- Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm
- Armadura superior: 2Ø12
- Armadura inferior: 2Ø12
- Estribos: 1xØ8c/30

COMPROBACIÓN	VALORES	ESTADO
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: <i>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple

SE CUMPLEN TODAS LAS COMPROBACIONES

6.4. CÁLCULO DE LAS UNIONES

6.4.1. ESPECIFICACIONES PARA UNIONES SOLDADAS

NORMAS:

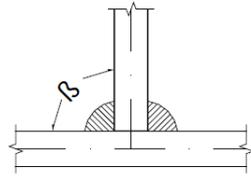
- ◇ **EAE:** Instrucción de Acero Estructural (EAE). Artículo 59. Uniones soldadas.

MATERIALES:

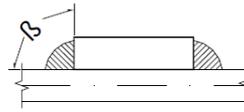
- ◇ **Perfiles (Material base):** S275 (EAE).
- ◇ **Material de aportación (soldaduras):** El material de aportación utilizable para la realización de soldaduras (alambres, hilos y electrodos) deberá ser apropiado para el proceso de soldeo, teniendo en cuenta el material a soldar y el procedimiento de soldeo; además deberá tener unas características mecánicas, en términos de límite elástico, resistencia a tracción, deformación bajo carga máxima y resiliencia, no inferiores a las correspondientes del material de base que constituye los perfiles o chapas que se pretende soldar (29.5 EAE).

DISPOSICIONES CONSTRUCTIVAS:

- 1) Las siguientes prescripciones se aplican a uniones soldadas donde los espesores de las piezas a unir sean al menos de 4 mm.
- 2) En cordones de soldadura en ángulo, el espesor de garganta no debe ser inferior a 3 mm cuando se deposite en chapas de hasta 10 mm de espesor, ni inferior a 4.5 mm cuando se deposite sobre piezas de hasta 20 mm de espesor, ni inferior a 5.6 mm cuando se deposite sobre piezas de más de 20 mm de espesor. Además, dicho espesor de garganta no puede ser superior a 0.7 veces el espesor de la pieza más delgada a unir.
- 3) Los cordones de las soldaduras en ángulo cuyas longitudes sean menores de 30 mm o 6 veces el espesor de garganta, no se tendrán en cuenta para calcular la resistencia de la unión.
- 4) En el detalle de las soldaduras en ángulo se indica la longitud efectiva del cordón (longitud sobre la cual el cordón tiene su espesor de garganta completo). Para cumplirla, puede ser necesario prolongar el cordón rodeando las esquinas, con el mismo espesor de garganta y una longitud de 3 veces dicho espesor. La longitud efectiva de un cordón de soldadura deberá ser mayor o igual que 6 veces el espesor de garganta.
- 5) Las soldaduras en ángulo entre dos piezas que forman un ángulo β deberán cumplir con la condición de que dicho ángulo esté comprendido entre 60 y 120 grados. En caso contrario:
 - a) Si se cumple que $\beta > 120$ (grados): se considerará que no transmiten esfuerzos.
 - b) Si se cumple que $\beta < 60$ (grados): se considerarán como soldaduras a tope con penetración parcial.



Unión en 'T'



Unión en Solape

COMPROBACIONES:

Para el diseño de las uniones se han tenido en cuenta los esfuerzos mínimos establecidos en el artículo 56.1.

a) Cordones de soldadura a tope con penetración total:

En este caso, no es necesaria ninguna comprobación. La resistencia de la unión será igual a la de la más débil de las piezas unidas.

b) Cordones de soldadura a tope con penetración parcial y con preparación de bordes:

Según el artículo 59.9.2 de la Instrucción de Acero Estructural (EAE), estas soldaduras se comprueban considerando un espesor de garganta igual al canto nominal de la preparación menos 0.002 mm.

c) Cordones de soldadura en ángulo:

Se realiza la comprobación de tensiones en cada cordón de soldadura según el artículo 59.8 EAE.

Se comprueban los siguientes tipos de tensión:

$$\text{Tensión de Von Mises } \sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3 \cdot (\tau_{\perp}^2 + \tau_{//}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_w \cdot \gamma_{M2}}$$

$$\text{Tensión normal } \sigma_{\perp} \leq K \cdot \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$$

Donde $K = 0.9$.

Los valores que se muestran en las tablas de comprobación resultan de las combinaciones de esfuerzos que hacen máximo el aprovechamiento tensional para ambas comprobaciones, por lo que es posible que aparezcan dos valores distintos de la tensión normal si cada aprovechamiento máximo resulta en combinaciones distintas.

6.4.2. ESPECIFICACIONES PARA UNIONES ATORNILLADAS

NORMAS:

- ◇ **EAE:** Instrucción de Acero Estructural (EAE). Artículo 58. Uniones atornilladas.

MATERIALES:

- ◇ **Perfiles (Material base):** S275 (EAE).
- ◇ **Clase de acero de los tornillos empleados:** 8.8 (29.2 EAE).

DISPOSICIONES CONSTRUCTIVAS:

1) Se han considerado las siguientes distancias mínimas y máximas entre ejes de agujeros y entre éstos y los bordes de las piezas:

DISPOSICIONES CONSTRUCTIVAS PARA TORNILLOS, SEGÚN ARTÍCULO 58.4 EAE

Distancias	Al borde de la pieza		Entre agujeros		Entre tornillos		
	e1 ⁽¹⁾	e2 ⁽²⁾	p1 ⁽¹⁾	p2 ⁽²⁾	Compresión	Tracción	
						Filas exteriores	Filas interiores
Mínimas	1.5 do	1.5 do	2.2 do	2.4 do	p1 y p2	p1, e	p1, i
Máximas ⁽³⁾	40 mm + 4t 125 mm 8t		14t 200 mm		14t 200 mm	14t 200 mm	28t 400 mm

Notas:

⁽¹⁾ Paralela a la dirección de la fuerza

⁽²⁾ Perpendicular a la dirección de la fuerza

⁽³⁾ Se considera el menor de los valores

do: Diámetro del agujero.

t: Menor espesor de las piezas que se unen.

En el caso de esfuerzos oblicuos, se interpolan los valores de manera que el resultado quede del lado de la seguridad.

- 2) No deben soldarse ni los tornillos ni las tuercas.
- 3) Cuando los tornillos se dispongan en posición vertical, la tuerca se situará por debajo de la cabeza del tornillo.
- 4) Debe comprobarse antes de la colocación que las tuercas pueden desplazarse libremente sobre el tornillo correspondiente.
- 5) En cada tornillo se colocará una arandela en el lado de la cabeza y otra en el lado de la tuerca.
- 6) Los agujeros deben realizarse por taladrado u otro proceso que proporcione un acabado equivalente.
- 7) El punzonado se admite para piezas de hasta 15 mm de espesor, siempre que el espesor nominal de la pieza no sea mayor que el diámetro nominal del agujero (o dimensión mínima si el agujero no es circular). De realizar el punzonado, se recomienda realizarlo con un

diámetro 2 mm menor que el diámetro definitivo y luego taladrar hasta el diámetro nominal.

8) Condiciones para el apriete de los tornillos ordinarios:

- a) Cada conjunto de tornillo, tuerca y arandelas debe alcanzar la condición de "apretado a tope" sin sobrepretensar los tornillos. Esta condición es la que conseguiría un operario con la llave normal, sin brazo de prolongación.
- b) Para los grandes grupos de tornillos, el apriete debe realizarse desde los tornillos centrales hacia el exterior e incluso realizar algún ciclo de apriete adicional.

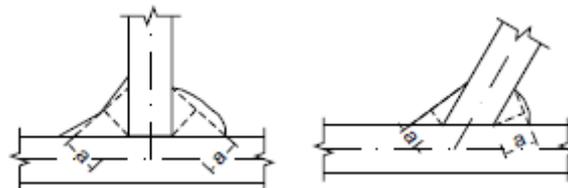
COMPROBACIONES:

Para el diseño de las uniones se han tenido en cuenta los esfuerzos mínimos establecidos en el artículo 56.1.

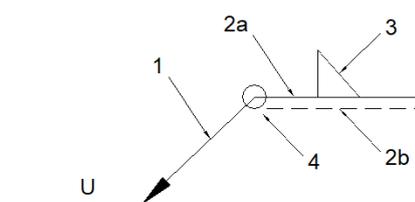
Se realizan las comprobaciones indicadas en los artículos 58.5, 58.6, 58.7 y 58.8 de EAE.

6.4.3. REFERENCIAS Y SIMBOLOGÍA

- ◇ **a[mm]**: El espesor de garganta del cordón de soldadura en ángulo debe tomarse igual a la altura del mayor triángulo que pueda inscribirse en la sección del metal de aportación, medida normalmente al lado exterior de dicho triángulo. 59.7 EAE
- ◇ **L[mm]**: longitud efectiva del cordón de soldadura



Método de representación de soldaduras



Referencias:

1: línea de la flecha

2a: línea de referencia (línea continua)

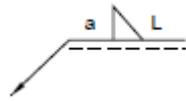
2b: línea de identificación (línea a trazos)

3: símbolo de soldadura

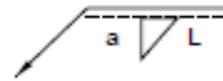
4: indicaciones complementarias

U: Unión

Referencias 1, 2a y 2b



El cordón de soldadura que se detalla se encuentra en el lado de la flecha.

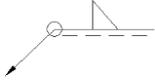
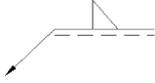
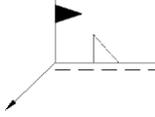


El cordón de soldadura que se detalla se encuentra en el lado opuesto al de la flecha.

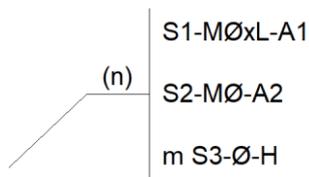
Referencia 3

Designación	Ilustración	Símbolo
Soldadura en ángulo		
Soldadura a tope en 'V' simple (con chaflán)		
Soldadura a tope en bisel simple		
Soldadura a tope en bisel doble		
Soldadura a tope en bisel simple con talón de raíz amplio		
Soldadura combinada a tope en bisel simple y en ángulo		
Soldadura a tope en bisel simple con lado curvo		

Referencia 4:

Representación	Descripción
	Soldadura realizada en todo el perímetro de la pieza
	Soldadura realizada en taller
	Soldadura realizada en el lugar de montaje

Método de representación de los tornillos de una unión



Referencias:

n: Cantidad de tornillos

S1: Norma de especificación del tornillo

Ø[mm]: Diámetro nominal

L[mm]: Longitud nominal del tornillo

A1: Clase de calidad del acero del tornillo

S2: Norma de especificación de la tuerca

A2: Clase de calidad del acero de la tuerca

m: Cantidad de arandelas

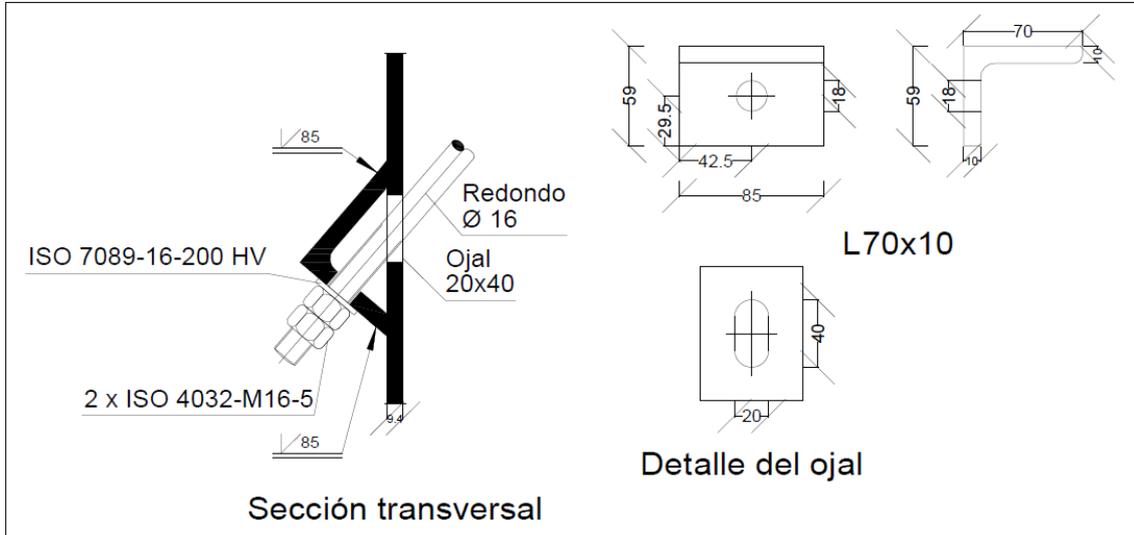
S3: Norma de especificación de la arandela

H: Dureza de la arandela

6.4.4. COMPROBACIÓN DE LOS TIPOS DE UNIONES

6.4.4.1. TIPO IV

1 - DETALLE



2 - COMPROBACIÓN

a. L 70X10 (S275 (EAE))

Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprovechamiento (%)
Cortante de la sección transversal	kN	25.68	101.31	25.35
Flector	--	--	--	57.69

CORDONES DE SOLDADURA

COMPROBACIONES GEOMÉTRICAS

Referencia	Tipo	Preparación de bordes (mm)	l (mm)
Soldaduras a tope del angular a la pieza	A tope en bisel simple	9	85

l: Longitud efectiva

COMPROBACIÓN DE RESISTENCIA

Referencia	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldaduras a tope del angular a la pieza	La comprobación no procede.							430.0	0.85

3 - MEDICIÓN

SOLDADURAS

f_u (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
430.0	En taller	A tope en bisel simple	10	170

ANGULARES

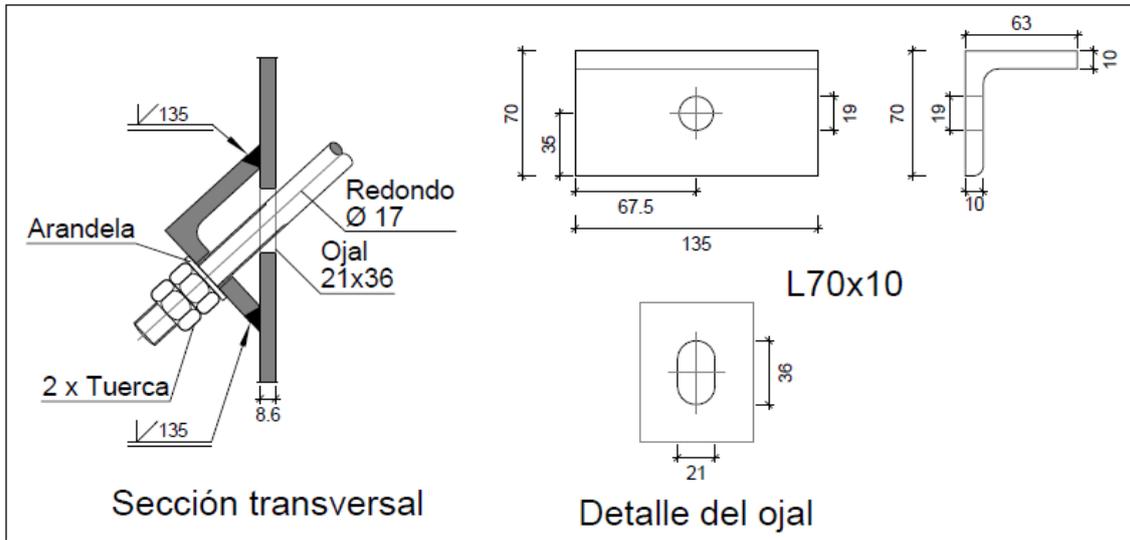
Material	Tipo	Descripción (mm)	Longitud (mm)	Peso (kg)
S275 (EAE)	Anclajes de tirantes	L70x10	85	0.87
	Total			0.87

ELEMENTOS DE TORNILLERÍA

Tipo	Material	Cantidad	Descripción
Tuercas	Clase 5	2	ISO 4032 – M16
Arandelas	Dureza 200 HV	1	ISO 7089 – 16

6.4.4.2. TIPO V

1 - DETALLE



2 - COMPROBACIÓN

a. L 70X10 (S275 (EAE))

Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprovechamiento (%)
Cortante de la sección transversal	kN	29.76	175.40	16.97
Flector	--	--	--	72.15

CORDONES DE SOLDADURA

COMPROBACIONES GEOMÉTRICAS

Referencia	Tipo	Preparación de bordes (mm)	l (mm)
Soldaduras a tope del angular a la pieza	A tope en bisel simple	9	135

l: Longitud efectiva

COMPROBACIÓN DE RESISTENCIA

Referencia	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldaduras a tope del angular a la pieza	La comprobación no procede.							430.0	0.85

3 - MEDICIÓN

SOLDADURAS

f_u (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
430.0	En taller	A tope en bisel simple	10	270

ANGULARES

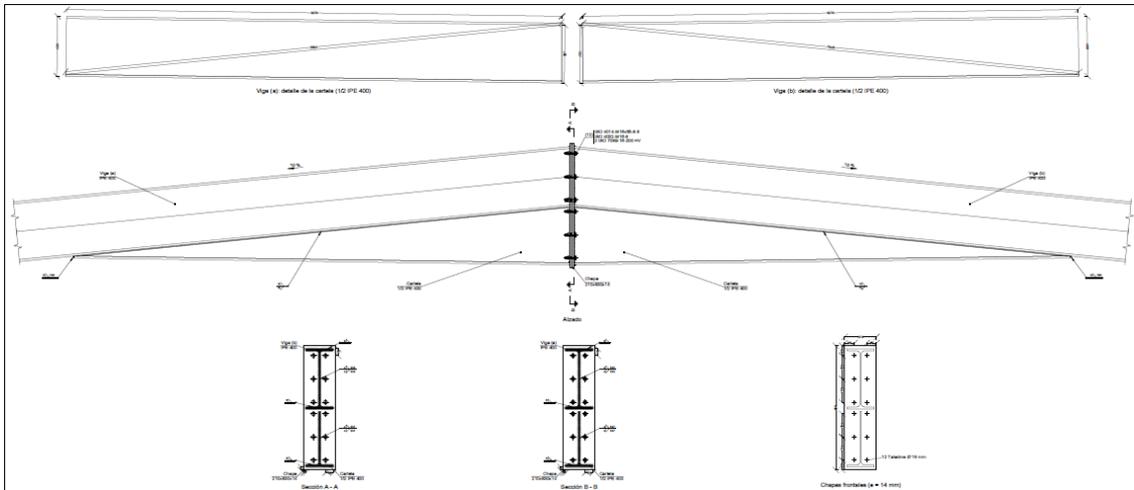
Material	Tipo	Descripción (mm)	Longitud (mm)	Peso (kg)
S275 (EAE)	Anclajes de tirantes	L70x10	135	1.38
	Total			1.38

ELEMENTOS DE TORNILLERÍA NO NORMALIZADOS

Tipo	Cantidad	Descripción
Tuercas	2	T17
Arandelas	1	A17

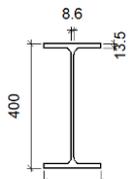
6.4.4.3. TIPO VI

1 - DETALLE

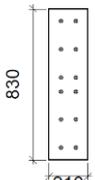


2 - DESCRIPCIÓN DE LOS COMPONENTES DE LA UNIÓN

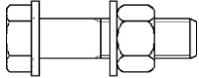
PERFILES

Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Viga	IPE 400		400	180	13.5	8.6	S275 (EAE)	275.0	430.0

ELEMENTOS COMPLEMENTARIOS

Pieza	Geometría				Taladros		Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Chapa frontal		210	830	14	12	18	S275 (EAE)	275.0	430.0

ELEMENTOS DE TORNILLERÍA

Descripción	Geometría			Acero		
	Esquema	Diámetro	Longitud (mm)	Clase	f _y (MPa)	f _u (MPa)
ISO 4014 – M16x65-8.8 ISO 4032 – M16-8 2 ISO 7089-16 – 200 HV		M16	65	8.8	640.0	800.0

3 - COMPROBACIÓN

a. Viga (a) IPE 400

COMPROBACIONES DE RESISTENCIA

Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprovechamiento (%)
Chapa frontal	Tracción por flexión	kN	111.26	180.86	61.52
Ala	Aplastamiento	kN	307.16	639.60	48.02
	Tracción	kN	31.12	292.69	10.63
Alma	Cargas concentradas en el alma	kN	35.46	358.41	9.89
	Tracción	kN	84.67	242.93	34.85

CORDONES DE SOLDADURA

COMPROBACIONES GEOMÉTRICAS

Referencia	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del ala superior	En ángulo	6	180	13.5	84.29
Soldadura del alma	En ángulo	4	333	8.6	90.00
Soldadura del ala inferior	En ángulo	6	180	13.5	84.29
Soldadura del alma de la cartela	En ángulo	4	352	8.6	90.00

COMPROBACIONES GEOMÉTRICAS

Referencia	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del ala de la cartela	En ángulo	6	180	13.5	89.22
Soldadura del alma de la cartela al ala inferior	En ángulo	6	3300	8.6	90.00
Soldadura del ala de la cartela al ala inferior	En ángulo	9	180	13.5	83.51

a: Espesor garganta

l: Longitud efectiva

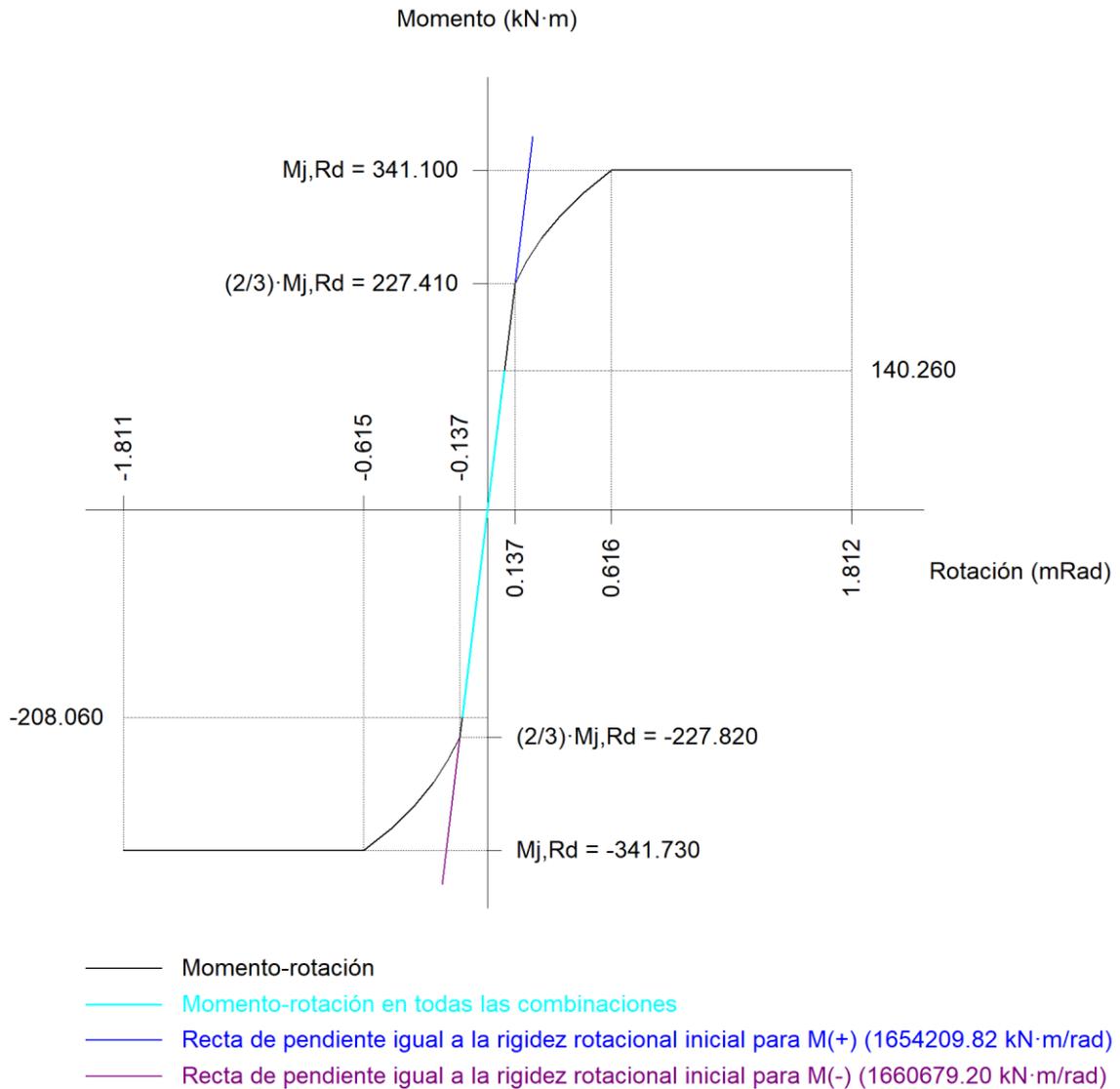
t: Espesor de piezas

COMPROBACIÓN DE RESISTENCIA

Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm ²)	β _w
	σ _⊥ (N/mm ²)	τ _⊥ (N/mm ²)	τ _∥ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	75.9	83.9	0.7	164.0	40.52	80.2	25.90	430.0	0.85
Soldadura del alma	76.9	76.9	0.0	153.8	38.01	76.9	24.84	430.0	0.85
Soldadura del ala inferior	30.0	33.2	0.4	64.9	16.03	30.0	9.70	430.0	0.85
Soldadura del alma de la cartela	80.3	80.3	1.4	160.6	39.67	80.3	25.93	430.0	0.85
Soldadura del ala de la cartela	67.7	68.7	0.1	136.9	33.82	67.8	21.88	430.0	0.85
Soldadura del alma de la cartela al ala inferior	0.0	0.0	2.5	4.4	1.09	0.0	0.00	430.0	0.85
Soldadura del ala de la cartela al ala inferior	La comprobación no procede.							430.0	0.85

Rigidez rotacional inicial	Plano xy (kN·m/rad)	Plano xz (kN·m/rad)
Calculada para momentos positivos	120981.37	1654209.82
Calculada para momentos negativos	120981.37	1660679.20

COMPORTAMIENTO DE LA UNIÓN PARA FLEXIÓN SIMPLE EN EL PLANO XZ



Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprovechamiento (%)
Relación entre modos 1 y 3	--	1.78	1.80	99.07
Momento resistente	kN·m	208.06	341.73	60.88
Capacidad de rotación	m·Rad	69.165	667	10.37

b. Viga (b) IPE 400

COMPROBACIONES DE RESISTENCIA

Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprovechamiento (%)
Chapa frontal	Tracción por flexión	kN	111.26	180.86	61.52
Ala	Compresión	kN	307.16	639.60	48.02
	Tracción	kN	31.12	292.69	10.63
Alma	Cargas concentradas en el alma	kN	35.45	358.41	9.89
	Tracción	kN	84.67	242.93	34.85

CORDONES DE SOLDADURA

COMPROBACIONES GEOMÉTRICAS

Referencia	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del ala superior	En ángulo	6	180	13.5	84.29
Soldadura del alma	En ángulo	4	333	8.6	90.00
Soldadura del ala inferior	En ángulo	6	180	13.5	84.29
Soldadura del alma de la cartela	En ángulo	4	352	8.6	90.00
Soldadura del ala de la cartela	En ángulo	6	180	13.5	89.22
Soldadura del alma de la cartela al ala inferior	En ángulo	6	3300	8.6	90.00
Soldadura del ala de la cartela al ala inferior	En ángulo	9	180	13.5	83.51

a: Espesor garganta

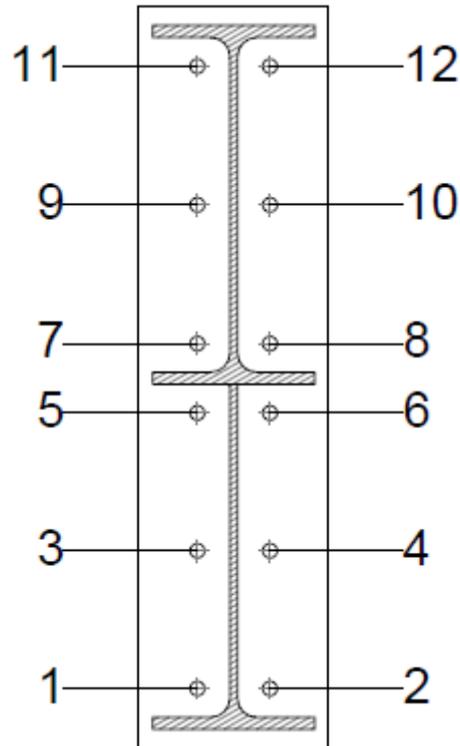
l: Longitud efectiva

t: Espesor de piezas

COMPROBACIÓN DE RESISTENCIA

Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	76.0	83.9	0.7	164.0	40.53	80.2	25.90	430.0	0.85
Soldadura del alma	76.9	76.9	0.0	153.8	38.01	76.9	24.84	430.0	0.85
Soldadura del ala inferior	30.0	33.2	0.4	64.9	16.03	30.0	9.70	430.0	0.85
Soldadura del alma de la cartela	80.3	80.3	1.7	160.6	39.67	80.3	25.93	430.0	0.85
Soldadura del ala de la cartela	67.8	68.7	0.1	137.0	33.85	67.8	21.90	430.0	0.85
Soldadura del alma de la cartela al ala inferior	0.0	0.0	2.4	4.2	1.04	0.0	0.00	430.0	0.85
Soldadura del ala de la cartela al ala inferior	La comprobación no procede.							430.0	0.85

COMPROBACIONES PARA LOS TORNILLOS



DISPOSICIÓN

Tornillo	Denominación	d_0 (mm)	e_1 (mm)	e_2 (mm)	p_1 (mm)	p_2 (mm)	m (mm)
1	ISO 4014 – M16x65-8.8	18.0	--	65	154	81	32.2
2	ISO 4014 – M16x65-8.8	18.0	--	65	154	81	32.2
3	ISO 4014 – M16x65-8.8	18.0	--	65	154	81	36.0
4	ISO 4014 – M16x65-8.8	18.0	--	65	154	81	36.0
5	ISO 4014 – M16x65-8.8	18.0	--	65	78	81	32.2
6	ISO 4014 – M16x65-8.8	18.0	--	65	78	81	32.2
7	ISO 4014 – M16x65-8.8	18.0	--	65	78	81	32.0
8	ISO 4014 – M16x65-8.8	18.0	--	65	78	81	32.0
9	ISO 4014 – M16x65-8.8	18.0	--	65	155	81	36.0
10	ISO 4014 – M16x65-8.8	18.0	--	65	155	81	36.0
11	ISO 4014 – M16x65-8.8	18.0	--	65	155	81	32.2
12	ISO 4014 – M16x65-8.8	18.0	--	65	155	81	32.2

DISPOSICIÓN

Tornillo	Denominación	d ₀ (mm)	e ₁ (mm)	e ₂ (mm)	p ₁ (mm)	p ₂ (mm)	m (mm)
----------	--------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	-----------

--: La comprobación no procede.

RESISTENCIA

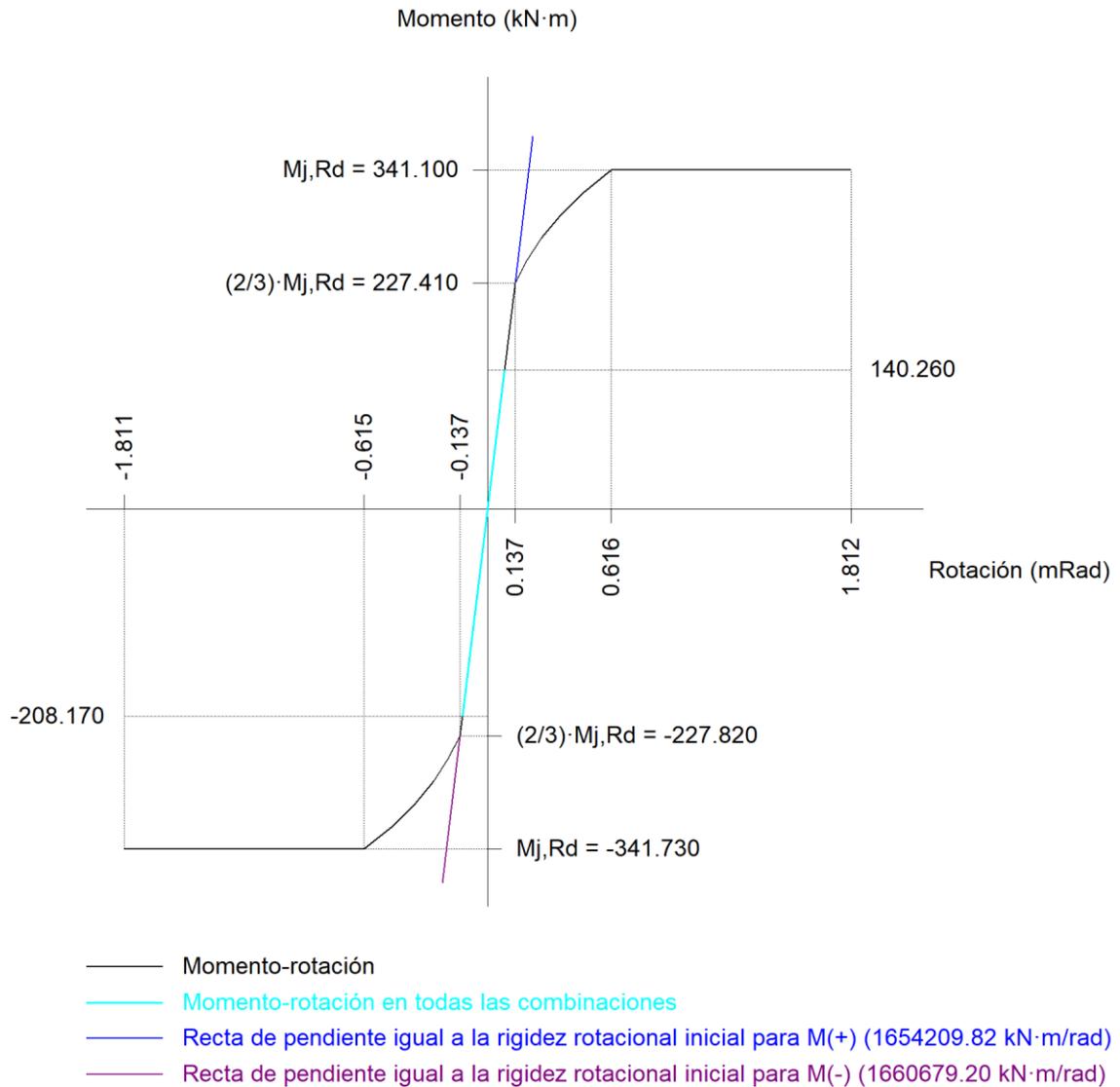
Tornillo	Cortante				Tracción				Interacción tracción y cortante	Aprovechamiento Máx. (%)
	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Aprov. (%)	
1	Sección transversal	16.153	77.208	20.92	Vástago	55.631	90.432	61.52	43.94	61.52
	Aplastamiento	16.153	192.640	8.39	Punzonamiento	55.631	230.353	24.15		
2	Sección transversal	16.153	77.208	20.92	Vástago	55.631	90.432	61.52	43.94	61.52
	Aplastamiento	16.153	192.640	8.39	Punzonamiento	55.631	230.353	24.15		
3	Sección transversal	16.153	77.208	20.92	Vástago	48.760	90.432	53.92	38.51	53.92
	Aplastamiento	16.153	192.640	8.39	Punzonamiento	48.760	230.353	21.17		
4	Sección transversal	16.153	77.208	20.92	Vástago	48.760	90.432	53.92	38.51	53.92
	Aplastamiento	16.153	192.640	8.39	Punzonamiento	48.760	230.353	21.17		
5	Sección transversal	16.153	77.208	20.92	Vástago	29.218	90.432	32.31	23.08	32.31
	Aplastamiento	16.153	192.640	8.39	Punzonamiento	29.218	230.353	12.68		
6	Sección transversal	16.153	77.208	20.92	Vástago	29.218	90.432	32.31	23.08	32.31
	Aplastamiento	16.153	192.640	8.39	Punzonamiento	29.218	230.353	12.68		

RESISTENCIA

Tornillo	Cortante				Tracción				Interacción tracción y cortante	Aprovechamiento Máx. (%)
	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Aprov. (%)	
7	Sección transversal	16.153	77.208	20.92	Vástago	29.035	90.432	32.11	23.20	32.11
	Aplastamiento	16.153	192.640	8.39	Punzonamiento	29.035	230.353	12.60		
8	Sección transversal	16.153	77.208	20.92	Vástago	29.035	90.432	32.11	23.20	32.11
	Aplastamiento	16.153	192.640	8.39	Punzonamiento	29.035	230.353	12.60		
9	Sección transversal	23.243	77.208	30.10	Vástago	47.223	90.432	52.22	37.69	52.22
	Aplastamiento	23.243	192.640	12.07	Punzonamiento	47.223	230.353	20.50		
10	Sección transversal	23.243	77.208	30.10	Vástago	47.223	90.432	52.22	37.69	52.22
	Aplastamiento	23.243	192.640	12.07	Punzonamiento	47.223	230.353	20.50		
11	Sección transversal	30.747	77.208	39.82	Vástago	53.232	90.432	58.86	42.56	58.86
	Aplastamiento	30.747	192.640	15.96	Punzonamiento	53.232	230.353	23.11		
12	Sección transversal	30.747	77.208	39.82	Vástago	53.232	90.432	58.86	42.56	58.86
	Aplastamiento	30.747	192.640	15.96	Punzonamiento	53.232	230.353	23.11		

Rigidez rotacional inicial	Plano xy (kN·m/rad)	Plano xz (kN·m/rad)
Calculada para momentos positivos	120981.37	1654209.82
Calculada para momentos negativos	120981.37	1660679.20

COMPORTAMIENTO DE LA UNIÓN PARA FLEXIÓN SIMPLE EN EL PLANO XZ



Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprovechamiento (%)
Relación entre modos 1 y 3	-	1.78	1.80	99.07
Momento resistente	kN·m	208.17	341.73	60.92
Capacidad de rotación	m·Rad	69.201	667	10.38

4 - MEDICIÓN

SOLDADURAS

f_u (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
430.0	En taller	En ángulo	4	2679
			6	15105
			9	360

CHAPAS

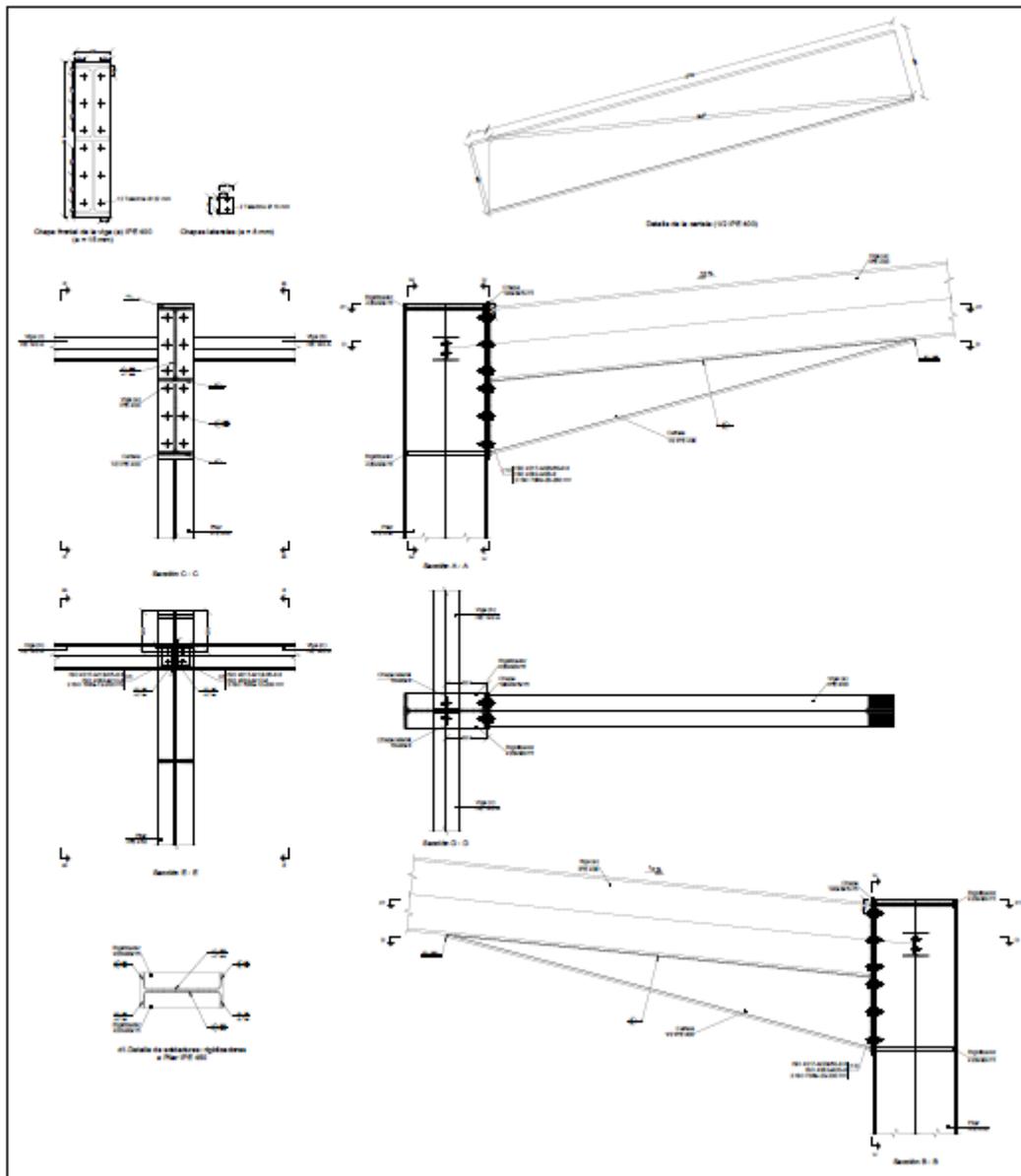
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275 (EAE)	Chapas	2	210x830x14	38.31
	Total			38.31

ELEMENTOS DE TORNILLERÍA

Tipo	Material	Cantidad	Descripción
Tornillos	Clase 8.8	12	ISO 4014 – M16x65
Tuercas	Clase 8	12	ISO 4032 – M16
Arandelas	Dureza 200 HV	24	ISO 7089 – 16

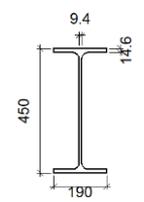
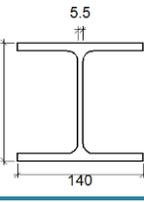
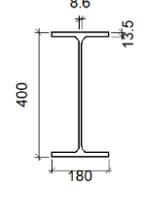
6.4.4.4. TIPO VII

1 - DETALLE

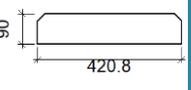
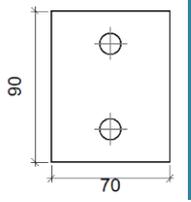


2 - DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS DE LA UNIÓN

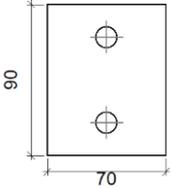
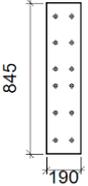
PERFILES

Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f _y (MPa)	f _u (MPa)
Pilar	IPE 450		450	190	14.6	9.4	S275 (EAE)	275.0	430.0
Viga	HE 140 A		133	140	8.5	5.5	S275 (EAE)	275.0	430.0
Viga	IPE 400		400	180	13.5	8.6	S275 (EAE)	275.0	430.0

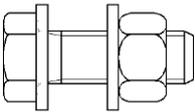
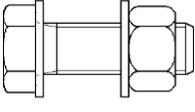
ELEMENTOS COMPLEMENTARIOS

Pieza	Geometría				Taladros		Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f _y (MPa)	f _u (MPa)
Rigidizador		420.8	90	15	-	-	S275 (EAE)	275.0	430.0
Chapa lateral: Viga (c) HE 140 A		70	90	8	2	13	S275 (EAE)	275.0	430.0

ELEMENTOS COMPLEMENTARIOS

Pieza	Geometría			Taladros		Acero			
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f _y (MPa)	f _u (MPa)
Chapa lateral: Viga (b) HE 140 A		70	90	8	2	13	S275 (EAE)	275.0	430.0
Chapa frontal: Viga (a) IPE 400		190	845	15	12	22	S275 (EAE)	275.0	430.0

ELEMENTOS DE TORNILLERÍA

Descripción	Geometría			Acero		
	Esquema	Diámetro	Longitud (mm)	Clase	f _y (MPa)	f _u (MPa)
ISO 4017-M12x35-8.8 ISO 4032-M12-8 2 ISO 7089-12-200 HV		M12	35	8.8	640.0	800.0
ISO 4017-M20x60-8.8 ISO 4032-M20-8 2 ISO 7089-20-200 HV		M20	60	8.8	640.0	800.0

3 - COMPROBACIÓN

a. Pilar IPE 450

COMPROBACIONES DE RESISTENCIA

Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)	
Panel	Esbeltez	--	--	--	70.18	
	Cortante	kN	620.15	1027.79	60.34	
Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	129.82	261.90	49.57	
Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	164.21	261.90	62.70	
Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	129.82	261.90	49.57	
Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	164.21	261.90	62.70	
Ala	Desgarro	N/mm ²	162.26	261.90	61.96	
	Cortante	N/mm ²	199.86	261.90	76.31	
Viga (a) IPE 400	Ala	Tracción por flexión	kN	172.24	246.86	69.78
		Tracción	kN	35.91	372.04	9.65
	Alma	Tracción	kN	131.55	197.86	66.49
Viga (c) HE 140 A	Alma	Punzonamiento	kN	45.90	380.27	12.07
		Flexión por fuerza perpendicular	kN	34.94	60.64	57.61
Viga (b) HE 140 A	Alma	Punzonamiento	kN	45.90	380.27	12.07
		Flexión por fuerza perpendicular	kN	34.94	60.64	57.61

CORDONES DE SOLDADURA

COMPROBACIONES GEOMÉTRICAS

Referencia	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	6	69	14.6	90.00
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	4	379	9.4	90.00
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	6	69	14.6	90.00
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	4	379	9.4	90.00
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	6	69	14.6	90.00
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	4	379	9.4	90.00
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	6	69	14.6	90.00
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	4	379	9.4	90.00

a: Espesor garganta

l: Longitud efectiva

t: Espesor de piezas

COMPROBACIÓN DE RESISTENCIA

Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del rigidizador superior a las alas	114.7	114.7	0.1	229.5	56.71	114.8	37.06	430.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	44.3	76.8	18.98	0.0	0.00	430.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	145.1	145.1	0.1	290.3	71.73	145.1	46.88	430.0	0.85

COMPROBACIÓN DE RESISTENCIA

Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	56.1	97.1	24.00	0.0	0.00	430.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior a las alas	114.7	114.7	0.1	229.5	56.71	114.8	37.06	430.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	44.3	76.8	18.98	0.0	0.00	430.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	145.1	145.1	0.1	290.3	71.73	145.1	46.88	430.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	56.1	97.1	24.00	0.0	0.00	430.0	0.85

b. Viga (a) IPE 400

COMPROBACIONES DE RESISTENCIA

Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Chapa frontal	Tracción por flexión	kN	172.24	242.43	71.05
Ala	Compresión	kN	413.64	659.01	62.77
	Tracción	kN	44.17	318.21	13.88
Alma	Cargas concentradas en el alma	kN	54.19	358.41	15.12
	Tracción	kN	131.55	277.26	47.45

CORDONES DE SOLDADURA

COMPROBACIONES GEOMÉTRICAS

Referencia	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del ala superior	En ángulo	6	180	13.5	84.29
Soldadura del alma	En ángulo	4	333	8.6	90.00
Soldadura del ala inferior	En ángulo	6	180	13.5	84.29
Soldadura del alma de la cartela	En ángulo	4	364	8.6	90.00
Soldadura del ala de la cartela	En ángulo	6	180	13.5	74.96
Soldadura del alma de la cartela al ala inferior	En ángulo	6	2300	8.6	90.00
Soldadura del ala de la cartela al ala inferior	En ángulo	9	180	13.5	80.67

a: Espesor garganta

l: Longitud efectiva

t: Espesor de piezas

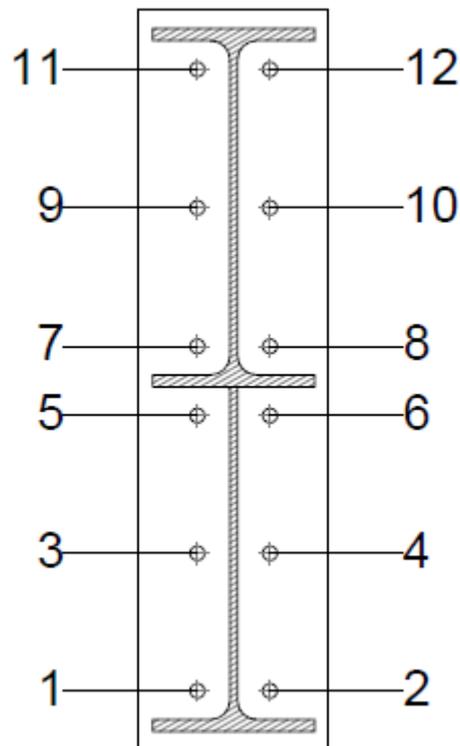
COMPROBACIÓN DE RESISTENCIA

Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	89.3	98.7	0.7	192.9	47.66	101.5	32.79	430.0	0.85
Soldadura del alma	101.2	101.2	18.6	204.9	50.63	101.2	32.68	430.0	0.85
Soldadura del ala inferior	52.1	47.1	0.4	96.8	23.92	52.1	16.82	430.0	0.85
Soldadura del alma de la cartela	100.6	100.6	18.6	203.7	50.33	100.6	32.48	430.0	0.85
Soldadura del ala de la cartela	95.1	124.1	0.1	235.0	58.07	118.3	38.22	430.0	0.85

COMPROBACIÓN DE RESISTENCIA

Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del alma de la cartela al ala inferior	0.0	0.0	11.9	20.6	5.10	0.0	0.00	430.0	0.85
Soldadura del ala de la cartela al ala inferior	La comprobación no procede.							430.0	0.85

COMPROBACIONES PARA LOS TORNILLOS



DISPOSICIÓN

Tornillo	Denominación	d_0 (mm)	e_1 (mm)	e_2 (mm)	p_1 (mm)	p_2 (mm)	m (mm)
1	ISO 4017-M20x60-8.8	22.0	--	50	152	89	40.0

DISPOSICIÓN

Tornillo	Denominación	d ₀ (mm)	e ₁ (mm)	e ₂ (mm)	p ₁ (mm)	p ₂ (mm)	m (mm)
2	ISO 4017-M20x60-8.8	22.0	--	50	152	89	40.0
3	ISO 4017-M20x60-8.8	22.0	--	50	152	89	40.0
4	ISO 4017-M20x60-8.8	22.0	--	50	152	89	40.0
5	ISO 4017-M20x60-8.8	22.0	--	50	95	89	40.0
6	ISO 4017-M20x60-8.8	22.0	--	50	95	89	40.0
7	ISO 4017-M20x60-8.8	22.0	--	50	95	89	40.0
8	ISO 4017-M20x60-8.8	22.0	--	50	95	89	40.0
9	ISO 4017-M20x60-8.8	22.0	--	50	147	89	40.0
10	ISO 4017-M20x60-8.8	22.0	--	50	147	89	40.0
11	ISO 4017-M20x60-8.8	22.0	--	50	147	89	40.0
12	ISO 4017-M20x60-8.8	22.0	--	50	147	89	40.0

--: La comprobación no procede.

RESISTENCIA

Tornillo	Cortante				Tracción				Interacción tracción y cortante	Aprov. Máx. (%)
	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Aprov. (%)	
1	Sección transversal	57.236	94.080	60.84	Vástago	87.083	141.120	61.71	60.84	61.71
	Aplastamiento	57.236	251.120	22.79	Punzonamiento	87.083	297.974	29.23		
2	Sección transversal	57.236	94.080	60.84	Vástago	87.083	141.120	61.71	60.84	61.71
	Aplastamiento	57.236	251.120	22.79	Punzonamiento	87.083	297.974	29.23		

RESISTENCIA

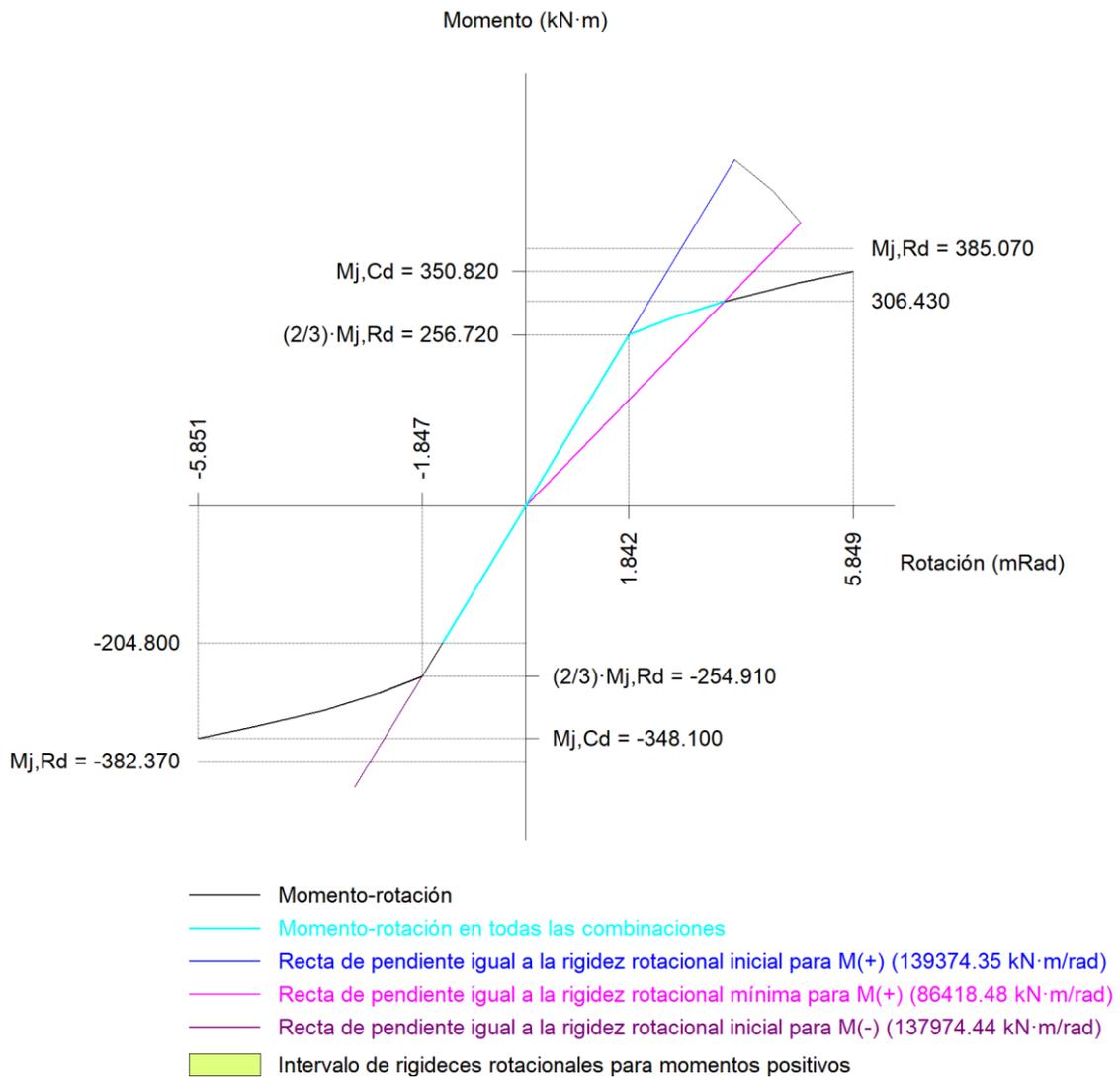
Tornillo	Cortante				Tracción				Interacción tracción y cortante	Aprov. Máx. (%)
	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Aprov. (%)	
3	Sección transversal	16.153	94.080	17.17	Vástago	76.103	141.120	53.93	44.46	53.93
	Aplastamiento	16.153	251.120	6.43	Punzonamiento	76.103	297.974	25.54		
4	Sección transversal	16.153	94.080	17.17	Vástago	76.103	141.120	53.93	44.46	53.93
	Aplastamiento	16.153	251.120	6.43	Punzonamiento	76.103	297.974	25.54		
5	Sección transversal	16.153	94.080	17.17	Vástago	50.492	141.120	35.78	32.28	35.78
	Aplastamiento	16.153	251.120	6.43	Punzonamiento	50.492	297.974	16.95		
6	Sección transversal	16.153	94.080	17.17	Vástago	50.492	141.120	35.78	32.28	35.78
	Aplastamiento	16.153	251.120	6.43	Punzonamiento	50.492	297.974	16.95		
7	Sección transversal	16.380	94.080	17.41	Vástago	57.812	141.120	40.97	37.25	40.97
	Aplastamiento	16.380	192.104	8.53	Punzonamiento	57.812	297.974	19.40		
8	Sección transversal	16.380	94.080	17.41	Vástago	57.812	141.120	40.97	37.25	40.97
	Aplastamiento	16.380	192.104	8.53	Punzonamiento	57.812	297.974	19.40		
9	Sección transversal	23.514	94.080	24.99	Vástago	88.051	141.120	62.39	51.39	62.39
	Aplastamiento	23.514	191.732	12.26	Punzonamiento	88.051	297.974	29.55		

RESISTENCIA

Tornillo	Cortante			Tracción				Interacción tracción y cortante	Aprov. Máx. (%)	
	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)		Aprov. (%)
10	Sección transversal	23.514	94.080	24.99	Vástago	88.051	141.120	62.39	51.39	62.39
	Aplastamiento	23.514	191.732	12.26	Punzonamiento	88.051	297.974	29.55		
11	Sección transversal	40.087	94.080	42.61	Vástago	100.263	141.120	71.05	57.10	71.05
	Aplastamiento	30.668	191.588	16.01	Punzonamiento	100.263	297.974	33.65		
12	Sección transversal	40.087	94.080	42.61	Vástago	100.263	141.120	71.05	57.10	71.05
	Aplastamiento	30.668	191.588	16.01	Punzonamiento	100.263	297.974	33.65		

Rigidez rotacional inicial	Plano xy (kN·m/rad)	Plano xz (kN·m/rad)
Calculada para momentos positivos	11025.41	139374.35
Calculada para momentos negativos	11025.41	137974.44

COMPORTAMIENTO DE LA UNIÓN PARA FLEXIÓN SIMPLE EN EL PLANO XZ



Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Relación entre modos 1 y 3	--	1.24	1.80	69.05
Momento resistente	kN·m	306.43	385.07	79.58
Capacidad de rotación	m·Rad	606.218	667	90.93

c. Viga (c) HE 140 A

COMPROBACIONES DE RESISTENCIA

Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Chapa lateral	Interacción flexión - cortante	--	--	--	0.24
	Tensiones combinadas	--	--	--	25.57
	Pandeo local	N/mm ²	66.93	241.98	27.66
	Aplastamiento	kN	23.63	74.10	31.89
	Desgarro	kN	45.91	77.42	59.30
Alma	Aplastamiento	kN	22.27	36.39	61.19
	Desgarro	kN	45.91	100.36	45.74

COMPROBACIONES GEOMÉTRICAS

Referencia	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Detalle de la soldadura de la chapa lateral.	En ángulo	5	90	8.0	90.00

a: Espesor garganta

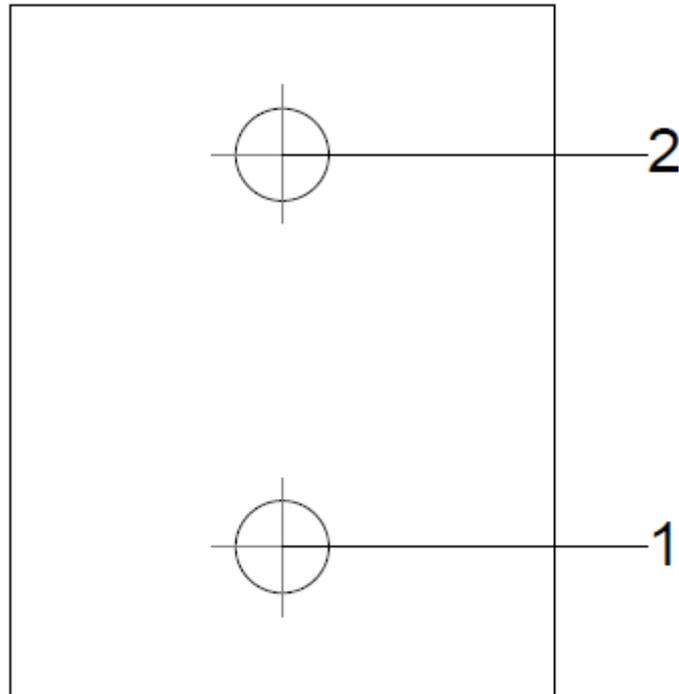
l: Longitud efectiva

t: Espesor de piezas

COMPROBACIÓN DE RESISTENCIA

Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm ²)	β _w
	σ _⊥ (N/mm ²)	τ _⊥ (N/mm ²)	τ _∥ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Detalle de la soldadura de la chapa lateral.	36.1	36.1	1.1	72.2	17.83	36.1	11.65	430.0	0.85

COMPROBACIONES PARA LOS TORNILLOS



DISPOSICIÓN

Tornillo	Denominación	d ₀ (mm)	e ₁ (mm)	e ₂ (mm)	p ₁ (mm)	p ₂ (mm)	m (mm)
1	ISO 4017-M12x35-8.8	13.0	20	25	51	--	19.5
2	ISO 4017-M12x35-8.8	13.0	20	25	51	--	19.5

--: La comprobación no procede.

RESISTENCIA

Tornillo	Cortante			Tracción				Interacción tracción y cortante	Aprov. Máx. (%)
	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	

RESISTENCIA

Tornillo	Cortante			Tracción				Interacción tracción y cortante	Aprov. Máx. (%)	
	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)		Aprov. (%)
1	Sección transversal	22.456	32.371	69.37	Vástago	0.000	48.557	0.00	69.37	69.37
	Aplastamiento	22.456	74.071	30.32	Punzonamiento	0.000	67.814	0.00		
2	Sección transversal	23.629	32.371	72.99	Vástago	0.000	48.557	0.00	72.99	72.99
	Aplastamiento	23.629	74.095	31.89	Punzonamiento	0.000	67.814	0.00		

d. Viga (b) HE 140 A

COMPROBACIONES DE RESISTENCIA

Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Chapa lateral	Interacción flexión - cortante	--	--	--	0.24
	Tensiones combinadas	--	--	--	25.57
	Pandeo local	N/mm ²	66.93	241.98	27.66
	Aplastamiento	kN	23.63	74.10	31.89
	Desgarro	kN	45.91	77.42	59.30
Alma	Aplastamiento	kN	22.27	36.39	61.19
	Desgarro	kN	45.91	100.36	45.74

CORDONES DE SOLDADURA

COMPROBACIONES GEOMÉTRICAS

Referencia	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Detalle de la soldadura de la chapa lateral.	En ángulo	5	90	8.0	90.00

a: Espesor garganta

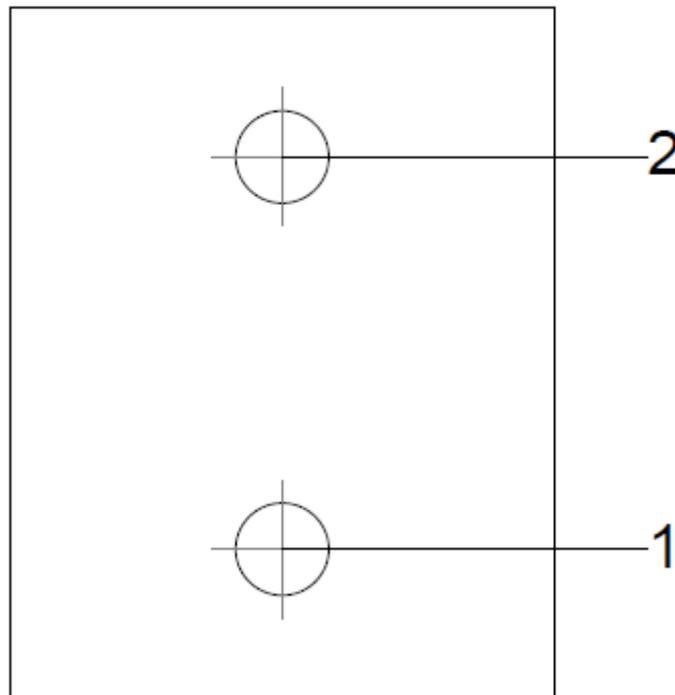
l: Longitud efectiva

t: Espesor de piezas

COMPROBACIÓN DE RESISTENCIA

Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Detalle de la soldadura de la chapa lateral.	36.1	36.1	1.1	72.2	17.83	36.1	11.65	430.0	0.85

COMPROBACIONES PARA LOS TORNILLOS



DISPOSICIÓN

Tornillo	Denominación	d ₀ (mm)	e ₁ (mm)	e ₂ (mm)	p ₁ (mm)	p ₂ (mm)	m (mm)
1	ISO 4017-M12x35-8.8	13.0	20	25	51	--	19.5
2	ISO 4017-M12x35-8.8	13.0	20	25	51	--	19.5

--: La comprobación no procede.

RESISTENCIA

Tornillo	Cortante				Tracción				Interacción tracción y cortante	Aprov. Máx. (%)
	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Aprov. (%)	
1	Sección transversal	22.456	32.371	69.37	Vástago	0.000	48.557	0.00	69.37	69.37
	Aplastamiento	22.456	74.071	30.32	Punzonamiento	0.000	67.814	0.00		
2	Sección transversal	23.629	32.371	72.99	Vástago	0.000	48.557	0.00	72.99	72.99
	Aplastamiento	23.629	74.095	31.89	Punzonamiento	0.000	67.814	0.00		

4 - MEDICIÓN

SOLDADURAS

f _u (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
430.0	En taller	En ángulo	4	4425
			5	360
			6	6632

SOLDADURAS

f_u (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
			9	180

CHAPAS

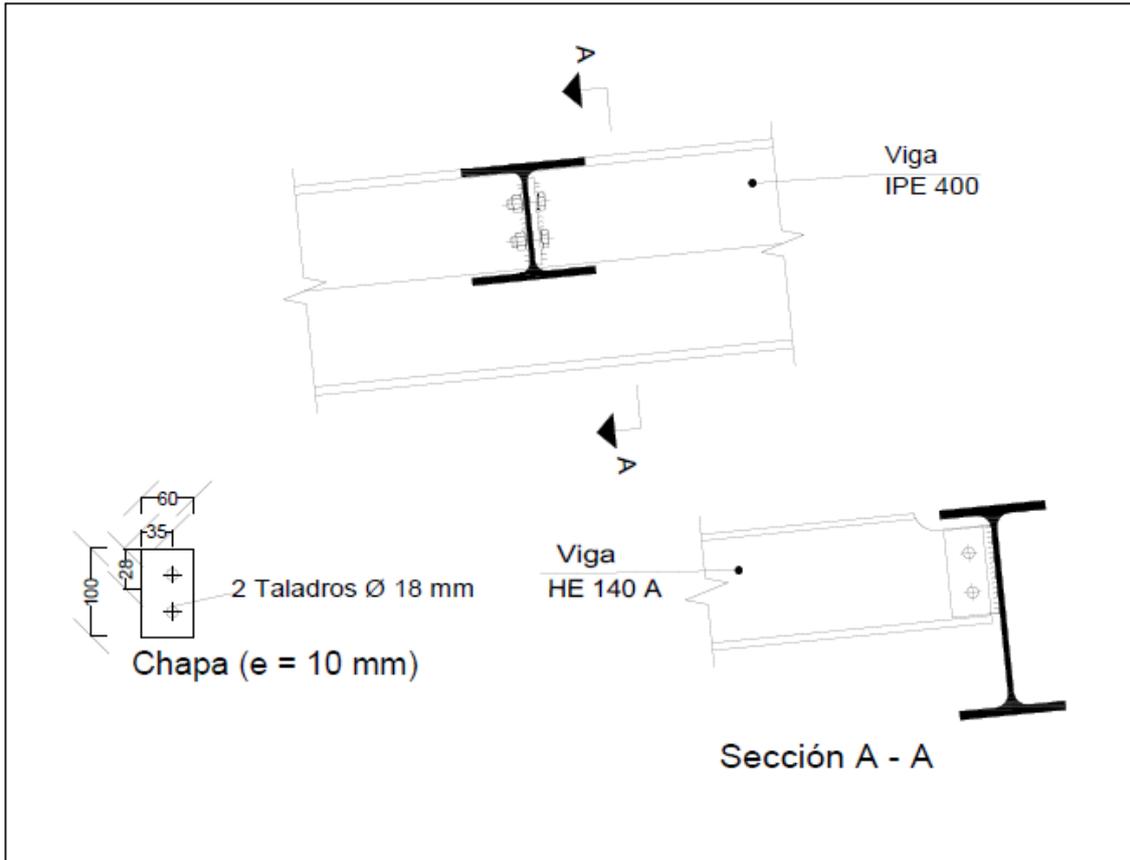
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275 (EAE)	Rigidizadores	4	420x90x15	17.84
	Chapas	2	70x90x8	0.79
		1	190x845x15	18.90
	Total			

ELEMENTOS DE TORNILLERÍA

Tipo	Material	Cantidad	Descripción
Tornillos	Clase 8.8	4	ISO 4017-M12x35
		12	ISO 4017-M20x60
Tuercas	Clase 8	4	ISO 4032-M12
		12	ISO 4032-M20
Arandelas	Dureza 200 HV	8	ISO 7089-12
		24	ISO 7089-20

6.4.4.5. TIPO VIII

1 - DETALLE



2 - DESCRIPCIÓN DE LOS COMPONENTES DE LA UNIÓN

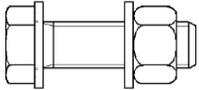
PERFILES

Pieza	Descripción	Geometría				Acero			
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f _y (MPa)	f _u (MPa)
Viga	IPE 400		400	180	13.5	8.6	S275 (EAE)	275.0	430.0
Viga	HE 140 A		133	140	8.5	5.5	S275 (EAE)	275.0	430.0

ELEMENTOS COMPLEMENTARIOS

Pieza	Geometría			Taladros		Acero			
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Placa		60	100	10	2	18	S275 (EAE)	275.0	430.0

ELEMENTOS DE TORNILLERÍA

Descripción	Geometría			Acero		
	Esquema	Diámetro	Longitud (mm)	Clase	f_y (MPa)	f_u (MPa)
M16 8.8		M16	16	8.8	640.0	800.0

CARGAS

Nombre	Elemento	N (kN)	Vy (kN)	Vz (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Mz (kN·m)
LE1	B1 ⁽¹⁾	- 38,7	0,0	- 1,0	0,0	1,5	0,0
LE2	B1 ⁽¹⁾	- 38,7	0,0	1,0	0,0	1,5	0,0

Nota:

(1) B1: se corresponde con la viga HEA 140

3 - COMPROBACIÓN

Se procede ahora a mostrar los resultados obtenidos por el programa IDEA StatiCa:

NOMBRE	VALOR	ESTADO
Análisis	100,0%	OK
Placas	1,3 < 5,0 %	OK

ANEJO I – CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA
ELIZABETH MARINA REY GARCÍA

Tornillos	93,1 < 100 %	OK
Soldaduras	99,1 < 100 %	OK
Pandeo	No calculado	

NOMBRE	ESPESOR	CARGAS	σ_{Ed} (MPa)	ϵ_{pl} (%)	σ_{cEd} (MPa)	ESTADO
B-bfl 1	13,5	LE1	64,7	0,0	0,0	OK
B-tfl 1	13,5	LE2	178,1	0,0	0,0	OK
B-w 1	8,6	LE1	262,3	0,2	0,0	OK
B1-bfl 1	8,5	LE2	34,0	0,0	0,0	OK
B1-tfl 1	8,5	LE1	7,3	0,0	0,0	OK
B1-w 1	5,5	LE1	264,6	1,3	24,8	OK
FP1	10,0	LE1	264,6	1,3	24,8	OK

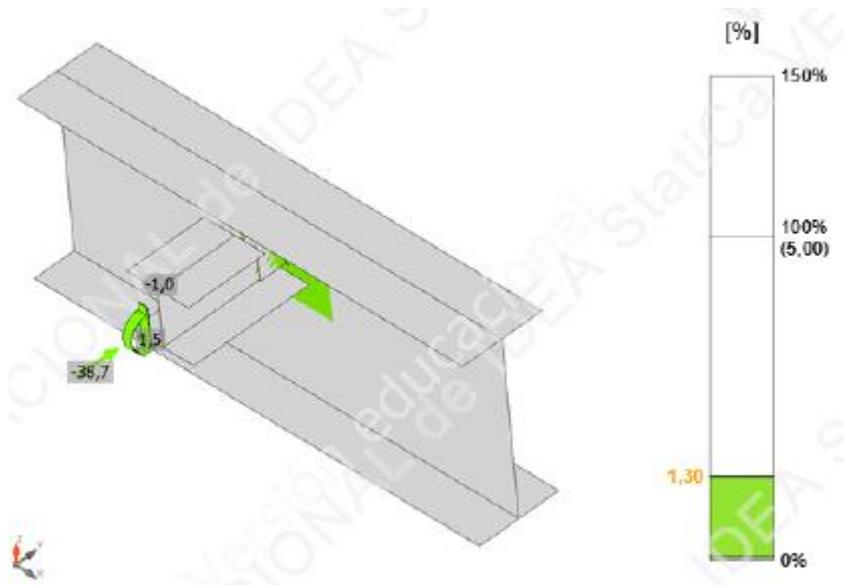
Dónde:

σ_{Ed} : Ecuación tensión

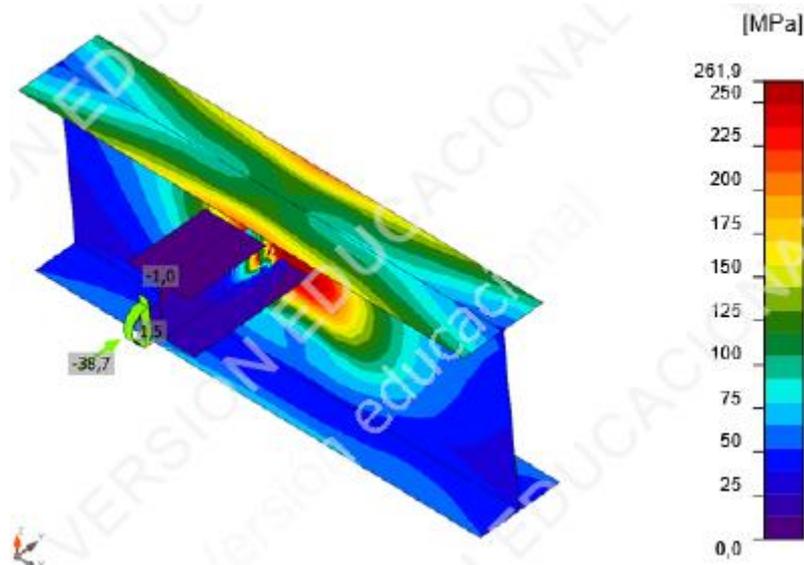
ϵ_{pl} : Deformación

σ_{cEd} : Tensiones de Contacto

Verificación de Deformación



Tensión Equivalente



	NOMBRE	CARGAS	$F_{t,Ed}$ (kN)	V (kN)	U_{t_t} (%)	$F_{b,Rd}$ (kN)	U_{t_s} (%)	$U_{t_{ts}}$ (%)	ESTADO
<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;"> 4 + 3 + </div>	B3	LE1	8,1	46,3	9,1	49,8	93,1	83,3	OK
	B4	LE2	2,6	7,7	2,9	23,0	33,2	14,8	OK

Dónde:

$F_{t,Ed}$: Fuerza de tracción

V: Resultante de las fuerzas Cortantes V_y y V_z en el tornillo.

U_{t_t} : Utilización a tracción

$F_{b,Rd}$: Resistencia al aplastamiento de la placa, según EN 1993 – 1 – 8 tabla 3.4

U_{t_s} : Utilización a cortante

A continuación se detallarán de forma resumida las comprobaciones. Si se necesita realizar una consulta del listado completo de las mismas, solicítese el documento completo a la autora de este proyecto.

RESULTADO DETALLADO PARA B3

Comprobación de la resistencia a tracción (EN 1993 – 1 – 8 Pestaña 3.4)

$$F_{t,Rd} = \frac{k_2 f_{ub} A_s}{\gamma_{M2}} = 90,4 \text{ kN} \geq F_t = 8,1 \text{ kN}$$

Dónde:

$k_2 = 0,90$

Factor

$f_{ub} = 800,0 \text{ MPa}$

Resistencia a tracción del tornillo

$A_s = 157 \text{ mm}^2$	Área de tensiones de tracción del tornillo
$\gamma_{M2} = 1,25$	Factor de seguridad

Comprobación de la resistencia a punzonamiento (EN 1993 – 1 – 8 Pestaña 3.4)

$$B_{p,Rd} = \frac{0,6d_m t_p f_u}{\gamma_{M2}} = 89,2 \text{ kN} \geq F_t = 8,1 \text{ kN}$$

Dónde:

$d_m = 25 \text{ mm}$	La media de las dimensiones a lo largo de los puntos y a lo largo de los planos de la cabeza del tornillo o la tuerca, cualquiera que sea menor
$t_p = 6 \text{ mm}$	Espesor
$f_u = 430,0 \text{ MPa}$	Resistencia última
$\gamma_{M2} = 1,25$	Factor de seguridad

Comprobación de la resistencia a cortante (EN 1993 – 1 – 8 Pestaña 3.4)

$$F_{v,Rd} = \frac{\beta_p \alpha_v f_{ub} A}{\gamma_{M2}} = 60,3 \text{ kN} \geq V = 46,3 \text{ kN}$$

Dónde:

$\beta_p = 1,00$	Factor reductor
$\alpha_v = 0,60$	Factor reductor
$f_{ub} = 800,0 \text{ MPa}$	Resistencia a tracción del tornillo
$A = 157 \text{ mm}^2$	Área de tensiones de tracción del tornillo
$\gamma_{M2} = 1,25$	Factor de seguridad

Comprobación de resistencia al aplastamiento (EN 1993 – 1 – 8 Pestaña 3.4)

$$F_{b,Rd} = \frac{k_1 \alpha_b f_u d t}{\gamma_{M2}} = 49,8 \text{ kN} \geq V = 46,3 \text{ kN}$$

Dónde:

$k_1 = \min\left(2'8 \frac{e_2}{d_0} - 1'7, 1'4 \frac{p_2}{d_0} - 1'7, 2'5\right) = 1,64$	Factor para la distancia hasta el borde y espaciado entre tornillos en dirección perpendicular a la dirección de transmisión de la carga EN 1993 – 1 – 8 – Tabla 3.4
$\alpha_b = \min\left(\frac{e_1}{3d_0}, \frac{p_1}{3d_0} - \frac{1}{4}, \frac{f_{ub}}{f_u}, 1\right) = 1,00$	Factor de consideración de la distancia al borde y separación entre tornillos en la dirección de la transferencia de carga
$e_2 = 33 \text{ mm}$	Distancia al borde de la placa perpendicular a la fuerza cortante
$p_2 = 43 \text{ mm}$	Distancia entre pernos perpendicular a la fuerza de corte

$d_0 = 18 \text{ mm}$	Diámetro del agujero del perno
$e_1 = 238 \text{ mm}$	Distancia al borde de la placa en la dirección de la fuerza cortante
$p_2 = \infty \text{ mm}$	Distancia entre pernos en la dirección de la fuerza de corte
$f_{ub} = 800,0 \text{ MPa}$	Resistencia a tracción del tornillo
$f_u = 430,0 \text{ MPa}$	Resistencia última
$d = 16 \text{ mm}$	Diámetro nominal del tornillo
$t = 6 \text{ mm}$	Espesor de la placa
$\gamma_{M2} = 1,25$	Factor de seguridad

Interacción entre tracción y cortante (EN 1993 – 1 – 8 Pestaña 3.4)

$$U_{tts} = \frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1,4F_{t,Rd}} = 83,3 \%$$

Utilización en tracción

$$U_{tt} = \frac{F_{t,Ed}}{\min(F_{t,Rd}; B_{p,Rd})} = 9,1 \%$$

Utilización a cortante

$$U_{ts} = \frac{V_{Ed}}{\min(F_{v,Rd}; F_{b,Rd})} = 93,1 \%$$

4 - MEDICIÓN

NOMBRE	PLACAS (mm)	FORMA	Nº	SOLDADURAS (mm)	LONGITUD (mm)	TORNILLOS	Nº
FP1	P10,0x60,0 – 100 (S275)		1	Doble tendón de soldadura: a = 4,5	100	M16 – 8.8	2

SOLDADURAS

Tipo	Ejecución	Espesor de Garganta (mm)	Longitud de Cordón (mm)
------	-----------	--------------------------	-------------------------

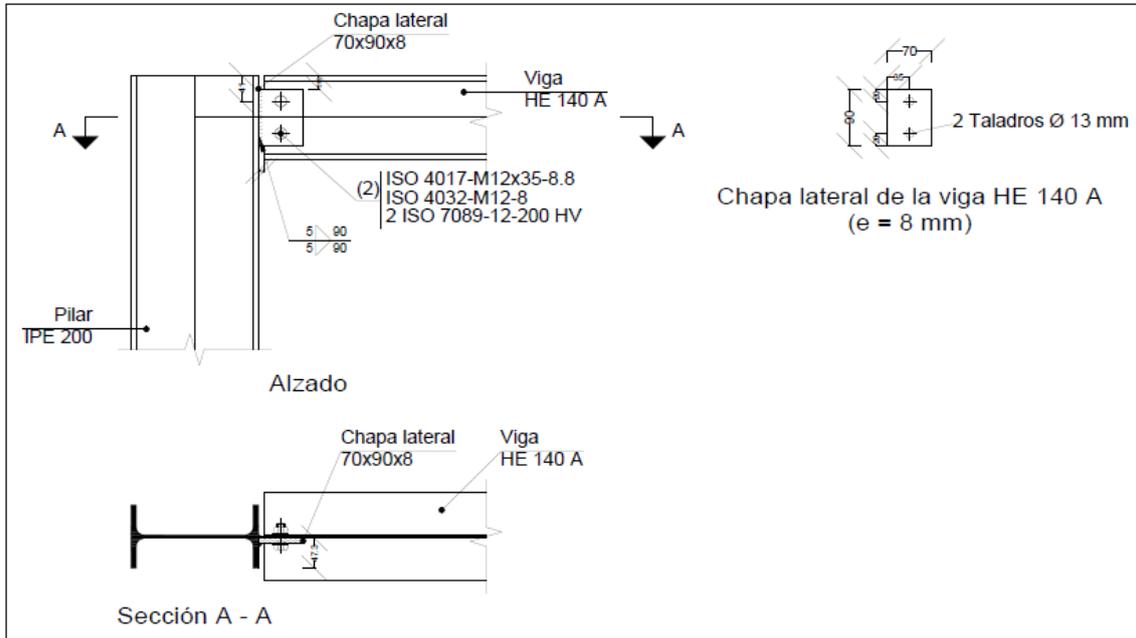
Doble tendón de soldadura	En taller	4,4	100
---------------------------	-----------	-----	-----

ELEMENTOS DE TORNILLERÍA

Tipo	Material	Cantidad	Descripción
Tornillos	Clase 8.8	2	M16 8.8

6.4.4.6. TIPO IX

1 - DETALLE

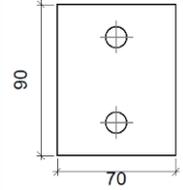


2 - DESCRIPCIÓN DE LOS COMPONENTES DE LA UNIÓN

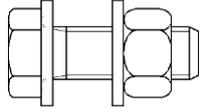
PERFILES

Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Pilar	IPE 200		200	100	8.5	5.6	S275 (EAE)	275.0	430.0
Viga	HE 140 A		133	140	8.5	5.5	S275 (EAE)	275.0	430.0

ELEMENTOS COMPLEMENTARIOS

Pieza	Geometría			Taladros		Acero			
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Chapa lateral: Viga HE 140 A		70	90	8	2	13	S275 (EAE)	275.0	430.0

ELEMENTOS DE TORNILLERÍA

Descripción	Geometría			Acero		
	Esquema	Diámetro	Longitud (mm)	Clase	f_y (MPa)	f_u (MPa)
ISO 4017-M12x35-8.8 ISO 4032-M12-8 2 ISO 7089-12-200 HV		M12	35	8.8	640.0	800.0

3 - COMPROBACIÓN

a. Viga HE 140 A

COMPROBACIONES DE RESISTENCIA

Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Chapa lateral	Interacción flexión - cortante	--	--	--	0.24
	Tensiones combinadas	--	--	--	11.97
	Pandeo local	N/mm ²	31.27	241.98	12.92
	Aplastamiento	kN	10.81	74.11	14.58
	Desgarro	kN	20.29	77.42	26.21
Alma	Aplastamiento	kN	10.81	56.76	19.04
	Desgarro	kN	20.29	100.36	20.22

CORDONES DE SOLDADURA

COMPROBACIONES GEOMÉTRICAS

Referencia	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Detalle de la soldadura de la chapa lateral.	En ángulo	5	90	8.0	90.00

a: Espesor garganta

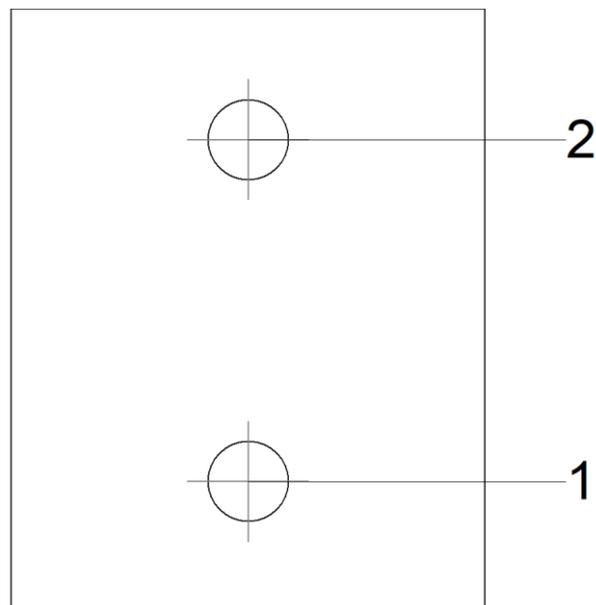
l: Longitud efectiva

t: Espesor de piezas

COMPROBACIÓN DE RESISTENCIA

Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Detalle de la soldadura de la chapa lateral.	15.9	15.9	1.1	31.9	7.88	15.9	5.14	430.0	0.85

COMPROBACIONES PARA LOS TORNILLOS



DISPOSICIÓN

Tornillo	Denominación	d ₀ (mm)	e ₁ (mm)	e ₂ (mm)	p ₁ (mm)	p ₂ (mm)	m (mm)
1	ISO 4017-M12x35-8.8	13.0	20	25	51	--	19.5
2	ISO 4017-M12x35-8.8	13.0	20	25	51	--	19.5

--: La comprobación no procede.

RESISTENCIA

Tornillo	Cortante			Tracción				Interacción tracción y cortante	Aprov. Máx. (%)	
	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)		
1	Sección transversal	9.630	32.371	29.75	Vástago	0.000	48.557	0.00	29.75	29.75
	Aplastamiento	9.630	73.980	13.02	Punzonamiento	0.000	67.814	0.00		
2	Sección transversal	10.806	32.371	33.38	Vástago	0.000	48.557	0.00	33.38	33.38
	Aplastamiento	10.806	74.107	14.58	Punzonamiento	0.000	67.814	0.00		

4 - MEDICIÓN

SOLDADURAS

f _u (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
430.0	En taller	En ángulo	5	180

CHAPAS

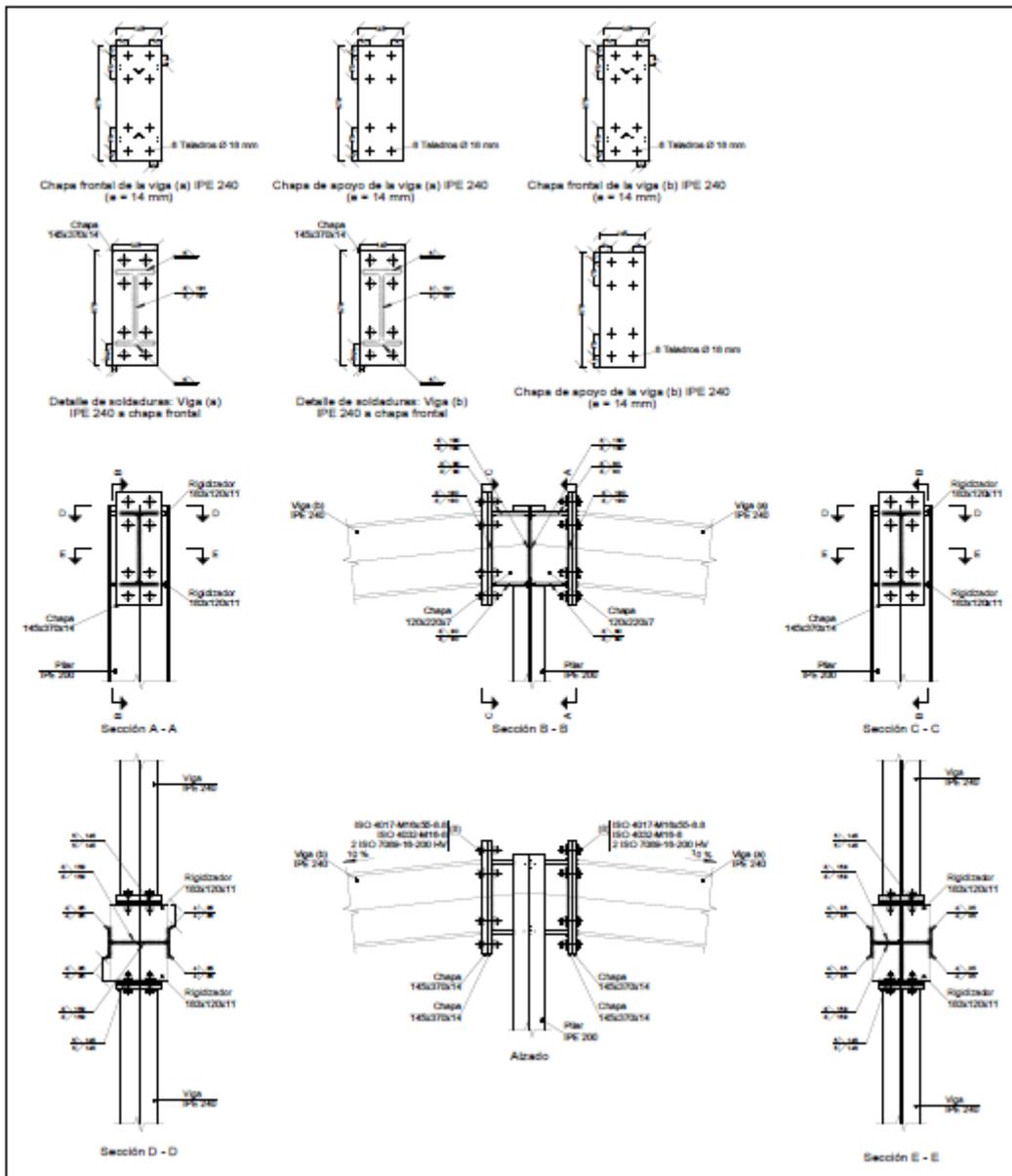
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275 (EAE)	Chapas	1	70x90x8	0.40
				Total

ELEMENTOS DE TORNILLERÍA

Tipo	Material	Cantidad	Descripción
Tornillos	Clase 8.8	2	ISO 4017-M12x35
Tuercas	Clase 8	2	ISO 4032-M12
Arandelas	Dureza 200 HV	4	ISO 7089-12

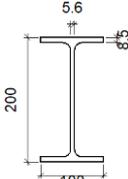
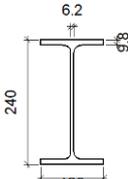
6.4.4.7. TIPO X

1 - DETALLE

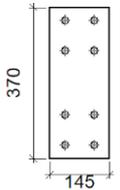
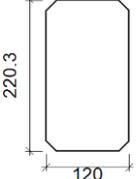


2 - DESCRIPCIÓN DE LOS COMPONENTES DE LA UNIÓN

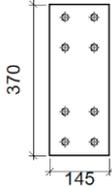
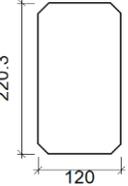
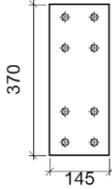
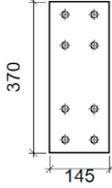
PERFILES

Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Pilar	IPE 200		200	100	8.5	5.6	S275 (EAE)	275.0	430.0
Viga	IPE 240		240	120	9.8	6.2	S275 (EAE)	275.0	430.0

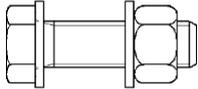
ELEMENTOS COMPLEMENTARIOS

Pieza	Geometría				Taladros		Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Rigidizador		183	120	11	-	-	S275 (EAE)	275.0	430.0
Chapa de apoyo de la viga Viga (a) IPE 240		145	370	14	8	18	S275 (EAE)	275.0	430.0
Chapa vertical de la viga Viga (a) IPE 240		120	220.3	7	-	-	S275 (EAE)	275.0	430.0

ELEMENTOS COMPLEMENTARIOS

Pieza	Geometría				Taladros		Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f _y (MPa)	f _u (MPa)
Chapa de apoyo de la viga Viga (b) IPE 240		145	370	14	8	18	S275 (EAE)	275.0	430.0
Chapa vertical de la viga Viga (b) IPE 240		120	220.3	7	-	-	S275 (EAE)	275.0	430.0
Chapa frontal: Viga (a) IPE 240		145	370	14	8	18	S275 (EAE)	275.0	430.0
Chapa frontal: Viga (b) IPE 240		145	370	14	8	18	S275 (EAE)	275.0	430.0

ELEMENTOS DE TORNILLERÍA

Descripción	Geometría			Acero		
	Esquema	Diámetro	Longitud (mm)	Clase	f _y (MPa)	f _u (MPa)
ISO 4017-M16x55-8.8 ISO 4032-M16-8 2 ISO 7089-16-200 HV		M16	55	8.8	640.0	800.0

3 - COMPROBACIÓN

a. Pilar IPE 200

COMPROBACIONES DE RESISTENCIA

Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)	
Panel	Esbeltez	--	--	--	51.23	
	Cortante	kN	10.86	152.42	7.13	
Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	215.06	261.90	82.11	
Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	254.70	261.90	97.25	
Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	215.06	261.90	82.11	
Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	254.71	261.90	97.25	
Chapa frontal [Viga (a) IPE 240]	Interacción flexión - cortante	--	--	--	0.00	
	Deformación admisible	mRad	--	2	0.00	
Chapa vertical [Viga (a) IPE 240]	Cortante	kN	41.98	95.26	44.06	
Chapa frontal [Viga (b) IPE 240]	Interacción flexión - cortante	--	--	--	0.00	
	Deformación admisible	mRad	--	2	0.00	
Chapa vertical [Viga (b) IPE 240]	Cortante	kN	41.98	95.26	44.06	
Ala	Desgarro	N/mm ²	164.83	261.90	62.93	
	Cortante	N/mm ²	174.06	261.90	66.46	
Viga (a) IPE 240	Rigidizadores	Tracción	kN	97.35	172.86	56.32
	Chapa de apoyo	Tracción por flexión	kN	128.01	132.23	96.80
	Chapa vertical	Tracción	kN	64.00	105.61	60.61
Viga (b) IPE 240	Rigidizadores	Tracción	kN	97.35	172.86	56.32

	Chapa de apoyo	Tracción por flexión	kN	128.01	132.23	96.80
	Chapa vertical	Tracción	kN	64.00	105.61	60.61

CORDONES DE SOLDADURA

COMPROBACIONES GEOMÉTRICAS

Referencia	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	4	35	8.5	90.00
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	3	159	5.6	90.00
Soldadura del rigidizador superior a la chapa frontal	En ángulo	5	145	11.0	90.00
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	4	35	8.5	90.00
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	3	159	5.6	90.00
Soldadura del rigidizador inferior a la chapa frontal	En ángulo	5	145	11.0	90.00
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	4	35	8.5	90.00
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	3	159	5.6	90.00
Soldadura del rigidizador superior a la chapa frontal	En ángulo	5	145	11.0	90.00
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	4	35	8.5	90.00
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	3	159	5.6	90.00
Soldadura del rigidizador inferior a la chapa frontal	En ángulo	5	145	11.0	90.00
Soldadura de la chapa vertical al alma	En ángulo	3	190	5.6	90.00

COMPROBACIONES GEOMÉTRICAS

Referencia	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura de la chapa vertical a la chapa frontal	En ángulo	3	190	7.0	90.00
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador superior	En ángulo	3	90	7.0	90.00
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador inferior	En ángulo	3	90	7.0	90.00
Soldadura de la chapa vertical al alma	En ángulo	3	190	5.6	90.00
Soldadura de la chapa vertical a la chapa frontal	En ángulo	3	190	7.0	90.00
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador superior	En ángulo	3	90	7.0	90.00
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador inferior	En ángulo	3	90	7.0	90.00

a: Espesor garganta

l: Longitud efectiva

t: Espesor de piezas

COMPROBACIÓN DE RESISTENCIA

Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm ²)	β _w
	σ _⊥ (N/mm ²)	τ _⊥ (N/mm ²)	τ _∥ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del rigidizador superior a las alas	0.0	0.0	170.7	295.7	73.07	0.0	0.00	430.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	6.4	11.1	2.75	0.0	0.00	430.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior a la chapa frontal	19.3	19.3	2.3	38.8	9.58	19.3	6.23	430.0	0.85

COMPROBACIÓN DE RESISTENCIA

Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	0.0	0.0	202.2	350.2	86.54	0.0	0.00	430.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	7.0	12.2	3.01	0.0	0.00	430.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a la chapa frontal	32.8	32.8	4.7	66.1	16.34	32.8	10.60	430.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior a las alas	0.0	0.0	170.7	295.7	73.07	0.0	0.00	430.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	6.4	11.1	2.75	0.0	0.00	430.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior a la chapa frontal	19.3	19.3	2.3	38.8	9.58	19.3	6.23	430.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	0.0	0.0	202.2	350.2	86.54	0.0	0.00	430.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	7.0	12.2	3.01	0.0	0.00	430.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a la chapa frontal	32.8	32.8	4.7	66.1	16.34	32.8	10.60	430.0	0.85

COMPROBACIÓN DE RESISTENCIA

Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura de la chapa vertical al alma	0.0	0.0	11.1	19.2	4.75	0.0	0.00	430.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical a la chapa frontal	0.0	0.0	11.1	19.2	4.75	0.0	0.00	430.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador superior	0.0	0.0	72.4	125.4	30.98	0.0	0.00	430.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador inferior	0.0	0.0	77.7	134.6	33.27	0.0	0.00	430.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al alma	0.0	0.0	10.6	18.4	4.54	0.0	0.00	430.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical a la chapa frontal	0.0	0.0	10.6	18.4	4.54	0.0	0.00	430.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador superior	0.0	0.0	72.4	125.4	30.98	0.0	0.00	430.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador inferior	0.0	0.0	77.7	134.6	33.27	0.0	0.00	430.0	0.85

b. Viga (a) IPE 240

COMPROBACIONES DE RESISTENCIA

Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Chapa frontal	Tracción por flexión	kN	128.01	129.47	98.87
Ala	Compresión	kN	87.28	153.74	56.77
	Tracción	kN	97.09	154.00	63.04
Alma	Tracción	kN	61.84	125.11	49.43

COMPROBACIONES GEOMÉTRICAS

Referencia	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del ala superior	En ángulo	5	120	9.8	84.29
Soldadura del alma	En ángulo	3	191	6.2	90.00
Soldadura del ala inferior	En ángulo	5	120	9.8	84.29

a: Espesor garganta

l: Longitud efectiva

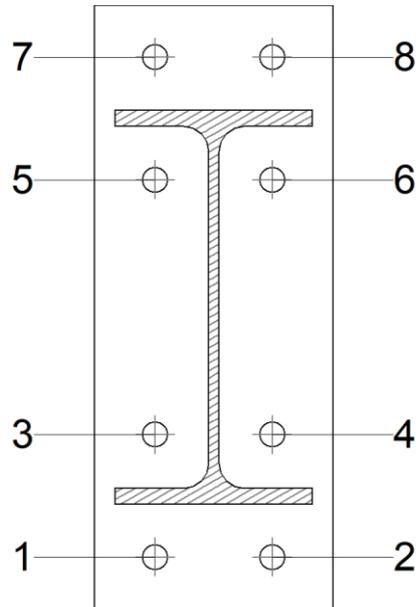
t: Espesor de piezas

CORDONES DE SOLDADURA

COMPROBACIÓN DE RESISTENCIA

Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	170.1	188.0	1.3	367.4	90.77	186.7	60.30	430.0	0.85
Soldadura del alma	122.9	122.9	0.0	245.9	60.76	123.0	39.71	430.0	0.85
Soldadura del ala inferior	171.5	189.5	5.6	370.4	91.52	191.5	61.87	430.0	0.85

COMPROBACIONES PARA LOS TORNILLOS



DISPOSICIÓN

Tornillo	Denominación	d_0 (mm)	e_1 (mm)	e_2 (mm)	p_1 (mm)	p_2 (mm)	m (mm)
1	ISO 4017-M16x55-8.8	18.0	32	37	75	71	31.8
2	ISO 4017-M16x55-8.8	18.0	32	37	75	71	31.8
3	ISO 4017-M16x55-8.8	18.0	--	37	75	71	32.0
4	ISO 4017-M16x55-8.8	18.0	--	37	75	71	32.0
5	ISO 4017-M16x55-8.8	18.0	--	37	75	71	32.0
6	ISO 4017-M16x55-8.8	18.0	--	37	75	71	32.0
7	ISO 4017-M16x55-8.8	18.0	32	37	75	71	31.8
8	ISO 4017-M16x55-8.8	18.0	32	37	75	71	31.8

--: La comprobación no procede.

RESISTENCIA

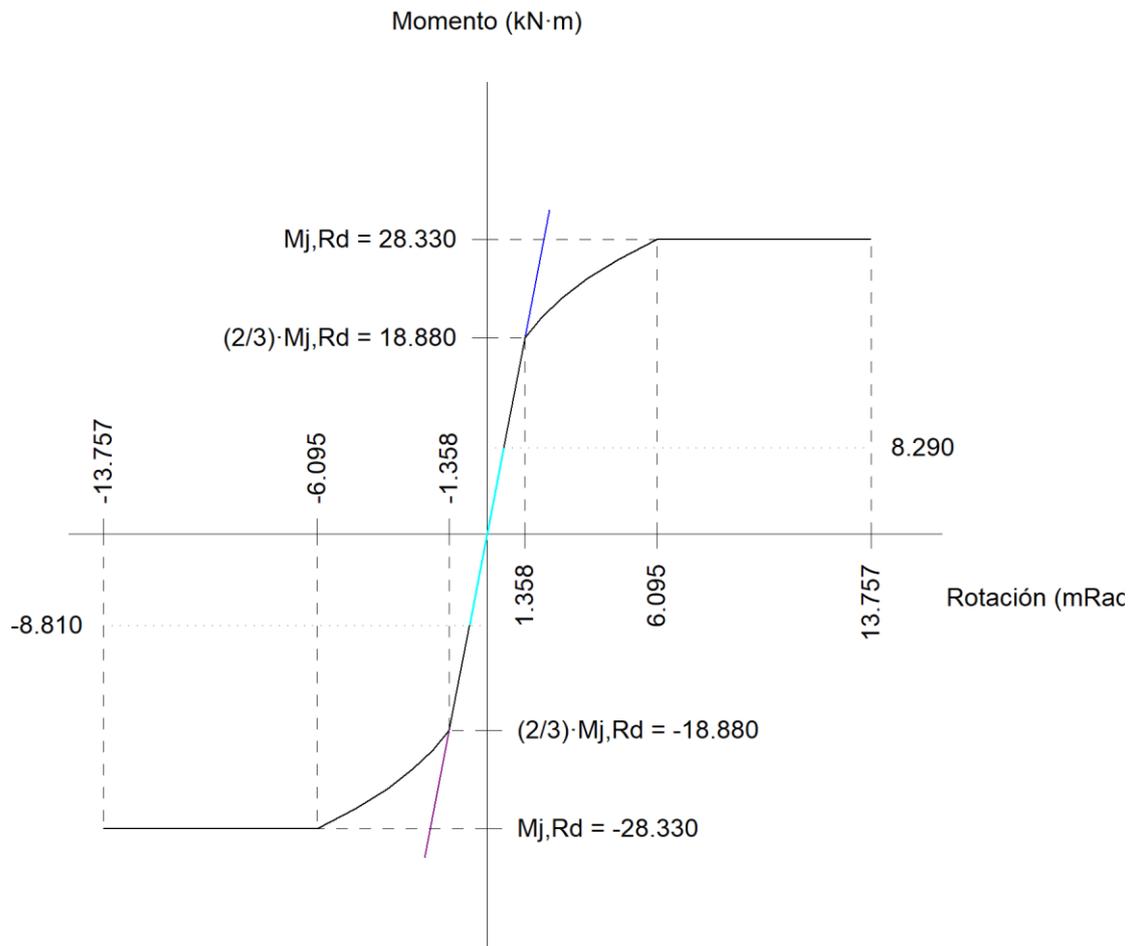
Tornillo	Cortante				Tracción				Interacción tracción y cortante	Aprov. Máx. (%)
	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Aprov. (%)	
1	Sección transversal	10.846	60.288	17.99	Vástago	89.406	90.432	98.87	70.62	98.87
	Aplastamiento	10.846	113.536	9.55	Punzonamiento	89.406	230.353	38.81		
2	Sección transversal	10.846	60.288	17.99	Vástago	89.406	90.432	98.87	70.62	98.87
	Aplastamiento	10.846	113.536	9.55	Punzonamiento	89.406	230.353	38.81		
3	Sección transversal	10.846	60.288	17.99	Vástago	67.217	90.432	74.33	53.09	74.33
	Aplastamiento	10.003	131.994	7.58	Punzonamiento	67.217	230.353	29.18		
4	Sección transversal	10.846	60.288	17.99	Vástago	67.217	90.432	74.33	53.09	74.33
	Aplastamiento	10.003	131.994	7.58	Punzonamiento	67.217	230.353	29.18		
5	Sección transversal	10.846	60.288	17.99	Vástago	68.071	90.432	75.27	53.77	75.27
	Aplastamiento	10.003	131.994	7.58	Punzonamiento	68.071	230.353	29.55		
6	Sección transversal	10.846	60.288	17.99	Vástago	68.071	90.432	75.27	53.77	75.27
	Aplastamiento	10.003	131.994	7.58	Punzonamiento	68.071	230.353	29.55		
7	Sección transversal	10.846	60.288	17.99	Vástago	89.406	90.432	98.87	70.62	98.87

RESISTENCIA

Tornillo	Cortante			Tracción				Interacción tracción y cortante	Aprov. Máx. (%)	
	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)		Aprov. (%)
	Aplastamiento	10.846	113.536	9.55	Punzonamiento	89.406	230.353	38.81		
8	Sección transversal	10.846	60.288	17.99	Vástago	89.406	90.432	98.87	70.62	98.87
	Aplastamiento	10.846	113.536	9.55	Punzonamiento	89.406	230.353	38.81		

RIGIDEZ ROTACIONAL INICIAL	PLANO XY (kN-m/rad)	PLANO XZ (kN-m/rad)
Calculada para momentos positivos	4154.28	13892.23
Calculada para momentos negativos	4154.28	13892.23

COMPORTAMIENTO DE LA UNIÓN PARA FLEXIÓN SIMPLE EN EL PLANO XZ



- Momento-rotación
- Momento-rotación en todas las combinaciones
- Recta de pendiente igual a la rigidez rotacional inicial para M(+) (13892.23 kN·m/rad)
- Recta de pendiente igual a la rigidez rotacional inicial para M(-) (13892.23 kN·m/rad)

COMPROBACIÓN	UNIDADES	PÉSIMO	RESISTENTE	APROV. (%)
Relación entre modos 1 y 3	--	1.78	1.80	99.07
Momento resistente	kN·m	8.81	28.33	31.10
Capacidad de rotación	mRad	46.101	667	6.92

c. Viga (b) IPE 240

COMPROBACIONES DE RESISTENCIA

Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Chapa frontal	Tracción por flexión	kN	128.01	129.47	98.87
Ala	Compresión	kN	87.28	153.74	56.77
	Tracción	kN	97.09	154.00	63.04
Alma	Tracción	kN	61.84	125.11	49.43

CORDONES DE SOLDADURA

COMPROBACIONES GEOMÉTRICAS

Referencia	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del ala superior	En ángulo	5	120	9.8	84.29
Soldadura del alma	En ángulo	3	191	6.2	90.00
Soldadura del ala inferior	En ángulo	5	120	9.8	84.29

a: Espesor garganta

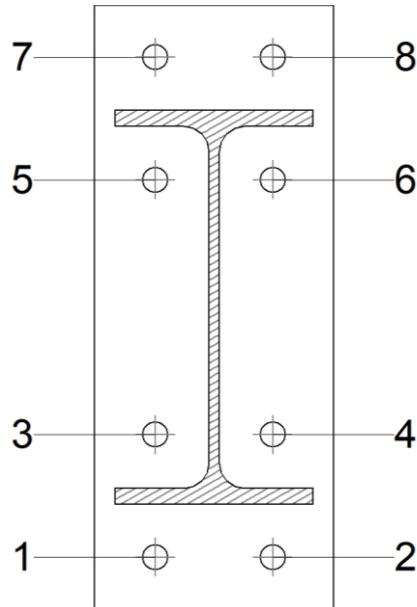
l: Longitud efectiva

t: Espesor de piezas

COMPROBACIÓN DE RESISTENCIA

Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	170.1	188.0	1.3	367.4	90.77	186.7	60.30	430.0	0.85
Soldadura del alma	122.9	122.9	0.0	245.9	60.76	123.0	39.71	430.0	0.85
Soldadura del ala inferior	171.5	189.5	5.6	370.4	91.52	191.5	61.87	430.0	0.85

COMPROBACIONES PARA LOS TORNILLOS



DISPOSICIÓN

Tornillo	Denominación	d_0 (mm)	e_1 (mm)	e_2 (mm)	p_1 (mm)	p_2 (mm)	m (mm)
1	ISO 4017-M16x55-8.8	18.0	32	37	75	71	31.8
2	ISO 4017-M16x55-8.8	18.0	32	37	75	71	31.8
3	ISO 4017-M16x55-8.8	18.0	--	37	75	71	32.0
4	ISO 4017-M16x55-8.8	18.0	--	37	75	71	32.0
5	ISO 4017-M16x55-8.8	18.0	--	37	75	71	32.0
6	ISO 4017-M16x55-8.8	18.0	--	37	75	71	32.0
7	ISO 4017-M16x55-8.8	18.0	32	37	75	71	31.8
8	ISO 4017-M16x55-8.8	18.0	32	37	75	71	31.8

--: La comprobación no procede.

RESISTENCIA

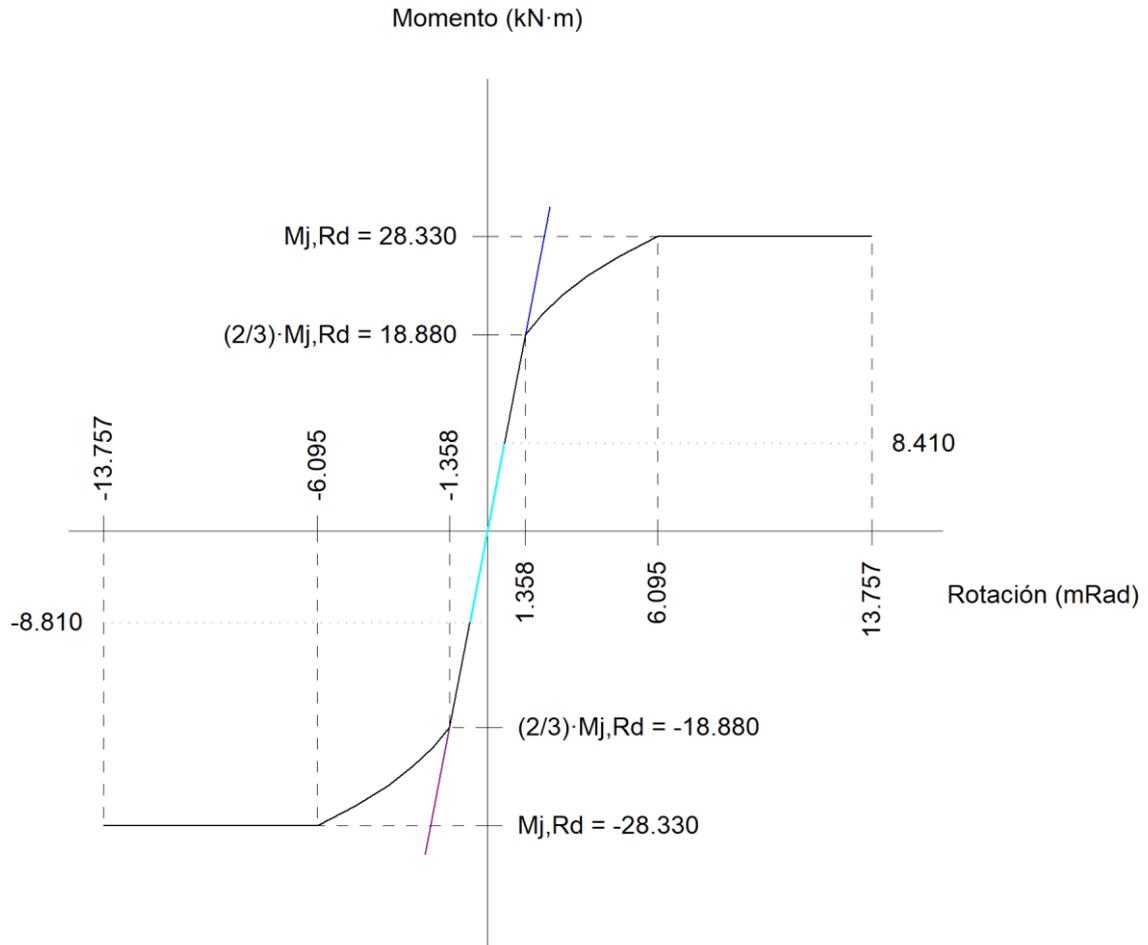
Tornillo	Cortante				Tracción				Interacción tracción y cortante	Aprov. Máx. (%)
	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Aprov. (%)	
1	Sección transversal	10.846	60.288	17.99	Vástago	89.406	90.432	98.87	70.62	98.87
	Aplastamiento	10.846	113.536	9.55	Punzonamiento	89.406	230.353	38.81		
2	Sección transversal	10.846	60.288	17.99	Vástago	89.406	90.432	98.87	70.62	98.87
	Aplastamiento	10.846	113.536	9.55	Punzonamiento	89.406	230.353	38.81		
3	Sección transversal	10.846	60.288	17.99	Vástago	67.217	90.432	74.33	53.09	74.33
	Aplastamiento	10.003	131.994	7.58	Punzonamiento	67.217	230.353	29.18		
4	Sección transversal	10.846	60.288	17.99	Vástago	67.217	90.432	74.33	53.09	74.33
	Aplastamiento	10.003	131.994	7.58	Punzonamiento	67.217	230.353	29.18		
5	Sección transversal	10.846	60.288	17.99	Vástago	68.071	90.432	75.27	53.77	75.27
	Aplastamiento	10.003	131.994	7.58	Punzonamiento	68.071	230.353	29.55		
6	Sección transversal	10.846	60.288	17.99	Vástago	68.071	90.432	75.27	53.77	75.27
	Aplastamiento	10.003	131.994	7.58	Punzonamiento	68.071	230.353	29.55		
7	Sección transversal	10.846	60.288	17.99	Vástago	89.406	90.432	98.87	70.62	98.87
	Aplastamiento	10.846	113.536	9.55	Punzonamiento	89.406	230.353	38.81		

RESISTENCIA

Tornillo	Cortante			Tracción				Interacción tracción y cortante	Aprov. Máx. (%)	
	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)		
8	Sección transversal	10.846	60.288	17.99	Vástago	89.406	90.432	98.87	70.62	98.87
	Aplastamiento	10.846	113.536	9.55	Punzonamiento	89.406	230.353	38.81		

RIGIDEZ ROTACIONAL INICIAL	PLANO XY (kN·m/rad)	PLANO XZ (kN·m/rad)
Calculada para momentos positivos	4154.28	13892.23
Calculada para momentos negativos	4154.28	13892.23

COMPORTAMIENTO DE LA UNIÓN PARA FLEXIÓN SIMPLE EN EL PLANO XZ



- Momento-rotación
- Momento-rotación en todas las combinaciones
- Recta de pendiente igual a la rigidez rotacional inicial para M(+) (13892.23 kN·m/rad)
- Recta de pendiente igual a la rigidez rotacional inicial para M(-) (13892.23 kN·m/rad)

COMPROBACIÓN	UNIDADES	PÉSIMO	RESISTENTE	APROV. (%)
Relación entre modos 1 y 3	--	1.78	1.80	99.07
Momento resistente	kN·m	8.81	28.33	31.10
Capacidad de rotación	mRad	46.102	667	6.92

4 - MEDICIÓN

SOLDADURAS

f_u (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
430.0	En taller	En ángulo	3	4280
			4	563
			5	2054

CHAPAS

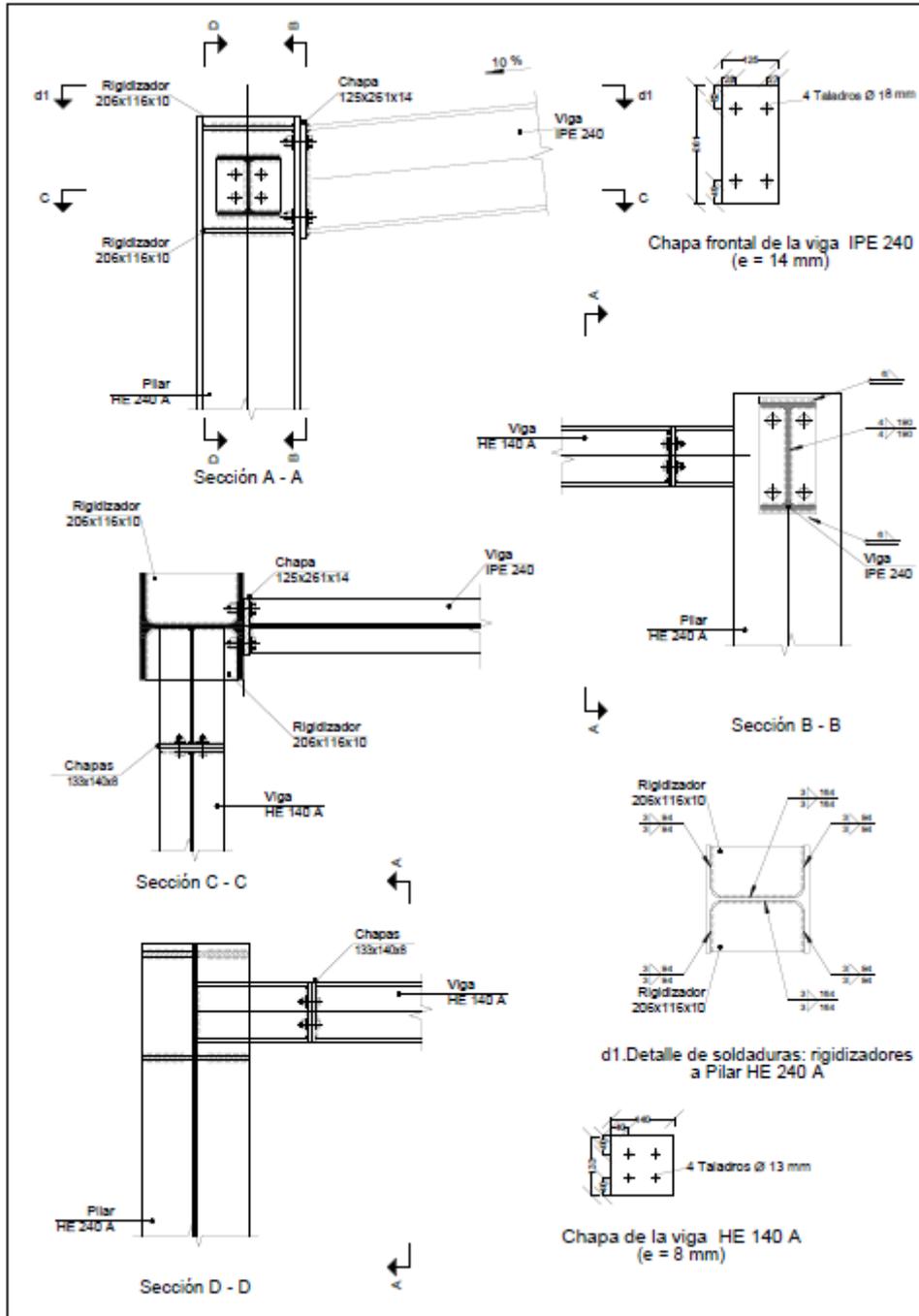
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275 (EAE)	Rigidizadores	4	183x120x11	7.58
	Chapas	2	120x220x7	2.91
		4	145x370x14	23.58
	Total			

ELEMENTOS DE TORNILLERÍA

Tipo	Material	Cantidad	Descripción
Tornillos	Clase 8.8	16	ISO 4017-M16x55
Tuercas	Clase 8	16	ISO 4032-M16
Arandelas	Dureza 200 HV	32	ISO 7089-16

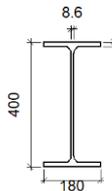
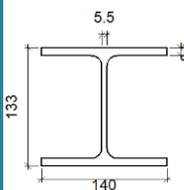
6.4.4.8. TIPO XI

1 - DETALLE

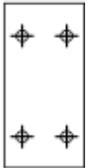
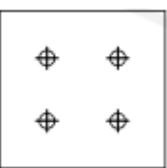


2 - DESCRIPCIÓN DE LOS COMPONENTES DE LA UNIÓN

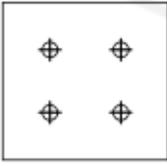
PERFILES

Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Pilar	HE 240 A			240	12	8	S275 (EAE)	275.0	430.0
Viga	IPE 400		400	180	13.5	8.6	S275 (EAE)	275.0	430.0
Viga	HE 140 A		133	140	8.5	5.5	S275 (EAE)	275.0	430.0

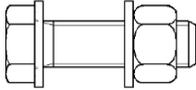
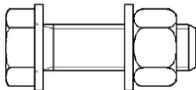
ELEMENTOS COMPLEMENTARIOS

Pieza	Geometría				Taladros		Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Placa		125	260	14	4	18	S275 (EAE)	275.0	430.0
Rigidizador		116,3	206,0	10	-	-	S275 (EAE)	275.0	430.0
Placa		140	133	8	4	13	S275 (EAE)	275.0	430.0

ELEMENTOS COMPLEMENTARIOS

Pieza	Geometría			Taladros		Acero			
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Placa		140	133	8	-	-	S275 (EAE)	275.0	430.0

ELEMENTOS DE TORNILLERÍA

Descripción	Geometría			Acero		
	Esquema	Diámetro	Longitud (mm)	Clase	f_y (MPa)	f_u (MPa)
M16 8.8		M16	16	8.8	640,0	800,0
M12 8.8		M12	26	8.8	640,0	800,0

CARGAS

Nombre	Elemento	N (kN)	Vy (kN)	Vz (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Mz (kN·m)
LE1	B ⁽¹⁾	- 24,3	0,9	17,9	- 1,8	- 18,0	2,8
	M3 ⁽²⁾	- 45,9	0,0	1,0	0,0	1,5	0,0
LE2	B ⁽¹⁾	- 24,3	0,9	17,9	- 1,8	- 18,0	2,8
	M3 ⁽²⁾	- 45,9	0,0	- 1,0	0,0	1,5	0,0
LE3	B ⁽¹⁾	15,1	0,9	17,9	- 1,8	- 18,0	2,8
	M3 ⁽²⁾	- 45,9	0,0	1,0	0,0	1,5	0,0
LE4	B ⁽¹⁾	- 24,3	- 0,8	17,9	- 1,8	- 18,0	2,8

	M3 ⁽²⁾	- 45,9	0,0	1,0	0,0	1,5	0,0
LE5	B ⁽¹⁾	15,1	- 0,8	17,9	- 1,8	- 18,0	2,8
	M3 ⁽²⁾	- 45,9	0,0	1,0	0,0	1,5	0,0
LE6	B ⁽¹⁾	- 24,3	0,9	17,9	- 1,8	- 18,0	- 2,8
	M3 ⁽²⁾	8,3	0,0	1,0	0,0	1,5	0,0
LE7	B ⁽¹⁾	- 24,3	0,9	17,9	- 1,8	- 18,0	2,8
	M3 ⁽²⁾	8,3	0,0	- 1,0	0,0	1,5	0,0

Nota:

(1) B: se corresponde con la viga IPE 240

(2) M3: se corresponde con la viga HEA 140

3 - COMPROBACIÓN

Se procede ahora a mostrar los resultados obtenidos por el programa IDEA StatiCa:

NOMBRE	VALOR	ESTADO
Análisis	100,0%	OK
Placas	0,1 < 5,0 %	OK
Tornillos	62,8 < 100 %	OK
Soldaduras	98,1 < 100 %	OK
Pandeo	No calculado	

NOMBRE	ESPESOR	CARGAS	σ_{Ed} (MPa)	ε_{Pl} (%)	σ_{cEd} (MPa)	ESTADO
C-bfl 1	12,0	LE3	252,2	0,0	34,0	OK
C-tfl 1	12,0	LE7	103,8	0,0	0,0	OK
C-w 1	7,5	LE2	188,8	0,0	0,0	OK
B-bfl 1	9,8	LE3	234,5	0,0	0,0	OK
B-tfl 1	9,8	LE5	229,4	0,0	0,0	OK
B-w 1	6,2	LE3	161,3	0,0	0,0	OK
M3-bfl 1	8,5	LE1	43,7	0,0	0,0	OK
M3-tfl 1	8,5	LE1	34,1	0,0	0,0	OK
M3-w 1	5,5	LE4	84,3	0,0	0,0	OK

ANEJO I – CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA
ELIZABETH MARINA REY GARCÍA

SAL1-bfl 1	8,5	LE2	200,5	0,0	0,0	OK
SAL1-tfl 1	8,5	LE7	147,8	0,0	0,0	OK
SAL1-w 1	5,5	LE2	92,3	0,0	0,0	OK
EP2	14,0	LE3	262,0	0,1	69,6	OK
STIFF2a	10,0	LE3	154,3	0,0	0,0	OK
STIFF2b	10,0	LE1	156,4	0,0	0,0	OK
STIFF2c	10,0	LE6	109,4	0,0	0,0	OK
STIFF2d	10,0	LE5	180,6	0,0	0,0	OK
SAL1-EPa	8,0	LE6	227,9	0,0	47,2	OK
SAL1-EPb	8,0	LE6	224,1	0,0	47,2	OK

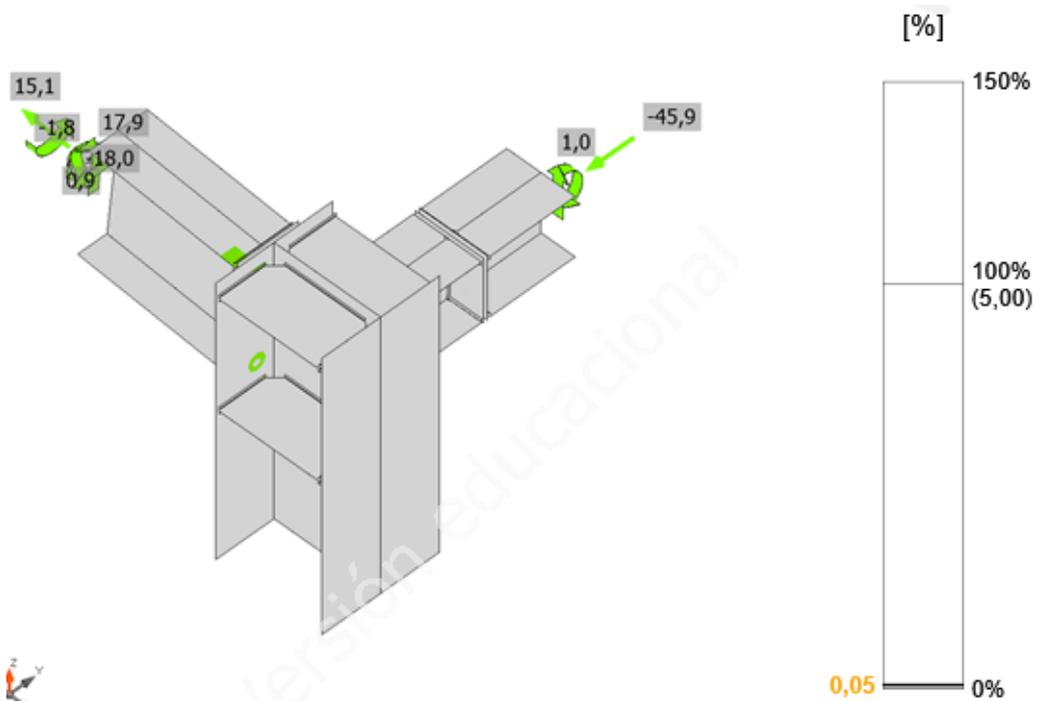
Dónde:

σ_{Ed} : Ecuación tensión

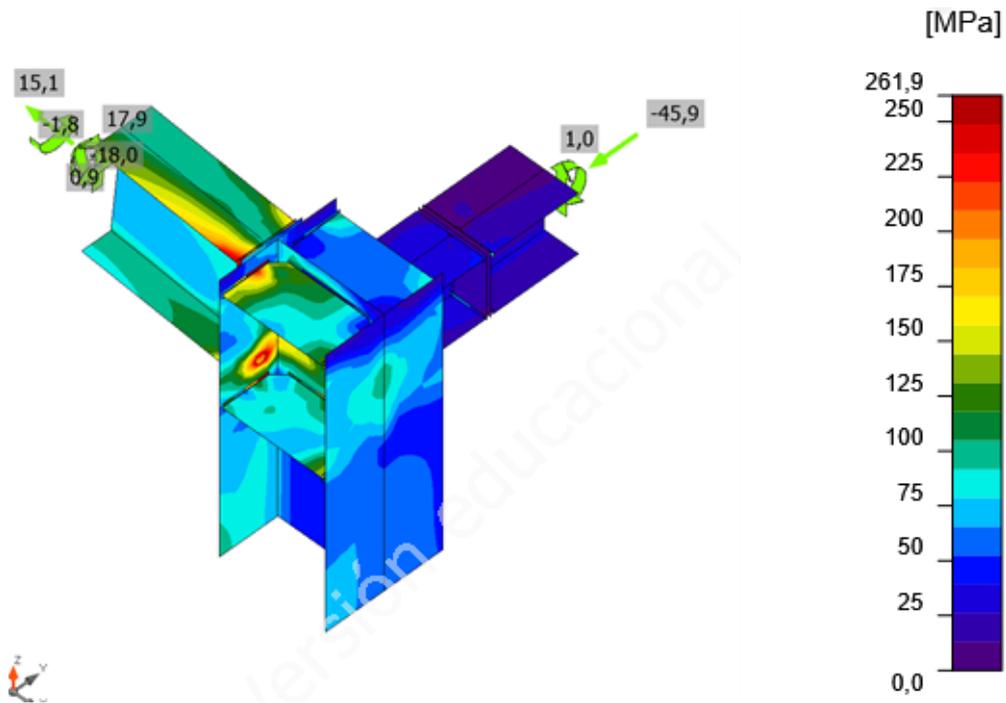
ϵ_{pl} : Deformación

σ_{cEd} : Tensiones de Contacto

Verificación de Deformación



Tensión Equivalente



	NOMBRE	CARGAS	$F_{t,Ed}$ (kN)	V (kN)	Ut_t (%)	$F_{b,Rd}$ (kN)	Ut_s (%)	Ut_{ts} (%)	ESTADO
	B7	LE3	8,8	4,3	4,9	4,8	165,1	8,1	OK
	B8	LE5	4,4	9,5	9,7	10,5	118,7	16,1	OK
	B9	LE3	40,1	56,8	4,5	62,8	98,1	7,4	OK
	B10	LE5	56,9	40,3	10,4	44,6	165,1	17,2	OK
	B11	LE6	13,8	18,0	0,2	37,1	82,6	0,6	OK
	B12	LE6	18,0	13,8	0,3	28,5	82,6	1,0	OK
	B13	LE6	4,0	3,9	0,2	8,0	82,6	0,6	OK
	B14	LE6	3,9	4,0	0,3	8,3	82,6	1,0	OK

Dónde:

$F_{t,Ed}$: Fuerza de tracción

V : Resultante de las fuerzas Cortantes V_y y V_z en el tornillo.

U_{t_t} : Utilización a tracción

$F_{b,Rd}$: Resistencia al aplastamiento de la placa, según EN 1993 – 1 – 8 tabla 3.4

U_{t_s} : Utilización a cortante

A continuación se detallarán de forma resumida las comprobaciones. Si se necesita realizar una consulta del listado completo de las mismas, solicítese el documento completo a la autora de este proyecto.

RESULTADO DETALLADO PARA B4

Comprobación de la resistencia a tracción (EN 1993 – 1 – 8 Pestaña 3.4)

$$F_{t,Rd} = \frac{k_2 f_{ub} A_s}{\gamma_{M2}} = 90,4 \text{ kN} \geq F_t = 56,8 \text{ kN}$$

Dónde:

$$k_2 = 0,90$$

Factor

$$f_{ub} = 800,0 \text{ MPa}$$

Resistencia a tracción del tornillo

$$A_s = 157 \text{ mm}^2$$

Área de tensiones de tracción del tornillo

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

Factor de seguridad

Comprobación de la resistencia a punzonamiento (EN 1993 – 1 – 8 Pestaña 3.4)

$$B_{p,Rd} = \frac{0,6 d_m t_p f_u}{\gamma_{M2}} = 194,5 \text{ kN} \geq F_t = 56,8 \text{ kN}$$

Dónde:

$$d_m = 25 \text{ mm}$$

La media de las dimensiones a lo largo de los puntos y a lo largo de los planos de la cabeza del tornillo o la tuerca, cualquiera que sea menor

$$t_p = 12 \text{ mm}$$

Espesor

$$f_u = 430,0 \text{ MPa}$$

Resistencia última

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

Factor de seguridad

Comprobación de la resistencia a cortante (EN 1993 – 1 – 8 Pestaña 3.4)

$$F_{v,Rd} = \frac{\beta_P \alpha_v f_{ub} A}{\gamma_{M2}} = 60,3 \text{ kN} \geq V = 4,5 \text{ kN}$$

Dónde:

$$\beta_P = 1,00$$

Factor reductor

$$\alpha_v = 0,60$$

Factor reductor

$$f_{ub} = 800,0 \text{ MPa}$$

Resistencia a tracción del tornillo

$A = 157 \text{ mm}^2$	Área de tensiones de tracción del tornillo
$\gamma_{M2} = 1,25$	Factor de seguridad

Comprobación de resistencia al aplastamiento (EN 1993 – 1 – 8 Pestaña 3.4)

$$F_{b,Rd} = \frac{k_1 \alpha_b f_u d t}{\gamma_{M2}} = 98,1 \text{ kN} \geq V = 4,5 \text{ kN}$$

Dónde:

$k_1 = \min\left(2'8 \frac{e_2}{d_0} - 1'7, 1'4 \frac{p_2}{d_0} - 1'7, 2'5\right) = 2,50$	Factor para la distancia hasta el borde y espaciado entre tornillos en dirección perpendicular a la dirección de transmisión de la carga EN 1993 – 1 – 8 – Tabla 3.4
$\alpha_b = \min\left(\frac{e_1}{3d_0}, \frac{p_1}{3d_0} - \frac{1}{4}, \frac{f_{ub}}{f_u}, 1\right) = 0,51$	Factor de consideración de la distancia al borde y separación entre tornillos en la dirección de la transferencia de carga
$e_2 = 29 \text{ mm}$	Distancia al borde de la placa perpendicular a la fuerza cortante
$p_2 = \infty \text{ mm}$	Distancia entre pernos perpendicular a la fuerza de corte
$d_0 = 18 \text{ mm}$	Diámetro del agujero del perno
$e_1 = 27 \text{ mm}$	Distancia al borde de la placa en la dirección de la fuerza cortante
$p_1 = \infty \text{ mm}$	Distancia entre pernos en la dirección de la fuerza de corte
$f_{ub} = 800,0 \text{ MPa}$	Resistencia a tracción del tornillo
$f_u = 430,0 \text{ MPa}$	Resistencia última
$d = 16 \text{ mm}$	Diámetro nominal del tornillo
$t = 14 \text{ mm}$	Espesor de la placa
$\gamma_{M2} = 1,25$	Factor de seguridad

Interacción entre tracción y cortante (EN 1993 – 1 – 8 Pestaña 3.4)

$$U_{tts} = \frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1,4F_{t,Rd}} = 52,2 \%$$

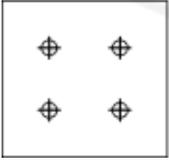
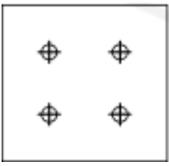
Utilización en tracción

$$U_{tt} = \frac{F_{t,Ed}}{\min(F_{t,Rd}; B_{p,Rd})} = 62,8 \%$$

Utilización a cortante

$$U_{ts} = \frac{V_{Ed}}{\min(F_{v,Rd}; F_{b,Rd})} = 7,4 \%$$

4 - MEDICIÓN

NOMBRE	PLACAS (mm)	FORMA	Nº	SOLDADURAS (mm)	LONGITUD (mm)	TORNILLOS	Nº
FP1	P14,0x125,0 – 261,2 (S275)		1	Doble tendón de soldadura: a = 4,0 a = 6,0	240,0 231,0	M16 – 8.8	4
STIFF2	P10,0x116,3 – 206,0 (S275)		4	Doble tendón de soldadura: a = 3,0	1418,0	–	–
SAL1	P8,0x140,0 – 133,0 (S275)		1	Tendón de soldadura: a = 4,0 a = 4,0 Doble tendón de soldadura: a = 4,0	280,0 280,0 249,0	M12 – 8.8	4
	P8,0x140,0 – 133,0 (S275)		1	–	–	–	–

SOLDADURAS

Tipo	Ejecución	Espesor de Garganta (mm)	Longitud de Cordón (mm)
Doble tendón de soldadura	En lugar de montaje	6,0	240,0
Doble tendón de soldadura	En lugar de montaje	4,0	884,8
Doble tendón de soldadura	En lugar de montaje	3,0	1418,0

ANEJO I – CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA
ELIZABETH MARINA REY GARCÍA

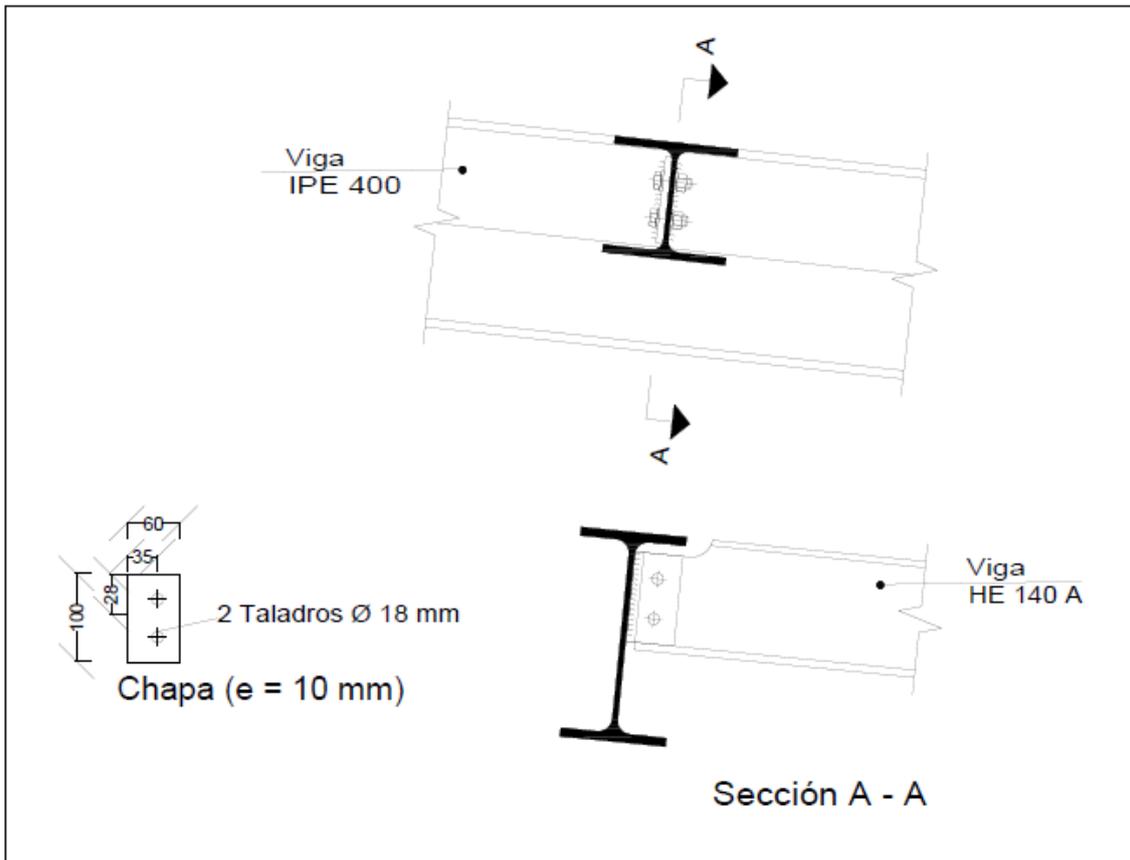
Tendón de soldadura simple	En taller	4,0	280,0
Tendón de soldadura simple	En taller	4,0	280,0

ELEMENTOS DE TORNILLERÍA

Tipo	Material	Cantidad	Descripción
Tornillos	Clase 8.8	4	M16 8.8
Tornillos	Clase 8.8	4	M12 8.8

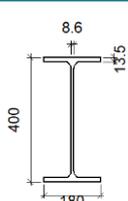
6.4.4.9. TIPO XII

1 - DETALLE

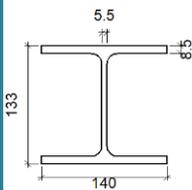


2 - DESCRIPCIÓN DE LOS COMPONENTES DE LA UNIÓN

PERFILES

Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f _y (MPa)	f _u (MPa)
Viga	IPE 400		400	180	13.5	8.6	S275 (EAE)	275.0	430.0

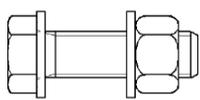
PERFILES

Pieza	Descripción	Geometría				Acero			
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Viga	HE 140 A		133	140	8.5	5.5	S275 (EAE)	275.0	430.0

ELEMENTOS COMPLEMENTARIOS

Pieza	Geometría			Taladros		Acero			
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Placa		60	100	10	2	18	S275 (EAE)	275.0	430.0

ELEMENTOS DE TORNILLERÍA

Descripción	Geometría			Acero		
	Esquema	Diámetro	Longitud (mm)	Clase	f_y (MPa)	f_u (MPa)
M16 8.8		M16	16	8.8	640.0	800.0

CARGAS

Nombre	Elemento	N (kN)	V_y (kN)	V_z (kN)	M_x (kN·m)	M_y (kN·m)	M_z (kN·m)
LE1	B1 ⁽¹⁾	- 38,7	0,0	- 1,0	0,0	1,5	0,0

LE2	B1 ⁽¹⁾	- 38,7	0,0	1,0	0,0	1,5	0,0
-----	-------------------	--------	-----	-----	-----	-----	-----

Nota:

(1) B1: se corresponde con la viga HEA 140

3 - COMPROBACIÓN

Se procede ahora a mostrar los resultados obtenidos por el programa IDEA StatiCa:

NOMBRE	VALOR	ESTADO
Análisis	100,0%	OK
Placas	1,3 < 5,0 %	OK
Tornillos	93,1 < 100 %	OK
Soldaduras	99,1 < 100 %	OK
Pandeo	No calculado	

NOMBRE	ESPESOR	CARGAS	σ_{Ed} (MPa)	ϵ_{pl} (%)	σ_{cEd} (MPa)	ESTADO
B-bfl 1	13,5	LE1	64,7	0,0	0,0	OK
B-tfl 1	13,5	LE2	178,1	0,0	0,0	OK
B-w 1	8,6	LE1	262,3	0,2	0,0	OK
B1-bfl 1	8,5	LE2	34,0	0,0	0,0	OK
B1-tfl 1	8,5	LE1	7,3	0,0	0,0	OK
B1-w 1	5,5	LE1	264,6	1,3	24,8	OK
FP1	10,0	LE1	264,6	1,3	24,8	OK

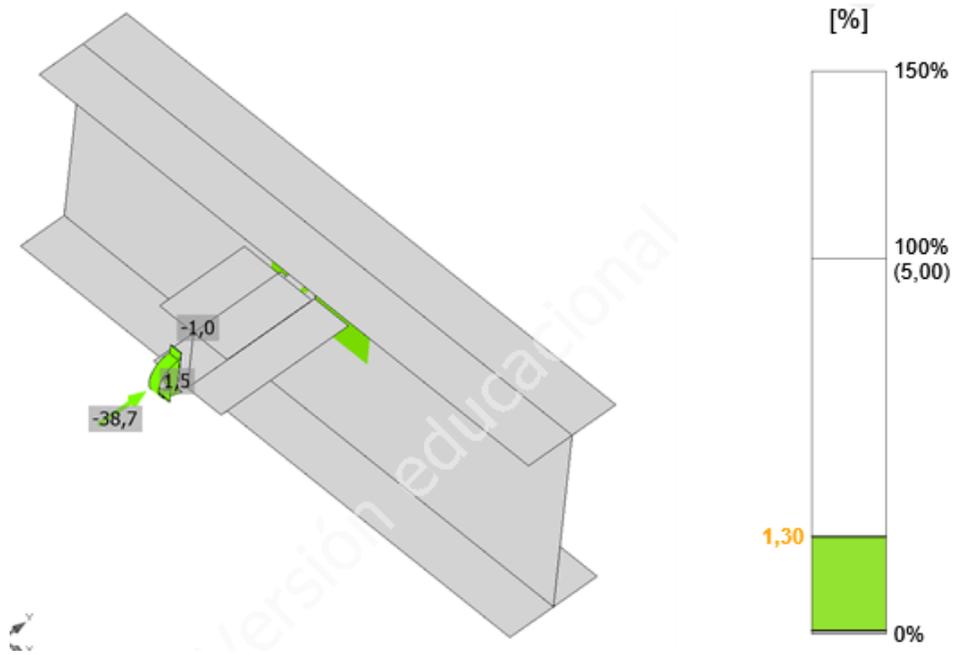
Dónde:

σ_{Ed} : Ecuación tensión

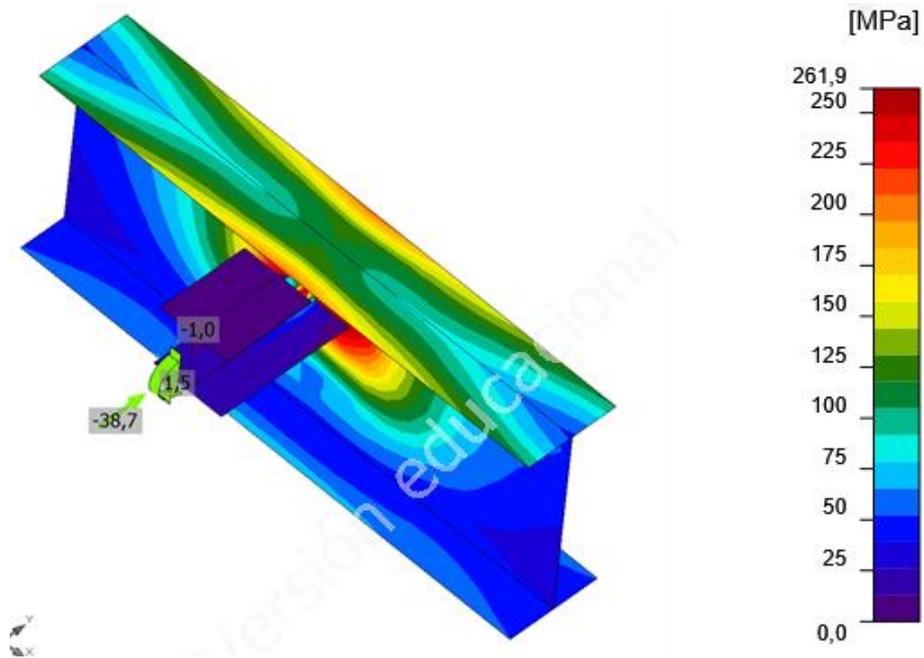
ϵ_{pl} : Deformación

σ_{cEd} : Tensiones de Contacto

Verificación de Deformación



Tensión Equivalente



+ 4 + 3	NOMBRE	CARGAS	$F_{t,Ed}$ (kN)	V (kN)	$U_{t,t}$ (%)	$F_{b,Rd}$ (kN)	$U_{t,s}$ (%)	$U_{t,ts}$ (%)	ESTADO
		B3	LE1	8,1	46,3	9,1	49,8	93,1	83,3

B4	LE2	2,6	7,7	2,9	23,0	33,2	14,8	OK
----	-----	-----	-----	-----	------	------	------	----

Dónde:

$F_{t,Ed}$: Fuerza de tracción

V : Resultante de las fuerzas Cortantes V_y y V_z en el tornillo.

U_{t_t} : Utilización a tracción

$F_{b,Rd}$: Resistencia al aplastamiento de la placa, según EN 1993 – 1 – 8 tabla 3.4

U_{t_s} : Utilización a cortante

A continuación se detallarán de forma resumida las comprobaciones. Si se necesita realizar una consulta del listado completo de las mismas, solicítese el documento completo a la autora de este proyecto.

RESULTADO DETALLADO PARA B4

Comprobación de la resistencia a tracción (EN 1993 – 1 – 8 Pestaña 3.4)

$$F_{t,Rd} = \frac{k_2 f_{ub} A_s}{\gamma_{M2}} = 90,4 \text{ kN} \geq F_t = 8,1 \text{ kN}$$

Dónde:

$k_2 = 0,90$

Factor

$f_{ub} = 800,0 \text{ MPa}$

Resistencia a tracción del tornillo

$A_s = 157 \text{ mm}^2$

Área de tensiones de tracción del tornillo

$\gamma_{M2} = 1,25$

Factor de seguridad

Comprobación de la resistencia a punzonamiento (EN 1993 – 1 – 8 Pestaña 3.4)

$$B_{p,Rd} = \frac{0,6 d_m t_p f_u}{\gamma_{M2}} = 89,2 \text{ kN} \geq F_t = 8,1 \text{ kN}$$

Dónde:

$d_m = 25 \text{ mm}$

La media de las dimensiones a lo largo de los puntos y a lo largo de los planos de la cabeza del tornillo o la tuerca, cualquiera que sea menor

$t_p = 6 \text{ mm}$

Espesor

$f_u = 430,0 \text{ MPa}$

Resistencia última

$\gamma_{M2} = 1,25$

Factor de seguridad

Comprobación de la resistencia a cortante (EN 1993 – 1 – 8 Pestaña 3.4)

$$F_{v,Rd} = \frac{\beta_P \alpha_v f_{ub} A}{\gamma_{M2}} = 60,3 \text{ kN} \geq V = 46,3 \text{ kN}$$

Dónde:

$\beta_p = 1,00$	Factor reductor
$\alpha_v = 0,60$	Factor reductor
$f_{ub} = 800,0 \text{ MPa}$	Resistencia a tracción del tornillo
$A = 157 \text{ mm}^2$	Área de tensiones de tracción del tornillo
$\gamma_{M2} = 1,25$	Factor de seguridad

Comprobación de resistencia al aplastamiento (EN 1993 – 1 – 8 Pestaña 3.4)

$$F_{b,Rd} = \frac{k_1 \alpha_b f_u d t}{\gamma_{M2}} = 49,8 \text{ kN} \geq V = 46,3 \text{ kN}$$

Dónde:

$k_1 = \min\left(2'8 \frac{e_2}{d_0} - 1'7, 1'4 \frac{p_2}{d_0} - 1'7, 2'5\right) = 1,64$	Factor para la distancia hasta el borde y espaciado entre tornillos en dirección perpendicular a la dirección de transmisión de la carga EN 1993 – 1 – 8 – Tabla 3.4
$\alpha_b = \min\left(\frac{e_1}{3d_0}, \frac{p_1}{3d_0} - \frac{1}{4} \frac{f_{ub}}{f_u}, 1\right) = 1,00$	Factor de consideración de la distancia al borde y separación entre tornillos en la dirección de la transferencia de carga
$e_2 = 33 \text{ mm}$	Distancia al borde de la placa perpendicular a la fuerza cortante
$p_2 = 43 \text{ mm}$	Distancia entre pernos perpendicular a la fuerza de corte
$d_0 = 18 \text{ mm}$	Diámetro del agujero del perno
$e_1 = 238 \text{ mm}$	Distancia al borde de la placa en la dirección de la fuerza cortante
$p_2 = \infty \text{ mm}$	Distancia entre pernos en la dirección de la fuerza de corte
$f_{ub} = 800,0 \text{ MPa}$	Resistencia a tracción del tornillo
$f_u = 430,0 \text{ MPa}$	Resistencia última
$d = 16 \text{ mm}$	Diámetro nominal del tornillo
$t = 6 \text{ mm}$	Espesor de la placa
$\gamma_{M2} = 1,25$	Factor de seguridad

Interacción entre tracción y cortante (EN 1993 – 1 – 8 Pestaña 3.4)

$$U_{tts} = \frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1,4F_{t,Rd}} = 83,3 \%$$

Utilización en tracción

$$U_{tt} = \frac{F_{t,Ed}}{\min(F_{t,Rd}; B_{p,Rd})} = 9,1 \%$$

Utilización a cortante

$$U_{ts} = \frac{V_{Ed}}{\min(F_{v,Rd}; F_{b,Rd})} = 93,1 \%$$

4 - MEDICIÓN

NOMBRE	PLACAS (mm)	FORMA	Nº	SOLDADURAS (mm)	LONGITUD (mm)	TORNILLOS	Nº
FP1	P10,0x60,0 – 100 (S275)		1	Doble tendón de soldadura: a = 4,5	100	M16 – 8.8	2

SOLDADURAS

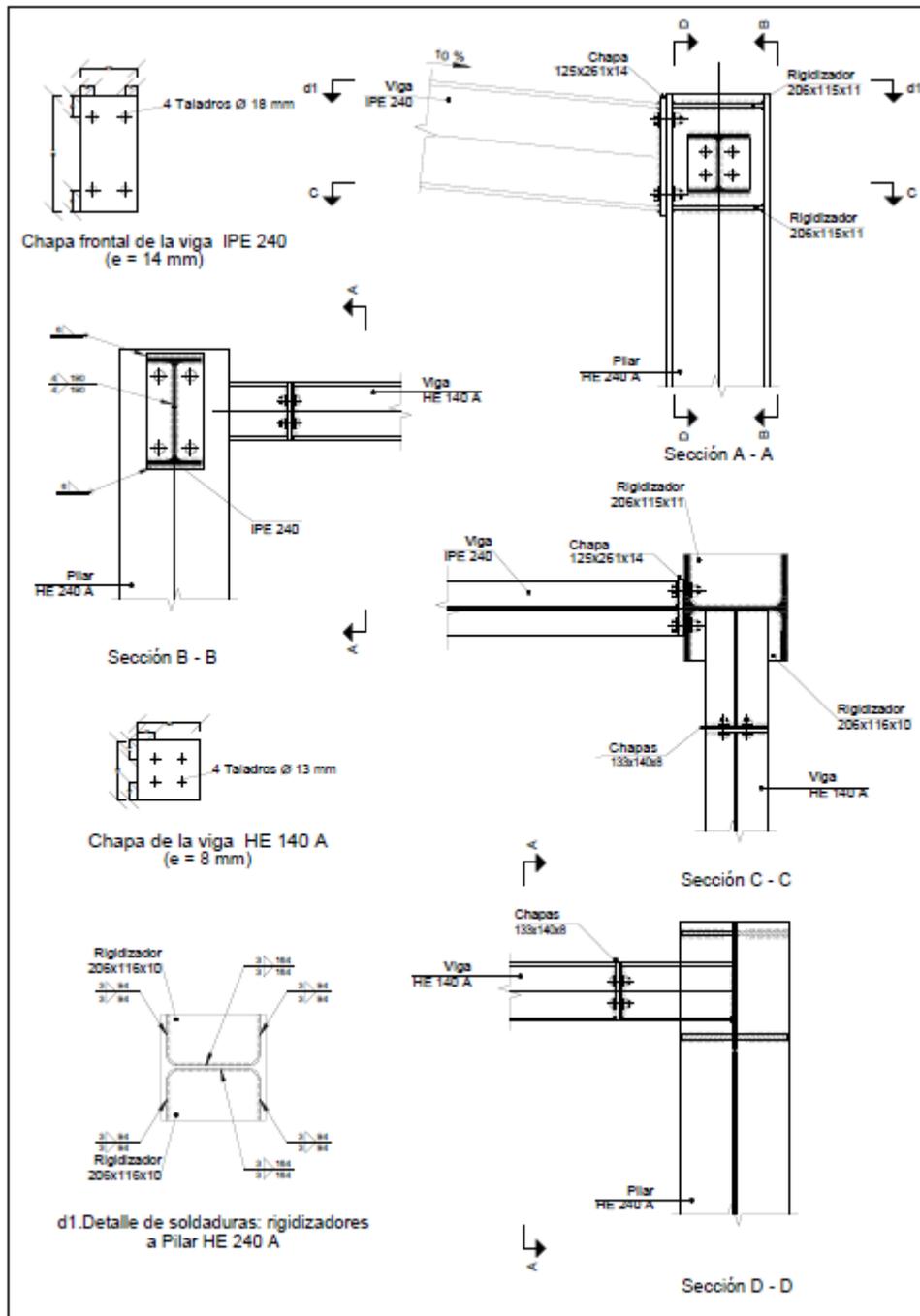
Tipo	Ejecución	Espesor de Garganta (mm)	Longitud de Cordón (mm)
Doble tendón de soldadura	En taller	4,5	100

ELEMENTOS DE TORNILLERÍA

Tipo	Material	Cantidad	Descripción
Tornillos	Clase 8.8	2	M16 8.8

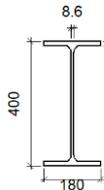
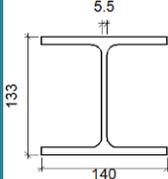
6.4.4.10. TIPO XIII

1 - DETALLE



2 - DESCRIPCIÓN DE LOS COMPONENTES DE LA UNIÓN

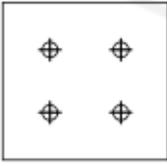
PERFILES

Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f _y (MPa)	f _u (MPa)
Pilar	HE 240 A			240	12	8	S275 (EAE)	275.0	430.0
Viga	IPE 400		400	180	13.5	8.6	S275 (EAE)	275.0	430.0
Viga	HE 140 A		133	140	8.5	5.5	S275 (EAE)	275.0	430.0

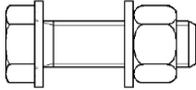
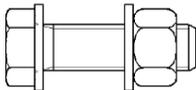
ELEMENTOS COMPLEMENTARIOS

Pieza	Geometría				Taladros		Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f _y (MPa)	f _u (MPa)
Placa		125	260	14	4	18	S275 (EAE)	275.0	430.0
Rigidizador		116,3	206,0	10	-	-	S275 (EAE)	275.0	430.0
Placa		140	133	8	4	13	S275 (EAE)	275.0	430.0

ELEMENTOS COMPLEMENTARIOS

Pieza	Geometría			Taladros		Acero			
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Placa		140	133	8	-	-	S275 (EAE)	275.0	430.0

ELEMENTOS DE TORNILLERÍA

Descripción	Geometría			Acero		
	Esquema	Diámetro	Longitud (mm)	Clase	f_y (MPa)	f_u (MPa)
M16 8.8		M16	16	8.8	640,0	800,0
M12 8.8		M12	26	8.8	640,0	800,0

CARGAS

Nombre	Elemento	N (kN)	Vy (kN)	Vz (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Mz (kN·m)
LE1	B ⁽¹⁾	- 24,3	0,9	17,9	1,8	- 18,0	- 2,8
	M3 ⁽²⁾	- 45,9	0,0	1,0	0,0	1,5	0,0
LE2	B ⁽¹⁾	- 24,3	0,9	17,9	1,8	- 18,0	- 2,8
	M3 ⁽²⁾	- 45,9	0,0	- 1,0	0,0	1,5	0,0
LE3	B ⁽¹⁾	- 24,3	0,9	17,9	1,8	- 18,0	- 2,8
	M3 ⁽²⁾	8,3	0,0	- 1,0	0,0	1,5	0,0
LE4	B ⁽¹⁾	- 24,3	- 0,8	17,9	1,8	- 18,0	- 2,8

	M3 ⁽²⁾	8,3	0,0	1,0	0,0	1,5	0,0
LE5	B ⁽¹⁾	- 24,3	0,9	17,9	1,8	- 18,0	- 2,8
	M3 ⁽²⁾	- 45,9	0,0	1,0	0,0	1,5	0,0
LE6	B ⁽¹⁾	15,1	- 0,9	17,9	1,8	- 18,0	- 2,8
	M3 ⁽²⁾	- 45,9	0,0	1,0	0,0	1,5	0,0
LE7	B ⁽¹⁾	15,1	- 0,8	17,9	1,8	- 18,0	- 2,8
	M3 ⁽²⁾	- 45,9	0,0	1,0	0,0	1,5	0,0

Nota:

(1) B: se corresponde con la viga IPE 240

(2) M3: se corresponde con la viga HEA 140

3 - COMPROBACIÓN

Se procede ahora a mostrar los resultados obtenidos por el programa IDEA StatiCa:

NOMBRE	VALOR	ESTADO
Análisis	100,0%	OK
Placas	0,1 < 5,0 %	OK
Tornillos	62,9 < 100 %	OK
Soldaduras	98,1 < 100 %	OK
Pandeo	No calculado	

NOMBRE	ESPESOR	CARGAS	σ_{Ed} (MPa)	ϵ_{Pl} (%)	σ_{cEd} (MPa)	ESTADO
C-bfl 1	12,0	LE3	104,2	0,0	0,0	OK
C-tfl 1	12,0	LE6	252,4	0,0	34,1	OK
C-w 1	7,5	LE2	188,3	0,0	0,0	OK
B-bfl 1	9,8	LE6	234,7	0,0	0,0	OK
B-tfl 1	9,8	LE3	229,4	0,0	0,0	OK
B-w 1	6,2	LE6	161,9	0,0	0,0	OK
M3-bfl 1	8,5	LE5	43,7	0,0	0,0	OK
M3-tfl 1	8,5	LE5	34,1	0,0	0,0	OK
M3-w 1	5,5	LE4	83,9	0,0	0,0	OK

ANEJO I – CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA
ELIZABETH MARINA REY GARCÍA

SAL1-bfl 1	8,5	LE2	200,0	0,0	0,0	OK
SAL1-tfl 1	8,5	LE3	147,4	0,0	0,0	OK
SAL1-w 1	5,5	LE2	92,1	0,0	0,0	OK
EP2	14,0	LE6	262,0	0,1	69,6	OK
STIFF2a	10,0	LE6	154,4	0,0	0,0	OK
STIFF2b	10,0	LE5	156,5	0,0	0,0	OK
STIFF2c	10,0	LE4	109,3	0,0	0,0	OK
STIFF2d	10,0	LE1	180,7	0,0	0,0	OK
SAL1-EPa	8,0	LE4	227,6	0,0	47,2	OK
SAL1-EPb	8,0	LE4	227,2	0,0	47,2	OK

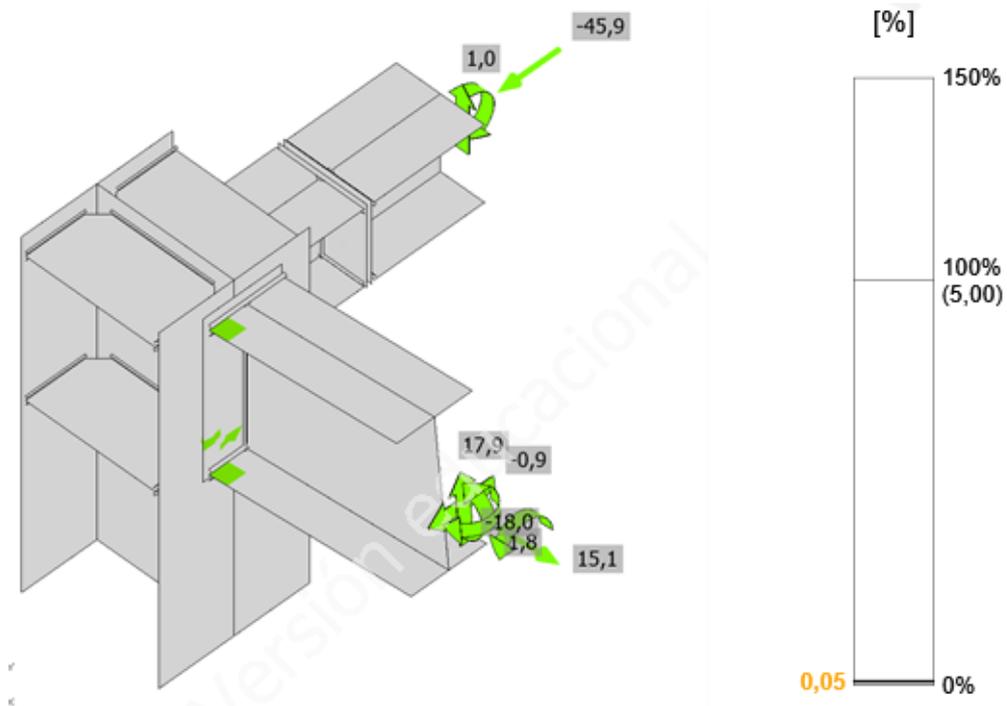
Dónde:

σ_{Ed} : Ecuación tensión

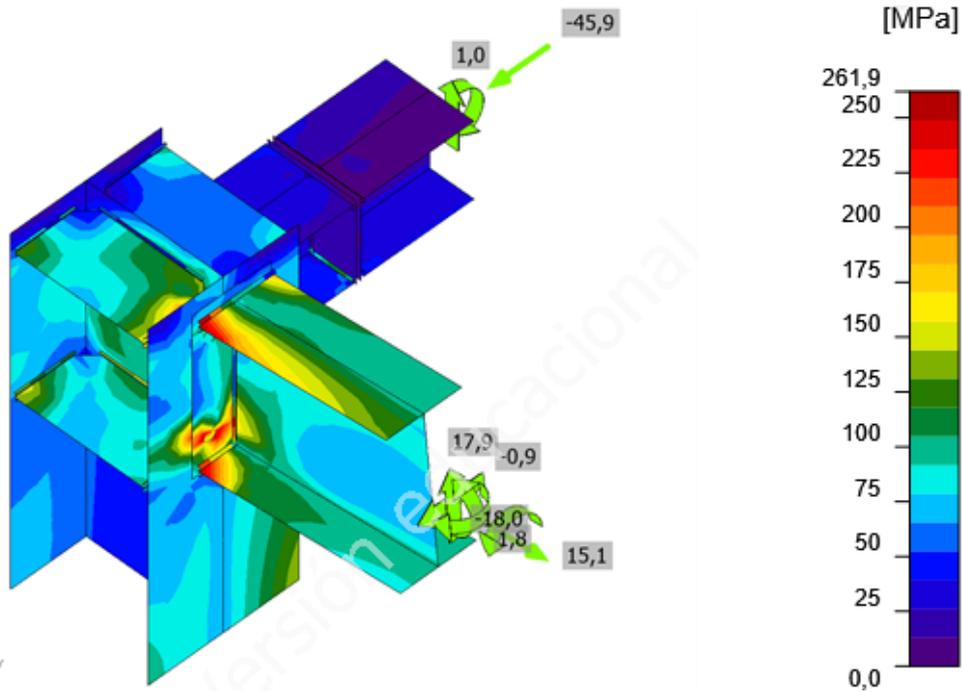
ϵ_{pl} : Deformación

σ_{cEd} : Tensiones de Contacto

Verificación de Deformación



Tensión Equivalente



	NOMBRE	CARGAS	$F_{t,Ed}$ (kN)	V (kN)	U_{t_t} (%)	$F_{b,Rd}$ (kN)	U_{t_s} (%)	$U_{t_{ts}}$ (%)	ESTADO								
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> <table style="border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr><td>8</td><td>7</td></tr> <tr><td>+</td><td>+</td></tr> <tr><td>10</td><td>9</td></tr> <tr><td>+</td><td>+</td></tr> </table> </div>	8	7	+	+	10	9	+	+	B7	LE7	8,8	9,8	9,8	116,1	16,3	23,3	OK
	8	7															
	+	+															
	10	9															
+	+																
B8	LE6	4,4	4,9	4,8	165,1	8,1	11,6	OK									
B9	LE7	40,1	10,2	44,4	165,1	16,8	48,5	OK									
B10	LE6	56,9	4,4	62,9	98,1	7,4	52,3	OK									
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> <table style="border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr><td>12</td><td>11</td></tr> <tr><td>+</td><td>+</td></tr> <tr><td>14</td><td>13</td></tr> <tr><td>+</td><td>+</td></tr> </table> </div>	12	11	+	+	14	13	+	+	B11	LE4	13,8	0,3	28,5	82,6	1,0	21,4	OK
	12	11															
	+	+															
	14	13															
+	+																
B12	LE4	18,0	0,2	37,1	82,6	0,6	27,1	OK									
B13	LE4	4,0	0,3	8,3	82,6	1,0	6,9	OK									
B14	LE4	3,9	0,2	8,1	82,6	0,6	6,3	OK									

Dónde:

$F_{t,Ed}$: Fuerza de tracción

V: Resultante de las fuerzas Cortantes V_y y V_z en el tornillo.

U_{t_t} : Utilización a tracción

$F_{b,Rd}$: Resistencia al aplastamiento de la placa, según EN 1993 – 1 – 8 tabla 3.4

U_{t_s} : Utilización a cortante

A continuación se detallarán de forma resumida las comprobaciones. Si se necesita realizar una consulta del listado completo de las mismas, solicítese el documento completo a la autora de este proyecto.

RESULTADO DETALLADO PARA B4

Comprobación de la resistencia a tracción (EN 1993 – 1 – 8 Pestaña 3.4)

$$F_{t,Rd} = \frac{k_2 f_{ub} A_s}{\gamma_{M2}} = 90,4 \text{ kN} \geq F_t = 56,9 \text{ kN}$$

Dónde:

$$k_2 = 0,90$$

Factor

$$f_{ub} = 800,0 \text{ MPa}$$

Resistencia a tracción del tornillo

$$A_s = 157 \text{ mm}^2$$

Área de tensiones de tracción del tornillo

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

Factor de seguridad

Comprobación de la resistencia a punzonamiento (EN 1993 – 1 – 8 Pestaña 3.4)

$$B_{p,Rd} = \frac{0,6 d_m t_p f_u}{\gamma_{M2}} = 194,5 \text{ kN} \geq F_t = 56,9 \text{ kN}$$

Dónde:

$$d_m = 25 \text{ mm}$$

La media de las dimensiones a lo largo de los puntos y a lo largo de los planos de la cabeza del tornillo o la tuerca, cualquiera que sea menor

$$t_p = 12 \text{ mm}$$

Espesor

$$f_u = 430,0 \text{ MPa}$$

Resistencia última

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

Factor de seguridad

Comprobación de la resistencia a cortante (EN 1993 – 1 – 8 Pestaña 3.4)

$$F_{v,Rd} = \frac{\beta_p \alpha_v f_{ub} A}{\gamma_{M2}} = 60,3 \text{ kN} \geq V = 4,4 \text{ kN}$$

Dónde:

$$\beta_p = 1,00$$

Factor reductor

$$\alpha_v = 0,60$$

Factor reductor

$$f_{ub} = 800,0 \text{ MPa}$$

Resistencia a tracción del tornillo

$$A = 157 \text{ mm}^2$$

Área de tensiones de tracción del tornillo

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

Factor de seguridad

Comprobación de resistencia al aplastamiento (EN 1993 – 1 – 8 Pestaña 3.4)

$$F_{b,Rd} = \frac{k_1 \alpha_b f_u d t}{\gamma_{M2}} = 98,1 \text{ kN} \geq V = 4,4 \text{ kN}$$

Dónde:

$$k_1 = \min \left(2'8 \frac{e_2}{d_0} - 1'7, 1'4 \frac{p_2}{d_0} - 1'7, 2'5 \right) = 2,50$$

Factor para la distancia hasta el borde y espaciado entre tornillos en dirección perpendicular a la dirección de transmisión de la carga EN 1993 – 1 – 8 – Tabla 3.4

$$\alpha_b = \min \left(\frac{e_1}{3d_0}, \frac{p_1}{3d_0} - \frac{1}{4}, \frac{f_{ub}}{f_u}, 1 \right) = 0,51$$

Factor de consideración de la distancia al borde y separación entre tornillos en la dirección de la transferencia de carga

$$e_2 = 29 \text{ mm}$$

Distancia al borde de la placa perpendicular a la fuerza cortante

$$p_2 = \infty \text{ mm}$$

Distancia entre pernos perpendicular a la fuerza de corte

$$d_0 = 18 \text{ mm}$$

Diámetro del agujero del perno

$$e_1 = 28 \text{ mm}$$

Distancia al borde de la placa en la dirección de la fuerza cortante

$$p_2 = \infty \text{ mm}$$

Distancia entre pernos en la dirección de la fuerza de corte

$$f_{ub} = 800,0 \text{ MPa}$$

Resistencia a tracción del tornillo

$$f_u = 430,0 \text{ MPa}$$

Resistencia última

$$d = 16 \text{ mm}$$

Diámetro nominal del tornillo

$$t = 14 \text{ mm}$$

Espesor de la placa

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

Factor de seguridad

Interacción entre tracción y cortante (EN 1993 – 1 – 8 Pestaña 3.4)

$$U_{tts} = \frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1,4F_{t,Rd}} = 52,3 \%$$

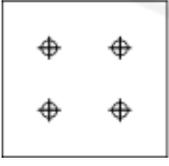
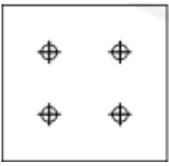
Utilización en tracción

$$U_{tt} = \frac{F_{t,Ed}}{\min(F_{t,Rd}; B_{p,Rd})} = 62,9 \%$$

Utilización a cortante

$$U_{ts} = \frac{V_{Ed}}{\min(F_{v,Rd}; F_{b,Rd})} = 7,4 \%$$

4 - MEDICIÓN

NOMBRE	PLACAS (mm)	FORMA	Nº	SOLDADURAS (mm)	LONGITUD (mm)	TORNILLOS	Nº
FP1	P14,0x125,0 – 261,2 (S275)		1	Doble tendón de soldadura: a = 4,0 a = 6,0	240,0 231,0	M16 – 8.8	4
STIFF2	P10,0x116,3 – 206,0 (S275)		4	Doble tendón de soldadura: a = 3,0	1418,0	–	–
SAL1	P8,0x140,0 – 133,0 (S275)		1	Tendón de soldadura: a = 4,0 a = 4,0 Doble tendón de soldadura: a = 4,0	280,0 280,0 249,0	M12 – 8.8	4
	P8,0x140,0 – 133,0 (S275)		1	–	–	–	–

SOLDADURAS

Tipo	Ejecución	Espesor de Garganta (mm)	Longitud de Cordón (mm)
Doble tendón de soldadura	En lugar de montaje	6,0	240,0
Doble tendón de soldadura	En lugar de montaje	4,0	884,8
Doble tendón de soldadura	En lugar de montaje	3,0	1418,0

ANEJO I – CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA
ELIZABETH MARINA REY GARCÍA

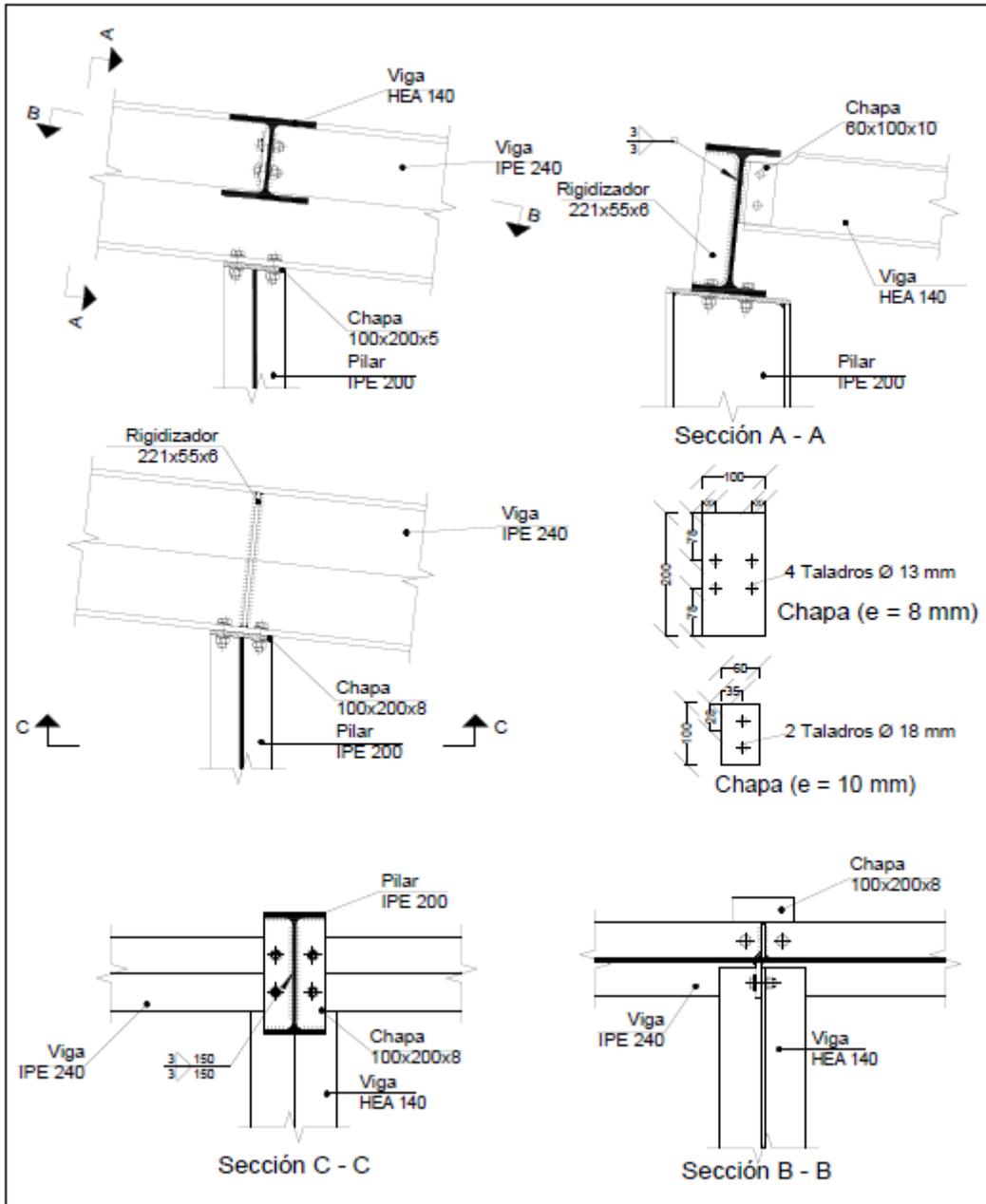
Tendón de soldadura simple	En taller	4,0	280,0
Tendón de soldadura simple	En taller	4,0	280,0

ELEMENTOS DE TORNILLERÍA

Tipo	Material	Cantidad	Descripción
Tornillos	Clase 8.8	4	M16 8.8
Tornillos	Clase 8.8	4	M12 8.8

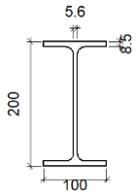
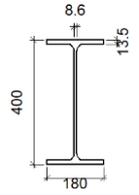
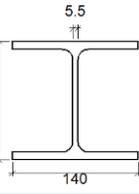
6.4.4.11. TIPO XIV

1 - DETALLE

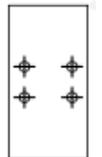


2 - DESCRIPCIÓN DE LOS COMPONENTES DE LA UNIÓN

PERFILES

Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Pilar	IPE 200		200	100	8.5	5.6	S275 (EAE)	275.0	430.0
Viga	IPE 400		400	180	13.5	8.6	S275 (EAE)	275.0	430.0
Viga	HE 140 A		133	140	8.5	5.5	S275 (EAE)	275.0	430.0

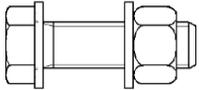
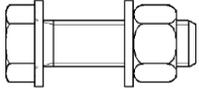
ELEMENTOS COMPLEMENTARIOS

Pieza	Geometría				Taladros		Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Placa		60	100	10	2	18	S275 (EAE)	275.0	430.0
SP2		100	200	8	4	13	S275 (EAE)	275.0	430.0

ELEMENTOS COMPLEMENTARIOS

Pieza	Geometría				Taladros		Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
RIGIDIZAR1		56,9	220,4	6	-	-	S275 (EAE)	275.0	430.0

ELEMENTOS DE TORNILLERÍA

Descripción	Geometría			Acero		
	Esquema	Diámetro	Longitud (mm)	Clase	f_y (MPa)	f_u (MPa)
M16 8.8		M16	16	8.8	640.0	800.0
M12 8.8		M12	16	8.8	640.0	800.0

CARGAS

Nombre	Elemento	N (kN)	Vy (kN)	Vz (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Mz (kN·m)
LE1	B ⁽¹⁾	28,1	0,0	- 23,8	0,0	0,0	0,0
	M3 ⁽²⁾	- 38,7	0,0	- 1,0	0,0	1,5	0,0
LE2	B ⁽¹⁾	28,1	0,0	- 23,8	0,0	0,0	0,0
	M3 ⁽²⁾	- 38,7	0,0	1,0	0,0	1,5	0,0
LE3	B ⁽¹⁾	28,1	0,0	23,8	0,0	0,0	0,0
	M3 ⁽²⁾	- 38,7	0,0	- 1,0	0,0	1,5	0,0
LE4	B ⁽¹⁾	28,1	0,0	23,8	0,0	0,0	0,0

M3 ⁽²⁾	- 38,7	0,0	1,0	0,0	1,5	0,0
-------------------	--------	-----	-----	-----	-----	-----

Nota:

(1) B: se corresponde con la pila IPE 200

(2) M3: se corresponde con la viga HEA 140

3 - COMPROBACIÓN

Se procede ahora a mostrar los resultados obtenidos por el programa IDEA StatiCa:

NOMBRE	VALOR	ESTADO
Análisis	100,0%	OK
Placas	4,4 < 5,0 %	OK
Tornillos	79,2 < 100 %	OK
Soldaduras	98,8 < 100 %	OK
Pandeo	No calculado	

NOMBRE	ESPESOR	CARGAS	σ_{Ed} (MPa)	ε_{Pl} (%)	σ_{cEd} (MPa)	ESTADO
C-bfl 1	9,8	LE3	271,1	4,4	30,0	OK
C-tfl 1	9,8	LE3	262,0	0,0	0,0	OK
C-w 1	6,2	LE3	262,1	0,1	0,0	OK
B-bfl 1	8,5	LE1	41,1	0,0	0,0	OK
B-tfl 1	8,5	LE3	40,9	0,0	0,0	OK
B-w 1	5,6	LE4	85,8	0,0	0,0	OK
M3-bfl 1	8,5	LE4	31,9	0,0	0,0	OK
M3-tfl 1	8,5	LE3	7,0	0,0	0,0	OK
M3-w 1	5,5	LE2	264,0	1,0	25,2	OK
FP1	10,0	LE2	262,0	0,0	25,5	OK
SP 2	8,0	LE3	251,5	0,0	30,0	OK
RIGIDIZAR1	6,0	LE1	236,6	0,0	0,0	OK

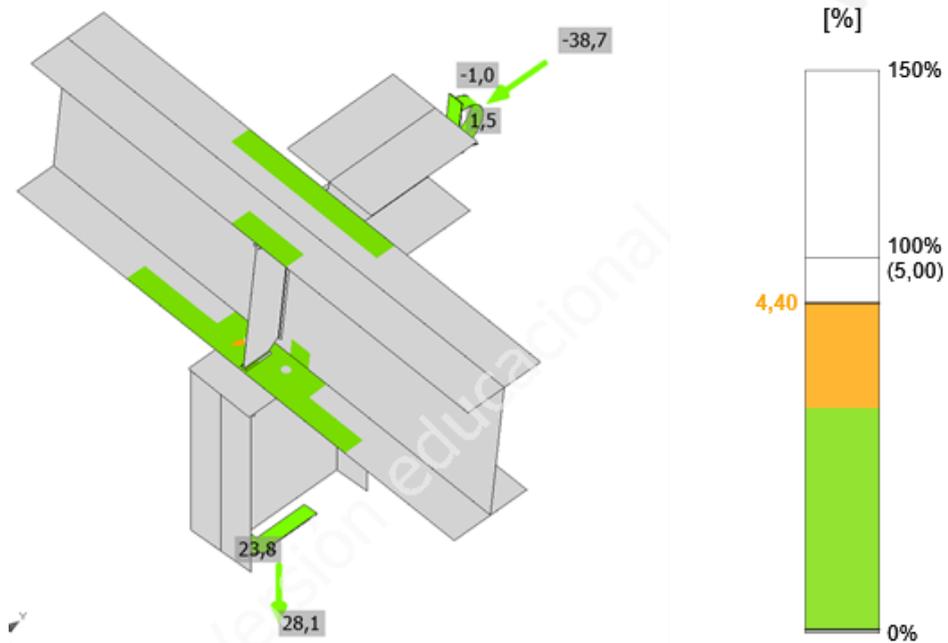
Dónde:

σ_{Ed} : Ecuación tensión

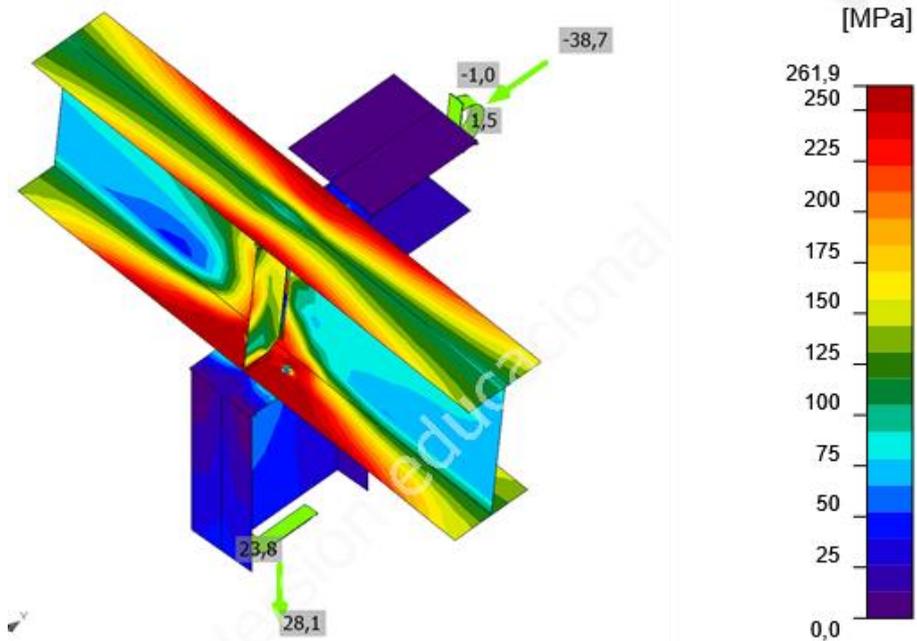
ε_{Pl} : Deformación

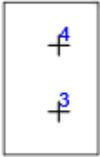
σ_{cEd} : Tensiones de Contacto

Verificación de Deformación



Tensión Equivalente



	NOMBRE	CARGAS	$F_{t,Ed}$ (kN)	V (kN)	Ut_t (%)	$F_{b,Rd}$ (kN)	Ut_s (%)	Ut_{ts} (%)	ESTADO
	B3	LE1	2,1	5,2	2,4	30,7	17,1	10,4	OK
	B4	LE2	8,1	43,9	9,1	66,3	72,8	79,2	OK
	B9	LE3	11,9	7,7	24,6	82,6	23,8	41,4	OK
	B10	LE3	11,5	7,1	23,8	82,6	21,9	38,9	OK
	B11	LE1	16,1	6,1	33,2	78,4	18,8	42,5	OK
	B12	LE1	16,0	5,8	33,0	65,6	17,9	41,5	OK

Dónde:

$F_{t,Ed}$: Fuerza de tracción

V: Resultante de las fuerzas Cortantes Vy y Vz en el tornillo.

Ut_t : Utilización a tracción

$F_{b,Rd}$: Resistencia al aplastamiento de la placa, según EN 1993 – 1 – 8 tabla 3.4

Ut_s : Utilización a cortante

A continuación se detallarán de forma resumida las comprobaciones. Si se necesita realizar una consulta del listado completo de las mismas, solicítese el documento completo a la autora de este proyecto.

RESULTADO DETALLADO PARA B4

Comprobación de la resistencia a tracción (EN 1993 – 1 – 8 Pestaña 3.4)

$$F_{t,Rd} = \frac{k_2 f_{ub} A_s}{\gamma_{M2}} = 90,4 \text{ kN} \geq F_t = 8,1 \text{ kN}$$

Dónde:

$k_2 = 0,90$

Factor

$f_{ub} = 800,0 \text{ MPa}$

Resistencia a tracción del tornillo

$A_s = 157 \text{ mm}^2$

Área de tensiones de tracción del tornillo

$\gamma_{M2} = 1,25$

Factor de seguridad

Comprobación de la resistencia a punzonamiento (EN 1993 – 1 – 8 Pestaña 3.4)

$$B_{p,Rd} = \frac{0,6 d_m t_p f_u}{\gamma_{M2}} = 89,2 \text{ kN} \geq F_t = 8,1 \text{ kN}$$

Dónde:

$d_m = 25 \text{ mm}$	La media de las dimensiones a lo largo de los puntos y a lo largo de los planos de la cabeza del tornillo o la tuerca, cualquiera que sea menor
$t_p = 6 \text{ mm}$	Espesor
$f_u = 430,0 \text{ MPa}$	Resistencia última
$\gamma_{M2} = 1,25$	Factor de seguridad

Comprobación de la resistencia a cortante (EN 1993 – 1 – 8 Pestaña 3.4)

$$F_{v,Rd} = \frac{\beta_P \alpha_v f_{ub} A}{\gamma_{M2}} = 60,3 \text{ kN} \geq V = 43,9 \text{ kN}$$

Dónde:

$\beta_P = 1,00$	Factor reductor
$\alpha_v = 0,60$	Factor reductor
$f_{ub} = 800,0 \text{ MPa}$	Resistencia a tracción del tornillo
$A = 157 \text{ mm}^2$	Área de tensiones de tracción del tornillo
$\gamma_{M2} = 1,25$	Factor de seguridad

Comprobación de resistencia al aplastamiento (EN 1993 – 1 – 8 Pestaña 3.4)

$$F_{b,Rd} = \frac{k_1 \alpha_b f_u d t}{\gamma_{M2}} = 66,3 \text{ kN} \geq V = 43,9 \text{ kN}$$

Dónde:

$k_1 = \min\left(2'8 \frac{e_2}{d_0} - 1'7, 1'4 \frac{p_2}{d_0} - 1'7, 2'5\right) = 2,19$	Factor para la distancia hasta el borde y espaciado entre tornillos en dirección perpendicular a la dirección de transmisión de la carga EN 1993 – 1 – 8 – Tabla 3.4
$\alpha_b = \min\left(\frac{e_1}{3d_0}, \frac{p_1}{3d_0} - \frac{1}{4}, \frac{f_{ub}}{f_u}, 1\right) = 1,00$	Factor de consideración de la distancia al borde y separación entre tornillos en la dirección de la transferencia de carga
$e_2 = 31 \text{ mm}$	Distancia al borde de la placa perpendicular a la fuerza cortante
$p_2 = 50 \text{ mm}$	Distancia entre pernos perpendicular a la fuerza de corte
$d_0 = 18 \text{ mm}$	Diámetro del agujero del perno
$e_1 = 209 \text{ mm}$	Distancia al borde de la placa en la dirección de la fuerza cortante
$p_2 = \infty \text{ mm}$	Distancia entre pernos en la dirección de la fuerza de corte
$f_{ub} = 800,0 \text{ MPa}$	Resistencia a tracción del tornillo
$f_u = 430,0 \text{ MPa}$	Resistencia última
$d = 16 \text{ mm}$	Diámetro nominal del tornillo
$t = 6 \text{ mm}$	Espesor de la placa

Interacción entre tracción y cortante (EN 1993 – 1 – 8 Pestaña 3.4)

$$U_{tts} = \frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1,4F_{t,Rd}} = 79,2 \%$$

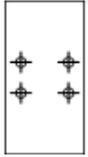
Utilización en tracción

$$U_{tt} = \frac{F_{t,Ed}}{\min(F_{t,Rd}; B_{p,Rd})} = 9,1 \%$$

Utilización a cortante

$$U_{ts} = \frac{V_{Ed}}{\min(F_{v,Rd}; F_{b,Rd})} = 72,8 \%$$

4 – MEDICIÓN

NOMBRE	PLACAS (mm)	FORMA	Nº	SOLDADURAS (mm)	LONGITUD (mm)	TORNILLOS	Nº
FP1	P10,0x60,0 – 100,0 (S275)		1	Doble tendón de soldadura: a = 3,0	100	M16 – 8.8	2
SP 2	P8,0x100,0 – 200,0 (S275)		1	–	–	M12 – 8.8	4
RIGIDIZA R1	P6,0x56,9 – 220,4 (S275)		1	Doble tendón de soldadura: a = 3,0	274,2	–	–
CUT1	–	–	–	Tendón de soldadura:	100,5 100,5	–	–

				$a = 3,0$ $a = 3,0$ Doble tendón de soldadura: $a = 3,0$	191,5		
--	--	--	--	---	-------	--	--

SOLDADURAS

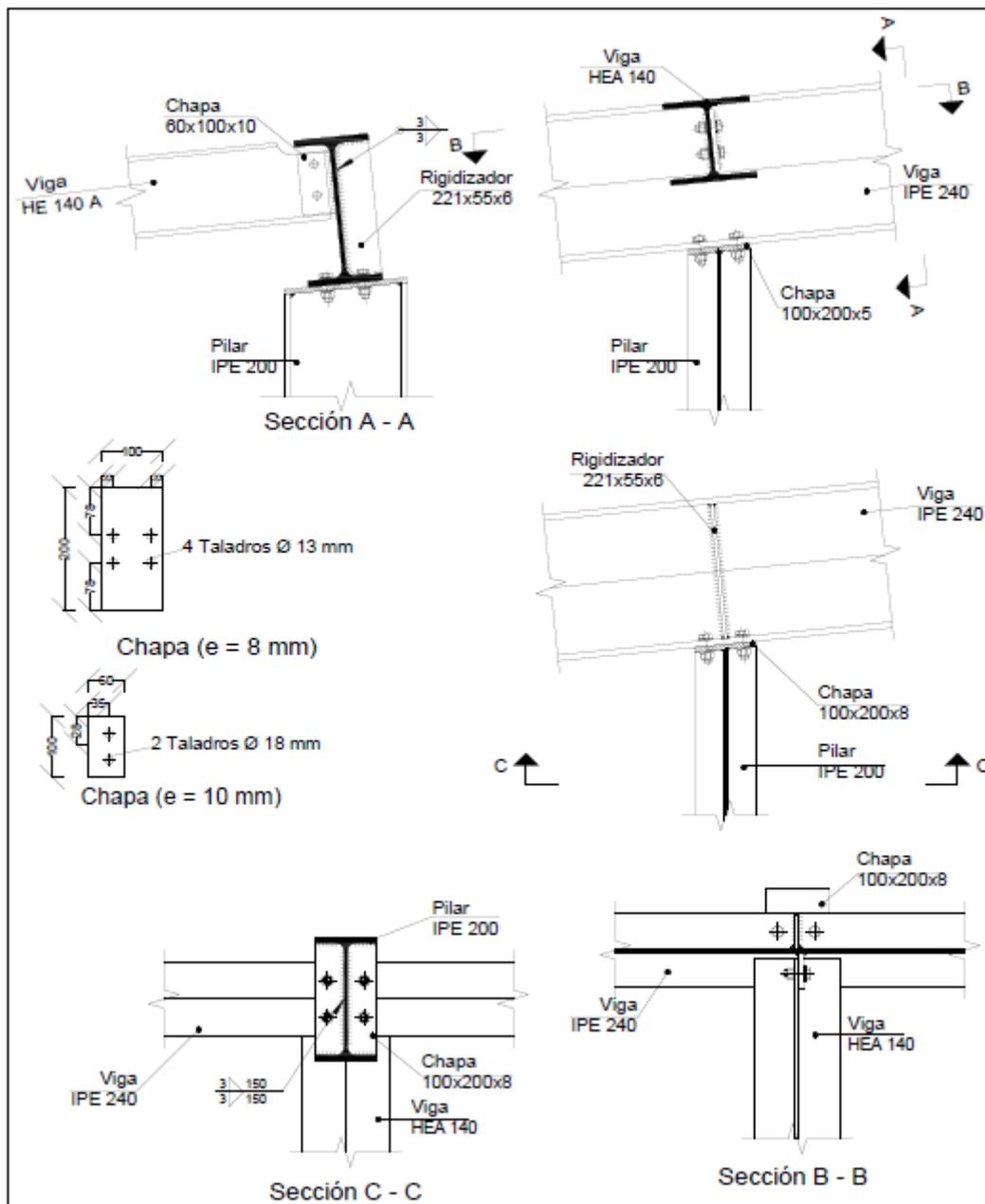
Tipo	Ejecución	Espesor de Garganta (mm)	Longitud de Cordón (mm)
Doble tendón de soldadura	En taller	3,0	568,7
Tendón de soldadura	En taller	3,0	100,5
Tendón de soldadura	En taller	3,0	100,5

ELEMENTOS DE TORNILLERÍA

Tipo	Material	Cantidad	Descripción
Tornillos	Clase 8.8	2	M16 8.8
Tornillos	Clase 8.8	4	M12 8.8

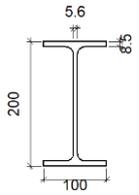
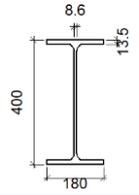
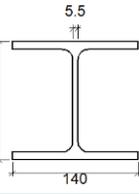
6.4.4.12. TIPO XV

1 - DETALLE

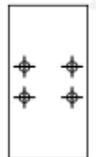


2 - DESCRIPCIÓN DE LOS COMPONENTES DE LA UNIÓN

PERFILES

Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f _y (MPa)	f _u (MPa)
Pilar	IPE 200		200	100	8.5	5.6	S275 (EAE)	275.0	430.0
Viga	IPE 400		400	180	13.5	8.6	S275 (EAE)	275.0	430.0
Viga	HE 140 A		133	140	8.5	5.5	S275 (EAE)	275.0	430.0

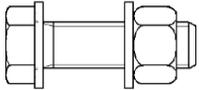
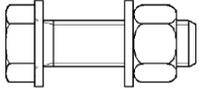
ELEMENTOS COMPLEMENTARIOS

Pieza	Geometría				Taladros		Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f _y (MPa)	f _u (MPa)
Placa		60	100	10	2	18	S275 (EAE)	275.0	430.0
SP2		100	200	8	4	13	S275 (EAE)	275.0	430.0

ELEMENTOS COMPLEMENTARIOS

Pieza	Geometría				Taladros		Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
RIGIDIZAR1		56,9	220,4	6	-	-	S275 (EAE)	275.0	430.0

ELEMENTOS DE TORNILLERÍA

Descripción	Geometría			Acero		
	Esquema	Diámetro	Longitud (mm)	Clase	f_y (MPa)	f_u (MPa)
M16 8.8		M16	16	8.8	640.0	800.0
M12 8.8		M12	16	8.8	640.0	800.0

CARGAS

Nombre	Elemento	N (kN)	Vy (kN)	Vz (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Mz (kN·m)
LE1	B ⁽¹⁾	28,1	0,0	- 23,8	0,0	0,0	0,0
	M3 ⁽²⁾	- 38,7	0,0	- 1,0	0,0	1,5	0,0
LE2	B ⁽¹⁾	28,1	0,0	- 23,8	0,0	0,0	0,0
	M3 ⁽²⁾	- 38,7	0,0	1,0	0,0	1,5	0,0
LE3	B ⁽¹⁾	28,1	0,0	23,8	0,0	0,0	0,0
	M3 ⁽²⁾	- 38,7	0,0	- 1,0	0,0	1,5	0,0
LE4	B ⁽¹⁾	28,1	0,0	23,8	0,0	0,0	0,0

M3 ⁽²⁾	- 38,7	0,0	1,0	0,0	1,5	0,0
-------------------	--------	-----	-----	-----	-----	-----

Nota:

(1) B: se corresponde con el pilar IPE 200

(2) M3: se corresponde con la viga HEA 140

3 - COMPROBACIÓN

Se procede ahora a mostrar los resultados obtenidos por el programa IDEA StatiCa:

NOMBRE	VALOR	ESTADO
Análisis	100,0%	OK
Placas	4,5 < 5,0 %	OK
Tornillos	79,6 < 100 %	OK
Soldaduras	98,8 < 100 %	OK
Pandeo	No calculado	

NOMBRE	ESPESOR	CARGAS	σ_{Ed} (MPa)	ε_{Pl} (%)	σ_{cEd} (MPa)	ESTADO
C-bfl 1	9,8	LE3	271,1	4,5	33,4	OK
C-tfl 1	9,8	LE3	262,0	0,0	0,0	OK
C-w 1	6,2	LE3	262,1	0,1	0,0	OK
B-bfl 1	8,5	LE1	41,0	0,0	0,0	OK
B-tfl 1	8,5	LE3	41,1	0,0	0,0	OK
B-w 1	5,6	LE4	85,0	0,0	0,0	OK
M3-bfl 1	8,5	LE4	32,1	0,0	0,0	OK
M3-tfl 1	8,5	LE3	7,0	0,0	0,0	OK
M3-w 1	5,5	LE2	264,1	1,0	25,3	OK
FP1	10,0	LE2	262,0	0,0	25,4	OK
SP 2	8,0	LE3	250,8	0,0	33,5	OK
RIGIDIZAR1	6,0	LE1	237,2	0,0	0,0	OK

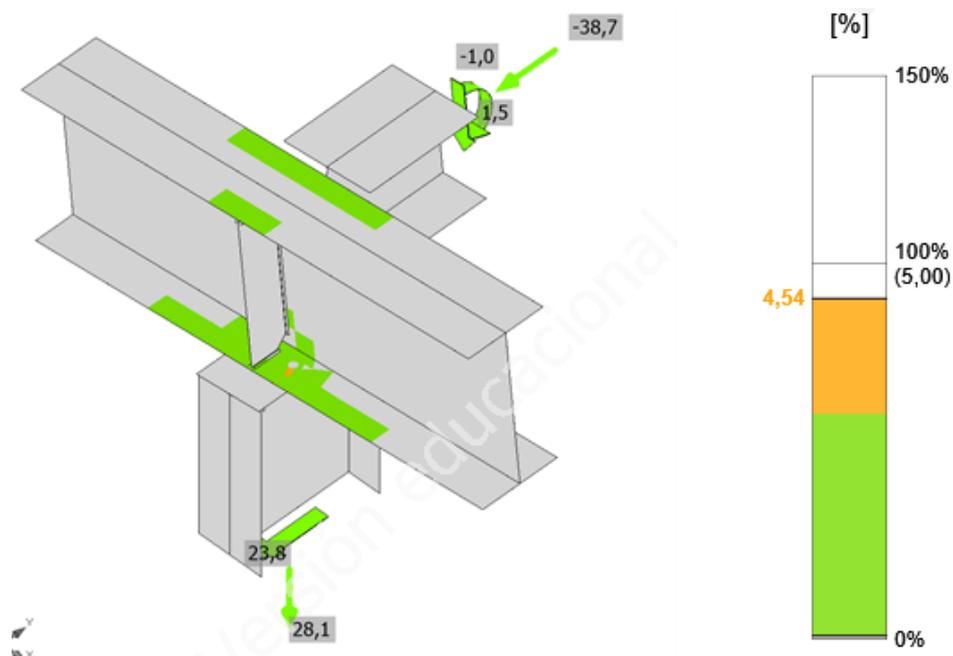
Dónde:

σ_{Ed} : Ecuación tensión

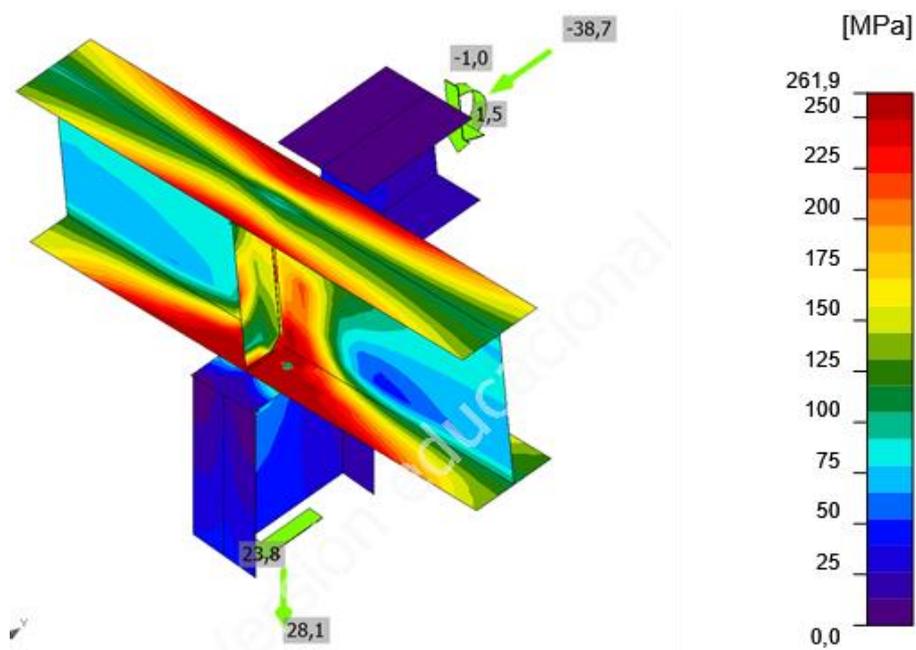
ε_{Pl} : Deformación

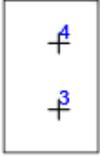
σ_{cEd} : Tensiones de Contacto

Verificación de Deformación



Tensión Equivalente



	NOMBRE	CARGAS	$F_{t,Ed}$ (kN)	V (kN)	Ut_t (%)	$F_{b,Rd}$ (kN)	Ut_s (%)	Ut_{ts} (%)	ESTADO
	B3	LE2	2,1	5,4	2,4	30,7	17,1	10,4	OK
	B4	LE2	8,1	44,1	9,1	66,3	73,2	79,6	OK
	B9	LE3	11,7	7,2	24,1	82,6	22,3	39,5	OK
	B10	LE3	11,4	7,9	23,6	82,6	24,6	41,5	OK
	B11	LE1	15,6	5,8	32,2	71,8	18,0	41,0	OK
	B12	LE1	15,4	6,0	31,9	80,8	18,6	41,4	OK

Dónde:

$F_{t,Ed}$: Fuerza de tracción

V: Resultante de las fuerzas Cortantes V_y y V_z en el tornillo.

Ut_t : Utilización a tracción

$F_{b,Rd}$: Resistencia al aplastamiento de la placa, según EN 1993 – 1 – 8 tabla 3.4

Ut_s : Utilización a cortante

A continuación se detallarán de forma resumida las comprobaciones. Si se necesita realizar una consulta del listado completo de las mismas, solicítese el documento completo a la autora de este proyecto.

RESULTADO DETALLADO PARA B4

Comprobación de la resistencia a tracción (EN 1993 – 1 – 8 Pestaña 3.4)

$$F_{t,Rd} = \frac{k_2 f_{ub} A_s}{\gamma_{M2}} = 90,4 \text{ kN} \geq F_t = 8,1 \text{ kN}$$

Dónde:

$k_2 = 0,90$

Factor

$f_{ub} = 800,0 \text{ MPa}$

Resistencia a tracción del tornillo

$A_s = 157 \text{ mm}^2$

Área de tensiones de tracción del tornillo

$\gamma_{M2} = 1,25$

Factor de seguridad

Comprobación de la resistencia a punzonamiento (EN 1993 – 1 – 8 Pestaña 3.4)

$$B_{p,Rd} = \frac{0,6d_m t_p f_u}{\gamma_{M2}} = 89,2 \text{ kN} \geq F_t = 8,1 \text{ kN}$$

Dónde:

$$d_m = 25 \text{ mm}$$

La media de las dimensiones a lo largo de los puntos y a lo largo de los planos de la cabeza del tornillo o la tuerca, cualquiera que sea menor

$$t_p = 6 \text{ mm}$$

Espesor

$$f_u = 430,0 \text{ MPa}$$

Resistencia última

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

Factor de seguridad

Comprobación de la resistencia a cortante (EN 1993 – 1 – 8 Pestaña 3.4)

$$F_{v,Rd} = \frac{\beta_P \alpha_v f_{ub} A}{\gamma_{M2}} = 60,3 \text{ kN} \geq V = 44,1 \text{ kN}$$

Dónde:

$$\beta_P = 1,00$$

Factor reductor

$$\alpha_v = 0,60$$

Factor reductor

$$f_{ub} = 800,0 \text{ MPa}$$

Resistencia a tracción del tornillo

$$A = 157 \text{ mm}^2$$

Área de tensiones de tracción del tornillo

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

Factor de seguridad

Comprobación de resistencia al aplastamiento (EN 1993 – 1 – 8 Pestaña 3.4)

$$F_{b,Rd} = \frac{k_1 \alpha_b f_u d t}{\gamma_{M2}} = 66,3 \text{ kN} \geq V = 44,1 \text{ kN}$$

Dónde:

$$k_1 = \min \left(2'8 \frac{e_2}{d_0} - 1'7, 1'4 \frac{p_2}{d_0} - 1'7, 2'5 \right) = 2,19$$

Factor para la distancia hasta el borde y espaciado entre tornillos en dirección perpendicular a la dirección de transmisión de la carga EN 1993 – 1 – 8 – Tabla 3.4

$$\alpha_b = \min \left(\frac{e_1}{3d_0}, \frac{p_1}{3d_0} - \frac{1}{4}, \frac{f_{ub}}{f_u}, 1 \right) = 1,00$$

Factor de consideración de la distancia al borde y separación entre tornillos en la dirección de la transferencia de carga

$$e_2 = 31 \text{ mm}$$

Distancia al borde de la placa perpendicular a la fuerza cortante

$$p_2 = 50 \text{ mm}$$

Distancia entre pernos perpendicular a la fuerza de corte

$$d_0 = 18 \text{ mm}$$

Diámetro del agujero del perno

$$e_1 = 209 \text{ mm}$$

Distancia al borde de la placa en la dirección de la fuerza cortante

$$p_2 = \infty \text{ mm}$$

Distancia entre pernos en la dirección de la fuerza de corte

$$f_{ub} = 800,0 \text{ MPa}$$

Resistencia a tracción del tornillo

$$f_u = 430,0 \text{ MPa}$$

Resistencia última

$d = 16 \text{ mm}$

Diámetro nominal del tornillo

$t = 6 \text{ mm}$

Espesor de la placa

$\gamma_{M2} = 1,25$

Factor de seguridad

Interacción entre tracción y cortante (EN 1993 – 1 – 8 Pestaña 3.4)

$$U_{tts} = \frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1,4F_{t,Rd}} = 79,6 \%$$

Utilización en tracción

$$U_{tt} = \frac{F_{t,Ed}}{\min(F_{t,Rd}; B_{p,Rd})} = 9,1 \%$$

Utilización a cortante

$$U_{ts} = \frac{V_{Ed}}{\min(F_{v,Rd}; F_{b,Rd})} = 73,2 \%$$

4 - MEDICIÓN

NOMBRE	PLACAS (mm)	FORMA	Nº	SOLDADURAS (mm)	LONGITUD (mm)	TORNILLOS	Nº
FP1	P10,0x60,0 – 100,0 (S275)		1	Doble tendón de soldadura: a = 3,0	100	M16 – 8.8	2
SP 2	P8,0x100,0 – 200,0 (S275)		1	–	–	M12 – 8.8	4
RIGIDIZA R1	P6,0x56,9 – 220,4 (S275)		1	Doble tendón de soldadura: a = 3,0	274,2	–	–

CUT1	-	-	-	Tendón de soldadura: $a = 3,0$ $a = 3,0$ Doble tendón de soldadura: $a = 3,0$	100,5 100,5 191,5	-	-
------	---	---	---	---	-------------------------	---	---

SOLDADURAS

Tipo	Ejecución	Espesor de Garganta (mm)	Longitud de Cordón (mm)
Doble tendón de soldadura	En taller	3,0	568,7
Tendón de soldadura	En taller	3,0	100,5
Tendón de soldadura	En taller	3,0	100,5

ELEMENTOS DE TORNILLERÍA

Tipo	Material	Cantidad	Descripción
Tornillos	Clase 8.8	2	M16 8.8
Tornillos	Clase 8.8	4	M12 8.8

6.5. CÁLCULO DE LAS PLACAS DE ANCLAJE

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

1 - HORMIGÓN SOBRE EL QUE APOYA LA PLACA

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

2 - PERNOS DE ANCLAJE

- a) *RESISTENCIA DEL MATERIAL DE LOS PERNOS*: Se descomponen los esfuerzos actuantes sobre la placa en axiles y cortantes en los pernos y se comprueba que ambos esfuerzos, por separado y con interacción entre ellos (tensión de Von Mises), producen tensiones menores a la tensión límite del material de los pernos.
- b) *ANCLAJE DE LOS PERNOS*: Se comprueba el anclaje de los pernos en el hormigón de tal manera que no se produzca el fallo de deslizamiento por adherencia, arrancamiento del cono de rotura o fractura por esfuerzo cortante (aplastamiento).
- c) *APLASTAMIENTO*: Se comprueba que en cada perno no se supera el cortante que produciría el aplastamiento de la placa contra el perno.

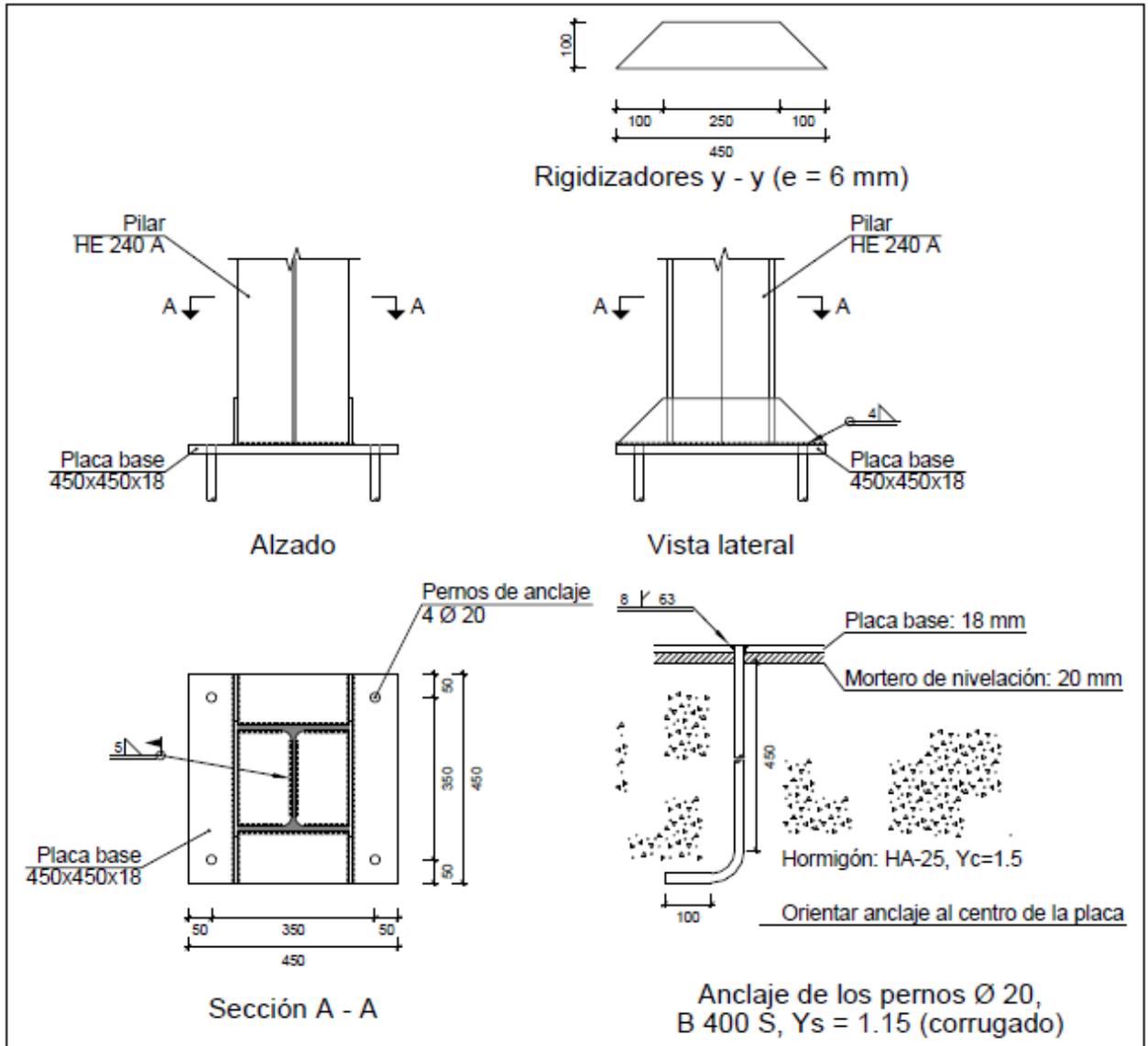
3 - PLACA DE ANCLAJE

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

6.5.1. COMPROBACIÓN DE LAS PLACAS DE ANCLAJE

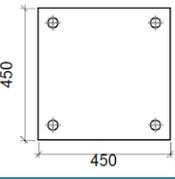
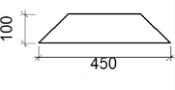
6.5.1.1. TIPO I

1 - DETALLE



2 - DESCRIPCIÓN DE LOS COMPONENTES DE LA UNIÓN

ELEMENTOS COMPLEMENTARIOS

Pieza	Geometría				Taladros				Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro exterior (mm)	Diámetro interior (mm)	Bisel (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Placa base		450	450	18	4	35	22	7.5	S275 (EAE)	275.0	430.0
Rigidizador		450	100	6	-	-	-	-	S275 (EAE)	275.0	430.0

3 - COMPROBACIÓN

a. Pilar HE 240 A

CORDONES DE SOLDADURA

COMPROBACIONES GEOMÉTRICAS

Referencia	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura perimetral a la placa	En ángulo	5	1189	7.5	90.00

a: Espesor garganta

l: Longitud efectiva

t: Espesor de piezas

COMPROBACIÓN DE RESISTENCIA

Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura perimetral a la placa	La comprobación no procede.							430.0	0.85

b. Placa de Anclaje

REFERENCIA:

Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: <i>3 diámetros</i>	Mínimo: 60 mm Calculado: 350 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: <i>2 diámetros</i>	Mínimo: 40 mm Calculado: 50 mm	Cumple
Esbeltez de rigidizadores: -Paralelos a Y:	Máximo: 50 Calculado: 42.9	Cumple
Longitud mínima del perno: <i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>	Mínimo: 20 cm Calculado: 45 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón: -Tracción:	Máximo: 100.01 kN Calculado: 80.48 kN	Cumple
-Cortante:	Máximo: 70.01 kN Calculado: 11.28 kN	Cumple
-Tracción + Cortante:	Máximo: 100.01 kN Calculado: 96.6 kN	Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 100.48 kN Calculado: 75.15 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 380.952 MPa Calculado: 243.227 MPa	Cumple
Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 188.57 kN Calculado: 10.58 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales:	Máximo: 261.905 MPa	
-Derecha:	Calculado: 201.078 MPa	Cumple
-Izquierda:	Calculado: 201.078 MPa	Cumple
-Arriba:	Calculado: 192.068 MPa	Cumple

Comprobación	Valores	Estado
-Abajo:	Calculado: 237.912 MPa	Cumple
Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i>	Mínimo: 250	
-Derecha:	Calculado: 593.771	Cumple
-Izquierda:	Calculado: 593.771	Cumple
-Arriba:	Calculado: 3993.24	Cumple
-Abajo:	Calculado: 3181.16	Cumple
Tensión de Von Mises local: <i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>	Máximo: 261.905 MPa Calculado: 0 MPa	Cumple

SE CUMPLEN TODAS LAS COMPROBACIONES

Información adicional:

- Relación rotura pésima sección de hormigón: 0.189

CORDONES DE SOLDADURA

COMPROBACIONES GEOMÉTRICAS

Referencia	Tipo	a (mm)	Preparación de bordes (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Rigidizador y-y (x = -123): Soldadura a la placa base	En ángulo	4	--	450	6.0	90.00
Rigidizador y-y (x = 123): Soldadura a la placa base	En ángulo	4	--	450	6.0	90.00
Soldadura de los pernos a la placa base	De penetración parcial	--	8	63	18.0	90.00

a: Espesor garganta

l: Longitud efectiva

t: Espesor de piezas

COMPROBACIÓN DE RESISTENCIA

Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Rigidizador y-y (x = -123): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							430.0	0.85
Rigidizador y-y (x = 123): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							430.0	0.85
Soldadura de los pernos a la placa base	0.0	0.0	217.5	376.6	93.06	0.0	0.00	430.0	0.85

4 - MEDICIÓN

SOLDADURAS

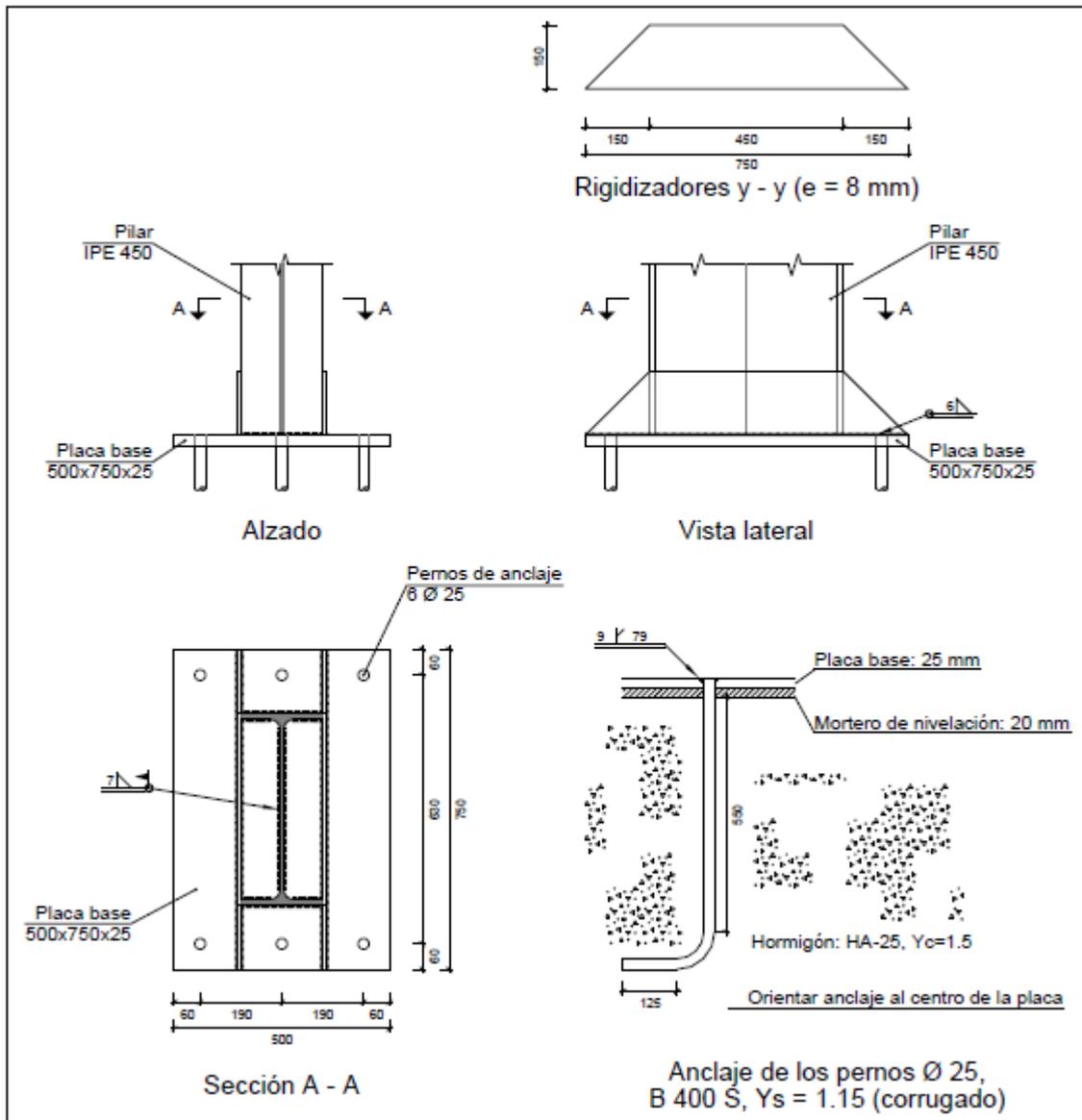
f_u (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
430.0	En taller	En ángulo	4	1752
		A tope en bisel simple con talón de raíz amplio	8	251
	En el lugar de montaje	En ángulo	5	1189

PLACAS DE ANCLAJE

Material	Elementos	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275 (EAE)	Placa base	1	450x450x18	28.61
	Rigidizadores pasantes	2	450/250x100/0x6	3.30
	Total			31.91
B 400 S, $Y_s = 1.15$ (corrugado)	Pernos de anclaje	4	Ø 20 - L = 508 + 194	6.93
	Total			6.93

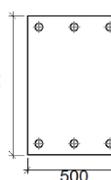
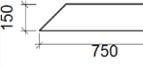
6.5.1.2. TIPO III

1 - DETALLE



2 - DESCRIPCIÓN DE LOS COMPONENTES DE LA UNIÓN

ELEMENTOS COMPLEMENTARIOS

Pieza	Geometría				Taladros				Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro exterior (mm)	Diámetro interior (mm)	Bisel (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Placa base		500	750	25	6	42.2	27	8.6	S275 (EA E)	275.0	430.0
Rigidizador		750	150	8	-	-	-	-	S275 (EA E)	275.0	430.0

3 - COMPROBACIÓN

a. Pilar IPE 450

CORDONES DE SOLDADURA

COMPROBACIONES GEOMÉTRICAS

Referencia	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura perimetral a la placa	En ángulo	7	1415	9.4	90.00

a: Espesor garganta

l: Longitud efectiva

t: Espesor de piezas

COMPROBACIÓN DE RESISTENCIA

Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura perimetral a la placa	La comprobación no procede.							430.0	0.85

b. Placa de Anclaje

Referencia:

Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: <i>3 diámetros</i>	Mínimo: 75 mm Calculado: 190 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: <i>2 diámetros</i>	Mínimo: 50 mm Calculado: 60 mm	Cumple
Esbeltez de rigidizadores: -Paralelos a Y:	Máximo: 50 Calculado: 45.9	Cumple
Longitud mínima del perno: <i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 55 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón:		
-Tracción:	Máximo: 152.79 kN Calculado: 123.18 kN	Cumple
-Cortante:	Máximo: 106.95 kN Calculado: 13.85 kN	Cumple
-Tracción + Cortante:	Máximo: 152.79 kN Calculado: 142.97 kN	Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 157.12 kN Calculado: 113.2 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 380.952 MPa Calculado: 234.665 MPa	Cumple
Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 327.38 kN Calculado: 12.64 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales:	Máximo: 261.905 MPa	
-Derecha:	Calculado: 59.2521 MPa	Cumple
-Izquierda:	Calculado: 59.2521 MPa	Cumple
-Arriba:	Calculado: 225.861 MPa	Cumple

Comprobación	Valores	Estado
-Abajo:	Calculado: 246.51 MPa	Cumple
Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i>	Mínimo: 250	
-Derecha:	Calculado: 2256.25	Cumple
-Izquierda:	Calculado: 2256.25	Cumple
-Arriba:	Calculado: 3821.5	Cumple
-Abajo:	Calculado: 3715.51	Cumple
Tensión de Von Mises local: <i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>	Máximo: 261.905 MPa Calculado: 176.064 MPa	Cumple

SE CUMPLEN TODAS LAS COMPROBACIONES

Información adicional:

- Relación rotura pésima sección de hormigón: 0.166
- Punto de tensión local máxima: (1.38778e-017, 0.315)

CORDONES DE SOLDADURA

COMPROBACIONES GEOMÉTRICAS

Referencia	Tipo	a (mm)	Preparación de bordes (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Rigidizador y-y (x = -99): Soldadura a la placa base	En ángulo	6	--	750	8.0	90.00
Rigidizador y-y (x = 99): Soldadura a la placa base	En ángulo	6	--	750	8.0	90.00
Soldadura de los pernos a la placa base	De penetración parcial	--	9	79	25.0	90.00

a: Espesor garganta

l: Longitud efectiva

t: Espesor de piezas

COMPROBACIÓN DE RESISTENCIA

Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Rigidizador y-y (x = -99): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							430.0	0.85
Rigidizador y-y (x = 99): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							430.0	0.85
Soldadura de los pernos a la placa base	0.0	0.0	218.4	378.3	93.46	0.0	0.00	430.0	0.85

4 - MEDICIÓN

SOLDADURAS

f_u (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
430.0	En taller	En ángulo	6	2942
		A tope en bisel simple con talón de raíz amplio	9	471
	En el lugar de montaje	En ángulo	7	1415

PLACAS DE ANCLAJE

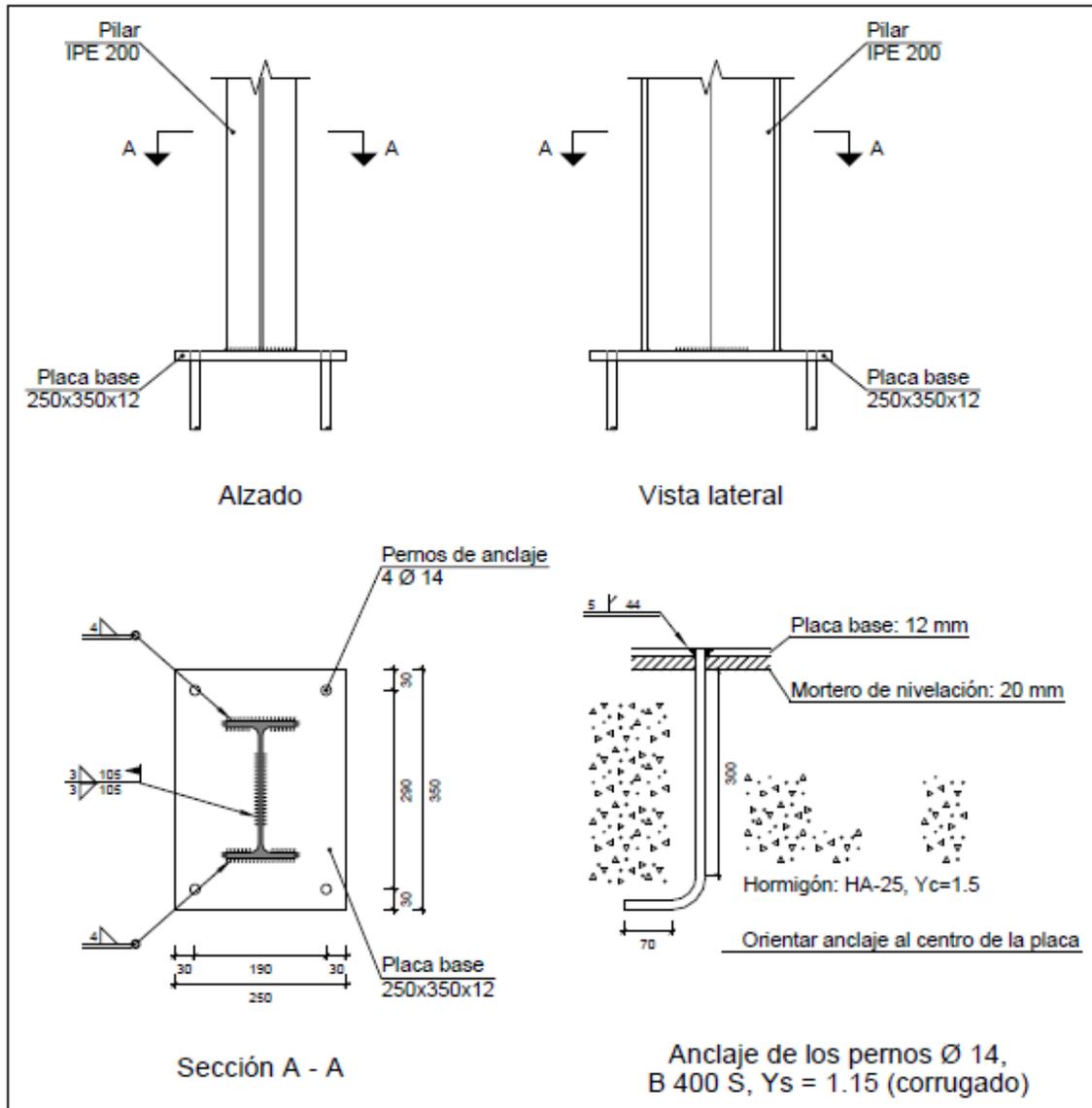
Material	Elementos	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275 (EAE)	Placa base	1	500x750x25	73.59
	Rigidizadores pasantes	2	750/450x150/0x8	11.30
	Total			84.90
B 400 S, $Y_s = 1.15$ (corrugado)	Pernos de anclaje	6	Ø 25 - L = 620 + 243	19.95

PLACAS DE ANCLAJE

Material	Elementos	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
				Total 19.95

6.5.1.3. TIPO XVI

1 - DETALLE

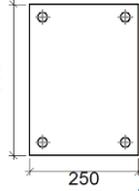


2 - DESCRIPCIÓN DE LOS COMPONENTES DE LA UNIÓN

ELEMENTOS COMPLEMENTARIOS

Pieza	Geometría			Cantidad	Taladros			Acero			
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)		Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro exterior (mm)	Diámetro interior (mm)	Bisel (mm)	Tipo	f _y (MPa)

ELEMENTOS COMPLEMENTARIOS

Pieza	Geometría			Taladros				Acero			
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro exterior (mm)	Diámetro interior (mm)	Bisel (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Placa base		250	350	12	4	23	16	4.5	S275 (EAE)	275.0	430.0

3 - COMPROBACIÓN

a. Pilar IPE 200

CORDONES DE SOLDADURA

COMPROBACIONES GEOMÉTRICAS

Referencia	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del ala superior	En ángulo	4	100	8.5	90.00
Soldadura del alma	En ángulo	3	105	5.6	90.00
Soldadura del ala inferior	En ángulo	4	100	8.5	90.00

a: Espesor garganta

l: Longitud efectiva

t: Espesor de piezas

COMPROBACIÓN DE RESISTENCIA

Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	132.4	132.4	6.8	265.1	65.50	132.4	42.76	430.0	0.85

COMPROBACIÓN DE RESISTENCIA

Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del alma	132.4	132.4	14.8	266.0	65.74	132.4	42.76	430.0	0.85
Soldadura del ala inferior	132.4	132.4	6.8	265.1	65.50	132.4	42.76	430.0	0.85

b. Placa de Anclaje

Referencia:

Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: <i>3 diámetros</i>	Mínimo: 42 mm Calculado: 190 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: <i>2 diámetros</i>	Mínimo: 28 mm Calculado: 30 mm	Cumple
Longitud mínima del perno: <i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>	Mínimo: 15 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón:		
-Tracción:	Máximo: 46.67 kN Calculado: 5.75 kN	Cumple
-Cortante:	Máximo: 32.67 kN Calculado: 6.49 kN	Cumple
-Tracción + Cortante:	Máximo: 46.67 kN Calculado: 15.01 kN	Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 49.28 kN Calculado: 5.19 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 380.952 MPa Calculado: 76.3362 MPa	Cumple

Comprobación	Valores	Estado
Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 88 kN Calculado: 6.08 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales:	Máximo: 261.905 MPa	
- Derecha:	Calculado: 62.5536 MPa	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 62.5536 MPa	Cumple
- Arriba:	Calculado: 78.8837 MPa	Cumple
- Abajo:	Calculado: 78.8837 MPa	Cumple
Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i>	Mínimo: 250	
- Derecha:	Calculado: 1260.02	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 1260.02	Cumple
- Arriba:	Calculado: 900.013	Cumple
- Abajo:	Calculado: 900.013	Cumple
Tensión de Von Mises local: <i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>	Máximo: 261.905 MPa Calculado: 0 MPa	Cumple

SE CUMPLEN TODAS LAS COMPROBACIONES

Información adicional:

- Relación rotura pésima sección de hormigón: 0.0181

CORDONES DE SOLDADURA

COMPROBACIONES GEOMÉTRICAS

Referencia	Tipo	Preparación de bordes (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura de los pernos a la placa base	De penetración parcial	5	44	12.0	90.00

l: Longitud efectiva

t: Espesor de piezas

COMPROBACIÓN DE RESISTENCIA

Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura de los pernos a la placa base	0.0	0.0	47.2	81.7	20.18	0.0	0.00	430.0	0.85

4 - MEDICIÓN

SOLDADURAS

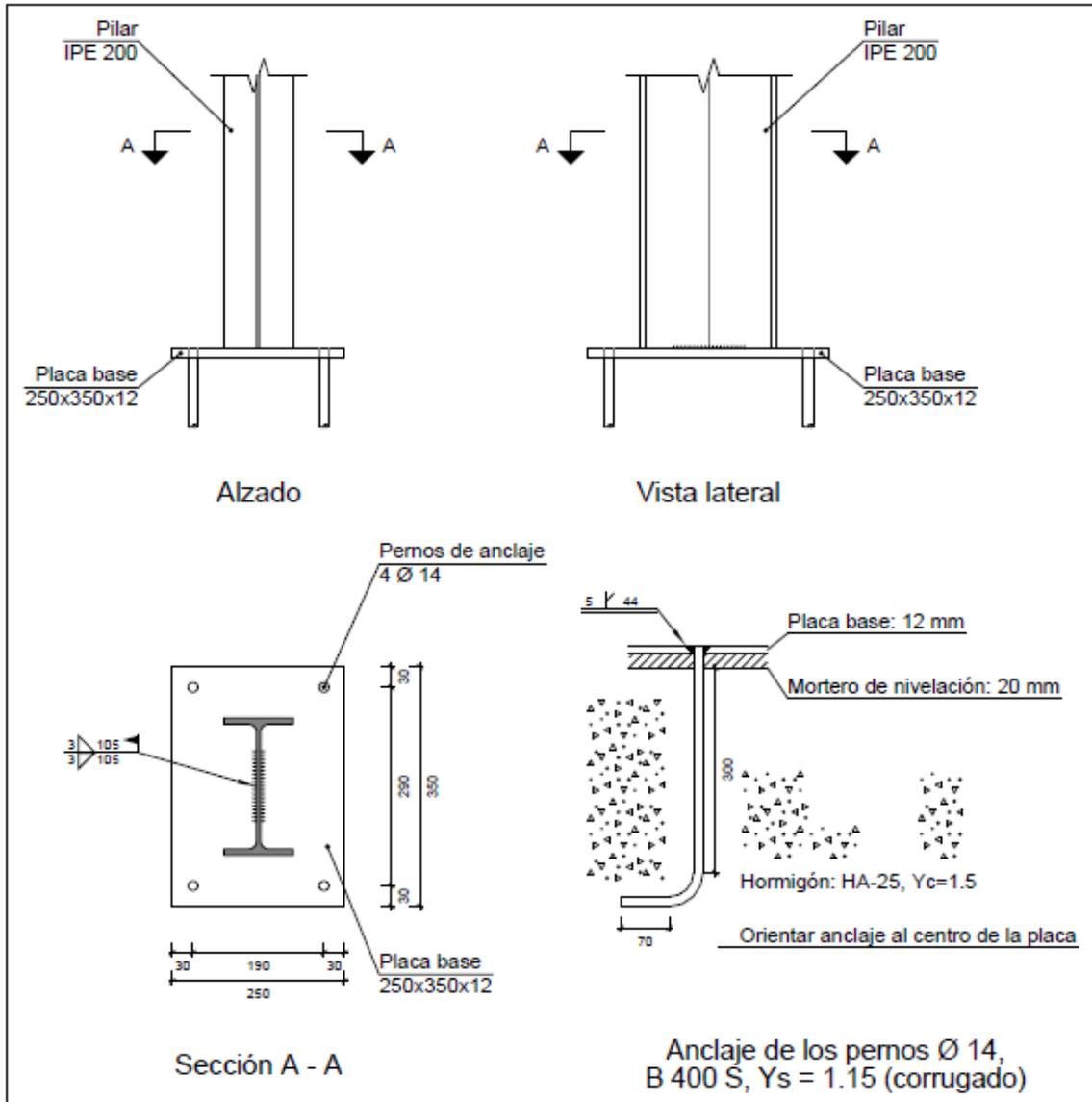
f_u (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
430.0	En taller	En ángulo	4	375
		A tope en bisel simple con talón de raíz amplio	5	176
	En el lugar de montaje	En ángulo	3	210

PLACAS DE ANCLAJE

Material	Elementos	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275 (EAE)	Placa base	1	250x350x12	8.24
	Total			8.24
B 400 S, Ys = 1.15 (corrugado)	Pernos de anclaje	4	Ø 14 - L = 346 + 136	2.33
	Total			2.33

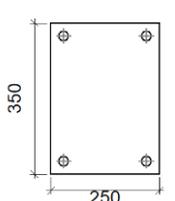
6.5.1.4. TIPO XVII

1 - DETALLE



2 - DESCRIPCIÓN DE LOS COMPONENTES DE LA UNIÓN

ELEMENTOS COMPLEMENTARIOS

Pieza	Geometría			Taladros				Acero			
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro exterior (mm)	Diámetro interior (mm)	Bisel (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Placa base		250	350	12	4	23	16	4.5	S275 (EAE)	275.0	430.0

3 - COMPROBACIÓN

a. Pilar IPE 200

COMPROBACIONES DE RESISTENCIA

Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Tensión de Von Mises	N/mm ²	187.29	261.90	71.51

CORDONES DE SOLDADURA

COMPROBACIONES GEOMÉTRICAS

Referencia	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del alma	En ángulo	3	105	5.6	90.00

a: Espesor garganta

l: Longitud efectiva

t: Espesor de piezas

COMPROBACIÓN DE RESISTENCIA

Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del alma	0.0	0.0	100.9	174.8	43.19	39.5	12.77	430.0	0.85

b. Placa de Anclaje

Referencia:

Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: <i>3 diámetros</i>	Mínimo: 42 mm Calculado: 190 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: <i>2 diámetros</i>	Mínimo: 28 mm Calculado: 30 mm	Cumple
Longitud mínima del perno: <i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>	Mínimo: 15 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón:		
-Tracción:	Máximo: 46.67 kN Calculado: 4.02 kN	Cumple
-Cortante:	Máximo: 32.67 kN Calculado: 7.06 kN	Cumple
-Tracción + Cortante:	Máximo: 46.67 kN Calculado: 14.12 kN	Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 49.28 kN Calculado: 3.58 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 380.952 MPa Calculado: 83.9483 MPa	Cumple
Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 88 kN Calculado: 6.62 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales:	Máximo: 261.905 MPa	

Comprobación	Valores	Estado
- Derecha:	Calculado: 47.4715 MPa	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 47.4715 MPa	Cumple
- Arriba:	Calculado: 54.7567 MPa	Cumple
- Abajo:	Calculado: 54.7567 MPa	Cumple
Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i>	Mínimo: 250	
- Derecha:	Calculado: 1708.99	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 1708.99	Cumple
- Arriba:	Calculado: 1304.4	Cumple
- Abajo:	Calculado: 1304.4	Cumple
Tensión de Von Mises local: <i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>	Máximo: 261.905 MPa Calculado: 0 MPa	Cumple

SE CUMPLEN TODAS LAS COMPROBACIONES

Información adicional:

- Relación rotura pésima sección de hormigón: 0.0137

CORDONES DE SOLDADURA

COMPROBACIONES GEOMÉTRICAS

Referencia	Tipo	Preparación de bordes (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura de los pernos a la placa base	De penetración parcial	5	44	12.0	90.00

l: Longitud efectiva

t: Espesor de piezas

COMPROBACIÓN DE RESISTENCIA

Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura de los pernos a la placa base	0.0	0.0	32.5	56.4	13.93	0.0	0.00	430.0	0.85

4 - MEDICIÓN

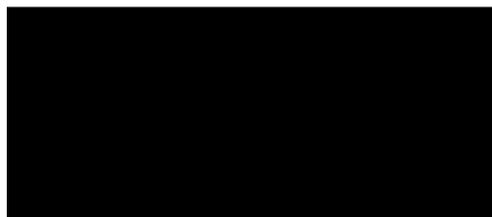
SOLDADURAS

f_u (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
430.0	En taller	A tope en bisel simple con talón de raíz amplio	5	176
	En el lugar de montaje	En ángulo	3	210

PLACAS DE ANCLAJE

Material	Elementos	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275 (EAE)	Placa base	1	250x350x12	8.24
				Total
B 400 S, $Y_s = 1.15$ (corrugado)	Pernos de anclaje	4	Ø 14 - L = 346 + 136	2.33
				Total

CABAÑAS, DICIEMBRE 2021
ELIZABETH MARINA REY GARCÍA





UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

**TRABAJO FIN DE GRADO
CURSO 2021/22**

*ANÁLISIS DE DIFERENTES SOLUCIONES DE
ESTRUCTURA METÁLICA DE UNA NAVE
INDUSTRIAL*

Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales

ANEJO II

ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

ÍNDICE ANEJO II

1. MEMORIA	395
1.1. MEMORIA INFORMATIVA	395
1.1.1. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD	395
1.1.2. OBJETO	395
1.1.3. CONTENIDO DEL ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD	396
1.1.4. DATOS DE LA OBRA	396
1.2. TÉCNICOS INTERVINIENTES.....	397
1.3. MEDIOS DE AUXILIO.....	398
1.3.1 MEDIOS DE AUXILIO EN OBRA.....	398
1.3.2. MEDIOS DE AUXILIO EN CASO DE ACCIDENTE: CENTROS ASISTENCIALES MÁS PRÓXIMOS.....	398
1.4. IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS A ADOPTAR.....	399
1.4.1. DURANTE LOS TRABAJOS PREVIOS A LA EJECUCIÓN..	400
1.4.2. DURANTE LAS FASES DE EJECUCIÓN DE LA OBRA.....	402
1.4.3. DURANTE LA UTILIZACIÓN DE MEDIOS AUXILIARES	405
1.4.4. DURANTE LA UTILIZACIÓN DE MAQUINARÍA Y HERRAMIENTAS.....	407
1.5. IDENTIFICACIÓN DE LOS RIESGOS LABORALES EVITABLES	415
1.6. RELACIÓN DE LOS RIESGOS LABORALES NO ELIMINABLES	417
1.6.1. CAÍDA DE OBJETOS	417
1.6.2. DERMATOSIS	417
1.6.3. ELECTROCUCIONES	417
1.6.4. QUEMADURAS	418
1.6.5. GOLPES Y CORTE EN EXTREMIDADES	418
1.7. CONDICIONES DE SEGURIDAD Y SALUD, EN TRABAJOS POSTERIORES DE REPARACIÓN Y MANTENIMIENTO	419
1.7.1. TRABAJOS EN CERRAMIENTOS EXTERIORES Y CUBIERTAS.....	419
1.7.2. TRABAJOS EN INSTALACIONES	419

1.7.3. TRABAJOS CON PINTURAS Y BARNICES	419
1.8. TRABAJOS QUE IMPLIQUEN RIESGOS ESPECIALES	419
1.9. MEDIDAS EN CASO DE EMERGENCIA	421
1.10. MEDIDAS DE PREVENCIÓN PARA HACER FRENTE A LA CRISIS SANITARIA OCASIONADA POR LA COVID – 19	422
1.11. PRESENCIA DE LOS RECURSOS PREVENTIVOS DEL CONTRATISTA.....	423
2. NORMATIVA Y LEGISLACIÓN APLICABLES	424
2.1. SEGURIDAD Y SALUD	424
2.1.1. SISTEMAS DE PROTECCIÓN COLECTIVA	430
2.1.1.1. PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS	430
2.1.2. EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL	431
2.1.3. MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS	432
2.1.3.1. MATERIAL MÉDICO	432
2.1.4. INSTALACIONES PROVISIONALES DE HIGIENE Y BIENESTAR.....	432
2.1.5. SEÑALIZACIÓN PROVISIONAL DE OBRAS.....	436
2.1.5.1. BALIZAMIENTO	436
2.1.5.2. SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL	437
2.1.5.3. SEÑALIZACIÓN VERTICAL	437
2.1.5.4. SEÑALIZACIÓN MANUAL	437
2.1.5.5. SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD Y SALUD	437
3. PLIEGO DE CONDICIONES	439
3.1. PLIEGO DE CLAÚSULAS ADMINISTRATIVAS	439
3.1.1. DISPOSICIONES GENERALES.....	439
3.1.2. DISPOSICIONES FACULTATIVAS.....	439
3.1.3. FORMACIÓN EN SEGURIDAD.....	443
3.1.4. RECONOCIMIENTOS MÉDICOS.....	443
3.1.5. SALUD E HIGIENE EN EL TRABAJO	443
3.1.6. DOCUMENTACIÓN DE OBRA.....	444
3.1.7. DISPOSICIONES ECONÓMICAS	446
3.2. PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARTICULARES	447
3.2.1. MEDIOS DE PROTECCIÓN COLECTIVA	447

<i>3.2.2. MEDIOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL.....</i>	<i>447</i>
<i>3.2.3. INSTALACIONES PROVISIONALES DE SALUD Y CONFORT</i>	<i>447</i>

1. MEMORIA

1.1. MEMORIA INFORMATIVA

1.1.1. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

Según se establece en el Real Decreto 1.627/1997, del 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, el promotor está obligado a encargar la redacción de un estudio de seguridad y salud en los proyectos de obras en que se den alguno de los supuestos siguientes:

- a. Que el presupuesto de ejecución por contrata incluido en el proyecto es inferior a 450.760,00 euros.
- b. Que la duración estimada sea superior a 30 días laborables, empleándose en algún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente.
- c. Que el volumen estimado de mano de obra, entendiéndose por tal la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores en la obra, no es superior a 500 días.
- d. Las obras de túneles, galerías, conducciones subterráneas o presas.

Dado que la obra **ANÁLISIS DE DIFERENTES SOLUCIONES DE ESTRUCTURA METÁLICA DE UNA NAVE INDUSTRIAL** queda enmarcada entre los grupos anteriores, el promotor **Don Alfredo Del Caño Gochi** ha designado al firmante de este documento para la redacción del Estudio de Seguridad y Salud de la obra.

1.1.2. OBJETO

En el presente Estudio Básico de Seguridad y Salud se definen las medidas a adoptar encaminadas a la prevención de los riesgos de accidente y enfermedades profesionales que pueden ocasionarse durante la ejecución de la obra, así como las instalaciones preceptivas de higiene y bienestar de los trabajadores.

Se exponen unas directrices básicas de acuerdo con la legislación vigente, en cuanto a las disposiciones mínimas en materia de seguridad y salud, con el fin de que el contratista cumpla con sus obligaciones en cuanto a la prevención de riesgos profesionales.

Los objetivos que pretende alcanzar el presente Estudio Básico de Seguridad y Salud son:

- Garantizar la salud e integridad física de los trabajadores
- Evitar acciones o situaciones peligrosas por improvisación, o por insuficiencia o falta de medios
- Delimitar y esclarecer atribuciones y responsabilidades en materia de seguridad de las personas que intervienen en el proceso constructivo

- Determinar los costes de las medidas de protección y prevención
- Referir la clase de medidas de protección a emplear en función del riesgo
- Detectar a tiempo los riesgos que se derivan de la ejecución de la obra
- Aplicar técnicas de ejecución que reduzcan al máximo estos riesgos

1.1.3. CONTENIDO DEL ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

El Estudio Básico de Seguridad y Salud precisa las normas de seguridad y salud aplicables a la obra, contemplando la identificación de los riesgos laborales que puedan ser evitados, indicando las medidas técnicas necesarias para ello, así como la relación de los riesgos laborales que no puedan eliminarse, especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir dichos riesgos y valorando su eficacia, en especial cuando se propongan medidas alternativas, además de cualquier otro tipo de actividad que se lleve a cabo en la misma.

En el Estudio Básico de Seguridad y Salud se contemplan también las previsiones y las informaciones útiles para efectuar en su día, en las debidas condiciones de seguridad y salud, los previsibles trabajos posteriores de reparación o mantenimiento, siempre dentro del marco de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

1.1.4. DATOS DE LA OBRA

El presente Estudio de Seguridad y Salud se redacta para la obra:
ANÁLISIS DE DIFERENTES SOLUCIONES DE ESTRUCTURA METÁLICA DE UNA NAVE INDUSTRIAL

- El **presupuesto de ejecución material** de las obras es de: **225.658,29 €.**
- Se prevé un **plazo de ejecución** de las mismas de: **1 mes.**
- La **superficie** total construida es de: **924 m2.**
- El **número total de operarios** previstos que intervengan en la obra en sus diferentes fases es de: **18 trabajadores.**

1.2. TÉCNICOS INTERVINIENTES

La relación de técnicos intervinientes en la obra es la siguiente:

TÉCNICO REDACTOR DEL PROYECTO DE EJECUCIÓN:

Elizabeth Marina Rey García

TITULACIÓN DEL PROYECTISTA:

Estudiante Grado de Ingeniería en Tecnologías Industriales

DIRECTOR DE OBRA:

Elizabeth Marina Rey García

TITULACIÓN DEL DIRECTOR DE OBRA:

Estudiante Grado de Ingeniería en Tecnologías Industriales

AUTOR DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD:

Elizabeth Marina Rey García

TITULACIÓN DEL AUTOR DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD:

Estudiante Grado de Ingeniería en Tecnologías Industriales

1.3. MEDIOS DE AUXILIO

La evacuación de heridos a los centros sanitarios se llevará a cabo exclusivamente por personal especializado, en ambulancia. Tan solo los heridos leves podrán trasladarse por otros medios, siempre con el consentimiento y bajo la supervisión del responsable de emergencias de la obra.

Se dispondrá en lugar visible de la obra un cartel con los teléfonos de urgencias y de los centros sanitarios más próximos.

1.3.1 MEDIOS DE AUXILIO EN OBRA

En la obra se dispondrá de un armario botiquín portátil modelo B con destino a empresas de 5 a 25 trabajadores, en un lugar accesible a los operarios y debidamente equipado.

Su contenido mínimo será:

- Desinfectantes y antisépticos autorizados
- Gasas estériles
- Algodón hidrófilo
- Vendas
- Esparadrapo
- Apósitos adhesivos
- Tijeras
- Pinzas y guantes desechables

El responsable de emergencias revisará periódicamente el material de primeros auxilios, reponiendo los elementos utilizados y sustituyendo los productos caducados.

1.3.2. MEDIOS DE AUXILIO EN CASO DE ACCIDENTE: CENTROS ASISTENCIALES MÁS PRÓXIMOS

Se aporta la información de los centros sanitarios más próximos a la obra, que puede ser de gran utilidad si se llegara a producir un accidente laboral.

NIVEL ASISTENCIAL	NOMBRE, EMPLAZAMIENTO Y TELÉFONO	DISTANCIA APROX. (KM)
Primeros auxilios	Botiquín portátil	En la obra
Asistencia primaria (Urgencias)	Arquitecto Marcide Av. da Residencia 981334000	4,5 km

La distancia al centro asistencial más próximo Av. da Residencia se estima en 6 minutos, en condiciones normales de tráfico.

1.4. IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS A ADOPTAR

A continuación se expone la relación de los riesgos más frecuentes que pueden surgir durante las distintas fases de la obra, con las medidas preventivas y de protección colectiva a adoptar con el fin de eliminar o reducir al máximo dichos riesgos, así como los equipos de protección individual (EPI) imprescindibles para mejorar las condiciones de seguridad y salud en la obra.

RIESGOS GENERALES MÁS FRECUENTES

- Caída de objetos y/o materiales al mismo o a distinto nivel
- Desprendimiento de cargas suspendidas.
- Exposición a temperaturas ambientales extremas.
- Exposición a vibraciones y ruido.
- Cortes y golpes en la cabeza y extremidades.
- Cortes y heridas con objetos punzantes
- Sobreesfuerzos, movimientos repetitivos o posturas inadecuadas.
- Electrocuaciones por contacto directo o indirecto
- Dermatitis por contacto con yesos, escayola, cemento, pinturas, pegamentos, etc.
- Intoxicación por inhalación de humos y gases

MEDIDAS PREVENTIVAS Y PROTECCIONES COLECTIVAS DE CARÁCTER GENERAL

- La zona de trabajo permanecerá ordenada, libre de obstáculos, limpia y bien iluminada.
- Se colocarán carteles indicativos de las medidas de seguridad en lugares visibles de la obra
- Se prohibirá la entrada a toda persona ajena a la obra.
- Los recursos preventivos de la obra tendrán presencia permanente en aquellos trabajos que entrañen mayores riesgos.
- Las operaciones que entrañen riesgos especiales se realizarán bajo la supervisión de una persona cualificada, debidamente instruida.
- Se suspenderán los trabajos en caso de tormenta y cuando llueva con intensidad o la velocidad del viento sea superior a 50 km/h.
- Cuando las temperaturas sean extremas, se evitará, en la medida de lo posible, trabajar durante las horas de mayor insolación.
- La carga y descarga de materiales se realizará con precaución y cautela, preferentemente por medios mecánicos, evitando movimientos bruscos que provoquen su caída
- La manipulación de los elementos pesados se realizará por personal cualificado, utilizando medios mecánicos o palancas, para evitar sobreesfuerzos innecesarios.

- Ante la existencia de líneas eléctricas aéreas, se guardarán las distancias mínimas preventivas, en función de su intensidad y voltaje.
- No se realizará ningún trabajo dentro del radio de acción de las máquinas o vehículos
- Los operarios no desarrollarán trabajos, ni permanecerán, debajo de cargas suspendidas.
- Se evitarán o reducirán al máximo los trabajos en altura.
- Se utilizarán escaleras normalizadas, sujetas firmemente, para el descenso y ascenso a las zonas excavadas
- Los huecos horizontales y los bordes de los forjados se protegerán mediante la colocación de barandillas o redes homologadas
- Dentro del recinto de la obra, los vehículos y máquinas circularán a una velocidad reducida, inferior a 20 km/h

EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL (EPI) A UTILIZAR EN LAS DISTINTAS FASES DE EJECUCIÓN DE LA OBRA

- Casco de seguridad homologado.
- Casco de seguridad con barboquejo.
- Cinturón de seguridad con dispositivo anticaída.
- Cinturón portaherramientas
- Guantes de goma
- Guantes de cuero.
- Guantes aislantes
- Calzado con puntera reforzada
- Calzado de seguridad con suela aislante y anticlavos.
- Botas de caña alta de goma
- Mascarilla con filtro mecánico para el corte de ladrillos con sierra
- Ropa de trabajo impermeable.
- Faja antilumbago.
- Gafas de seguridad antiimpactos
- Protectores auditivos.

1.4.1. DURANTE LOS TRABAJOS PREVIOS A LA EJECUCIÓN

Se expone la relación de los riesgos más frecuentes que pueden surgir en los trabajos previos a la ejecución de la obra, con las medidas preventivas, protecciones colectivas y equipos de protección individual (EPI), específicos para dichos trabajos.

INSTALACIÓN ELÉCTRICA PROVISIONAL

RIESGOS MÁS FRECUENTES

- Electroclusiones por contacto directo o indirecto

- Cortes y heridas con objetos punzantes
- Proyección de partículas en los ojos
- Incendios

MEDIDAS PREVENTIVAS Y PROTECCIONES COLECTIVAS:

- Prevención de posibles contactos eléctricos indirectos, mediante el sistema de protección de puesta a tierra y dispositivos de corte (interruptores diferenciales)
- Se respetará una distancia mínima a las líneas de alta tensión de 6 m para las líneas aéreas y de 2 m para las líneas enterradas
- Se comprobará que el trazado de la línea eléctrica no coincide con el del suministro de agua
- Se ubicarán los cuadros eléctricos en lugares accesibles, dentro de cajas prefabricadas homologadas, con su toma de tierra independiente, protegidas de la intemperie y provistas de puerta, llave y visera
- Se utilizarán solamente conducciones eléctricas antihumedad y conexiones estancas
- En caso de tender líneas eléctricas sobre zonas de paso, se situarán a una altura mínima de 2,2 m si se ha dispuesto algún elemento para impedir el paso de vehículos y de 5,0 m en caso contrario
- Los cables enterrados estarán perfectamente señalizados y protegidos con tubos rígidos, a una profundidad superior a 0,4 m
- Las tomas de corriente se realizarán a través de clavijas blindadas normalizadas
- Quedan terminantemente prohibidas las conexiones triples (ladrones) y el empleo de fusibles caseros, empleándose una toma de corriente independiente para cada aparato o herramienta

EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL (EPI):

- Calzado aislante para electricistas
- Guantes dieléctricos.
- Banquetas aislantes de la electricidad.
- Comprobadores de tensión.
- Herramientas aislantes.
- Ropa de trabajo impermeable.
- Ropa de trabajo reflectante.

VALLADO DE OBRA

RIESGOS MÁS FRECUENTES

- Cortes y heridas con objetos punzantes
- Proyección de fragmentos o de partículas
- Exposición a temperaturas ambientales extremas.
- Exposición a vibraciones y ruido.

MEDIDAS PREVENTIVAS Y PROTECCIONES COLECTIVAS:

- Se prohibirá el aparcamiento en la zona destinada a la entrada de vehículos a la obra
- Se retirarán los clavos y todo el material punzante resultante del vallado
- Se localizarán las conducciones que puedan existir en la zona de trabajo, previamente a la excavación

EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL (EPI):

- Calzado con puntera reforzada
- Guantes de cuero.
- Ropa de trabajo reflectante.

1.4.2. DURANTE LAS FASES DE EJECUCIÓN DE LA OBRA

CIMENTACIÓN

RIESGOS MÁS FRECUENTES

- Inundaciones o filtraciones de agua
- Vuelcos, choques y golpes provocados por la maquinaria o por vehículos

MEDIDAS PREVENTIVAS Y PROTECCIONES COLECTIVAS:

- Se colocarán protectores homologados en las puntas de las armaduras de espera
- El transporte de las armaduras se efectuará mediante eslingas, enlazadas y provistas de ganchos con pestillos de seguridad
- Se retirarán los clavos sobrantes y los materiales punzantes

EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL (EPI):

- Guantes homologados para el trabajo con hormigón
- Guantes de cuero para la manipulación de las armaduras
- Botas de goma de caña alta para hormigonado
- Botas de seguridad con plantillas de acero y antideslizantes

ESTRUCTURA

RIESGOS MÁS FRECUENTES

- Desprendimientos de los materiales de encofrado por apilado incorrecto
- Caída del encofrado al vacío durante las operaciones de desencofrado
- Cortes al utilizar la sierra circular de mesa o las sierras de mano

MEDIDAS PREVENTIVAS Y PROTECCIONES COLECTIVAS:

- Se protegerá la vía pública con una visera de protección formada por ménsula y entablado
- Los huecos horizontales y los bordes de los forjados se protegerán mediante la colocación de barandillas o redes homologadas

EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL (EPI):

- Cinturón de seguridad con dispositivo anticaída.
- Guantes homologados para el trabajo con hormigón
- Guantes de cuero para la manipulación de las armaduras
- Botas de goma de caña alta para hormigonado
- Botas de seguridad con plantillas de acero y antideslizantes

CERRAMIENTOS Y REVESTIMIENTOS EXTERIORES

RIESGOS MÁS FRECUENTES

- Caída de objetos o materiales desde distinto nivel.
- Exposición a temperaturas ambientales extremas.
- Afecciones cutáneas por contacto con morteros, yeso, escayola o materiales aislantes

MEDIDAS PREVENTIVAS Y PROTECCIONES COLECTIVAS:

- Marquesinas para la protección frente a la caída de objetos
- No retirada de las barandillas antes de la ejecución del cerramiento

EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL (EPI):

- Uso de mascarilla con filtro mecánico para el corte de ladrillos con sierra

CUBIERTAS

RIESGOS MÁS FRECUENTES

- Caída por los bordes
- de cubierta o deslizamiento por los faldones

MEDIDAS PREVENTIVAS Y PROTECCIONES COLECTIVAS:

- El acopio de los materiales de cubierta se realizará en zonas alejadas de los bordes o aleros, y fuera de las zonas de circulación, preferentemente sobre vigas o soportes
- El acceso a la cubierta se realizará mediante escaleras de mano homologadas, ubicadas en huecos protegidos y apoyadas sobre superficies horizontales, sobrepasando 1,0 m la altura de desembarque
- Se instalarán anclajes en la cumbrera para amarrar los cables y/o los cinturones de seguridad

EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL (EPI):

- Calzado con suela antideslizante
- Ropa de trabajo impermeable.
- Cinturón de seguridad con dispositivo anticaída.

PARTICIONES

RIESGOS MÁS FRECUENTES

- Caída de objetos y/o materiales al mismo o a distinto nivel
- Exposición a vibraciones y ruido.
- Cortes y golpes en la cabeza y extremidades.
- Cortes y heridas con objetos punzantes
- Sobre esfuerzos, movimientos repetitivos o posturas inadecuadas.
- Dermatitis por contacto con yesos, escayola, cemento, pinturas, pegamentos, etc.

MEDIDAS PREVENTIVAS Y PROTECCIONES COLECTIVAS:

- Se evitarán o reducirán al máximo los trabajos en altura.
- Se utilizarán escaleras normalizadas, sujetas firmemente, para el descenso y ascenso a las zonas excavadas
- El acopio de los materiales de cubierta se realizará en zonas alejadas de los bordes o aleros, y fuera de las zonas de circulación, preferentemente sobre vigas o soportes
- Los huecos horizontales y los bordes de los forjados se protegerán mediante la colocación de barandillas o redes homologadas

EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL (EPI):

- Casco de seguridad homologado.
- Cinturón portaherramientas
- Guantes de cuero.
- Calzado con puntera reforzada
- Mascarilla con filtro mecánico para el corte de ladrillos con sierra
- Faja antilumbago.
- Gafas de seguridad antiimpactos
- Protectores auditivos.

INSTALACIONES EN GENERAL

RIESGOS MÁS FRECUENTES

- Electroclusiones por contacto directo o indirecto
- Quemaduras producidas por descargas eléctricas
- Intoxicación por vapores procedentes de la soldadura
- Incendios y explosiones

MEDIDAS PREVENTIVAS Y PROTECCIONES COLECTIVAS:

- El personal encargado de realizar trabajos en instalaciones estará formado y adiestrado en el empleo del material de seguridad y de los equipos y herramientas específicas para cada labor
- Se utilizarán solamente lámparas portátiles homologadas, con manguera antihumedad y clavija de conexión normalizada, alimentadas a 24 voltios
- Se utilizarán herramientas portátiles con doble aislamiento

EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL (EPI):

- Guantes aislantes en pruebas de tensión
- Calzado con suela aislante ante contactos eléctricos
- Banquetas aislantes de la electricidad.
- Comprobadores de tensión.
- Herramientas aislantes.

1.4.3. DURANTE LA UTILIZACIÓN DE MEDIOS AUXILIARES

La prevención de los riesgos derivados de la utilización de los medios auxiliares de la obra se realizará atendiendo a la legislación vigente en la materia.

En ningún caso se admitirá la utilización de andamios o escaleras de mano que no estén normalizados y cumplan con la normativa vigente.

En el caso de las plataformas de descarga de materiales, sólo se utilizarán modelos normalizados, disponiendo de barandillas homologadas y enganches para cinturón de seguridad, entre otros elementos.

Relación de medios auxiliares previstos en la obra con sus respectivas medidas preventivas y protecciones colectivas:

PUNTALES

- No se retirarán los puntales, ni se modificará su disposición una vez hayan entrado en carga, respetándose el periodo estricto de desencofrado.
- Los puntales no quedarán dispersos por la obra, evitando su apoyo en posición inclinada sobre los paramentos verticales, acopiándose siempre cuando dejen de utilizarse.
- Los puntales telescópicos se transportarán con los mecanismos de extensión bloqueados.

TORRE DE HORMIGONADO

- Se colocará, en un lugar visible al pie de la torre de hormigonado, un cartel que indique "Prohibido el acceso a toda persona no autorizada".
- Las torres de hormigonado permanecerán protegidas perimetralmente mediante barandillas homologadas, con rodapié, con una altura igual o superior a 0,9 m.
- No se permitirá la presencia de personas ni de objetos sobre las plataformas de las torres de hormigonado durante sus cambios de posición.
- En el hormigonado de los pilares de esquina, las torres de hormigonado se ubicarán con la cara de trabajo situada perpendicularmente a la diagonal interna del pilar, con el fin de lograr la posición más segura y eficaz.

ESCALERA DE MANO

- Se revisará periódicamente el estado de conservación de las escaleras.
- Dispondrán de zapatas antideslizantes o elementos de fijación en la parte superior o inferior de los largueros.
- Se transportarán con el extremo delantero elevado, para evitar golpes a otros objetos o a personas.
- Se apoyarán sobre superficies horizontales, con la planeidad adecuada para que sean estables e inmóviles, quedando prohibido el uso como cuña de cascotes, ladrillos, bovedillas o elementos similares.

- Los travesaños quedarán en posición horizontal y la inclinación de la escalera será inferior al 75% respecto al plano horizontal.
- El extremo superior de la escalera sobresaldrá 1,0 m de la altura de desembarque, medido en la dirección vertical.
- El operario realizará el ascenso y descenso por la escalera en posición frontal (mirando los peldaños), sujetándose firmemente con las dos manos en los peldaños, no en los largueros.
- Se evitará el ascenso o descenso simultáneo de dos o más personas.
- Cuando se requiera trabajar sobre la escalera en alturas superiores a 3,5 m, se utilizará siempre el cinturón de seguridad con dispositivo anticaída.

ANDAMIO DE BORRIQUETAS

- Los andamios de borriquetas se apoyarán sobre superficies firmes, estables y niveladas.
- Se empleará un mínimo de dos borriquetas para la formación de andamios, quedando totalmente prohibido como apoyo el uso de bidones, ladrillos, bovedillas u otros objetos.
- Las plataformas de trabajo estarán perfectamente ancladas a las borriquetas.
- Queda totalmente prohibido instalar un andamio de borriquetas encima de otro.

PLATAFORMA SUSPENDIDA

- Se realizará una inspección antes de iniciar cualquier actividad en el andamio, prestando especial atención a los cables, a los mecanismos de elevación, a los pescantes y a los puntos de amarre.
- Se verificará que la separación entre el paramento vertical de trabajo y la cara del andamio es inferior a 0,3 m, y que las pasarelas permanecen niveladas.
- No se utilizarán pasarelas de tablonés entre las plataformas de los andamios colgantes.
- Se utilizará el cinturón de seguridad con dispositivo anticaída, asegurándolo a la línea de vida independiente.
- No se realizarán trabajos en la vertical de la plataforma de andamios colgantes.

1.4.4. DURANTE LA UTILIZACIÓN DE MAQUINARÍA Y HERRAMIENTAS

Las medidas preventivas a adoptar y las protecciones a emplear para el control y la reducción de riesgos debidos a la utilización de maquinaria y

herramientas durante la ejecución de la obra se desarrollarán en el correspondiente Plan de Seguridad y Salud, conforme a los siguientes criterios:

- a. Todas las máquinas y herramientas que se utilicen en la obra dispondrán de su correspondiente manual de instrucciones, en el que estarán especificados claramente tanto los riesgos que entrañan para los trabajadores como los procedimientos para su utilización con la debida seguridad.
- b. No se aceptará la utilización de ninguna máquina, mecanismo o artefacto mecánico sin reglamentación específica.

Relación de máquinas y herramientas que está previsto utilizar en la obra, con sus correspondientes medidas preventivas y protecciones colectivas:

PALA CARGADORA

- Para realizar las tareas de mantenimiento, se apoyará la cuchara en el suelo, se parará el motor, se conectará el freno de estacionamiento y se bloqueará la máquina.
- Queda prohibido el uso de la cuchara como grúa o medio de transporte.
- La extracción de tierras se efectuará en posición frontal a la pendiente
- El transporte de tierras se realizará con la cuchara en la posición más baja posible, para garantizar la estabilidad de la pala

RETROEXCAVADORA

- Para realizar las tareas de mantenimiento, se apoyará la cuchara en el suelo, se parará el motor, se conectará el freno de estacionamiento y se bloqueará la máquina.
- Queda prohibido el uso de la cuchara como grúa o medio de transporte.
- Los desplazamientos de la retroexcavadora se realizarán con la cuchara apoyada sobre la máquina en el sentido de la marcha.
- Los cambios de posición de la cuchara en superficies inclinadas se realizarán por la zona de mayor altura.
- Se prohibirá la realización de trabajos dentro del radio de acción de la máquina.

CAMIÓN DE CAJA BASCULANTE

- Las maniobras del camión serán dirigidas por un señalista de tráfico.
- Se comprobará que el freno de mano está activado antes de la puesta en marcha del motor, al abandonar el vehículo y durante las operaciones de carga y descarga.
- No se circulará con la caja izada después de la descarga.

CAMIÓN PARA TRANSPORTE

- Las maniobras del camión serán dirigidas por un señalista de tráfico.
- Las cargas se repartirán uniformemente en la caja, evitando acopios con pendientes superiores al 5% y protegiendo los materiales sueltos con una lona
- Antes de proceder a las operaciones de carga y descarga, se colocará el freno en posición de frenado y, en caso de estar situado en pendiente, calzos de inmovilización debajo de las ruedas
- En las operaciones de carga y descarga se evitarán movimientos bruscos que provoquen la pérdida de estabilidad, permaneciendo siempre el conductor fuera de la cabina

GRÚA TORRE

- El operador de la grúa estará en posesión de un carné vigente, expedido por el órgano competente.
- La grúa torre será revisada y probada antes de su puesta en servicio, quedando dicha revisión debidamente documentada.
- La grúa se ubicará en el lugar indicado en los planos, sobre superficies firmes y estables, siguiendo las instrucciones del fabricante.
- Los bloques de lastre y los contrapesos tendrán el tamaño, características y peso específico indicados por el fabricante.
- Para acceder a la parte superior de la grúa, la torre estará dotada de una escalera metálica sujeta a la estructura de la torre y protegida con anillos de seguridad, disponiendo de un cable fijador para el amarre del cinturón de seguridad de los operarios.
- La grúa estará dotada de dispositivos limitadores de momento, de carga máxima, de recorrido de altura del gancho, de traslación del carro y del número de giros de la torre.
- El acceso a la botonera, al cuadro eléctrico y a la estructura de la grúa estará restringido a personas autorizadas.
- El operador de la grúa se situará en un lugar seguro, desde el cual tenga una visibilidad continua de la carga. Si en algún punto del recorrido la carga puede salir de su campo de visión, deberá realizar la maniobra con la ayuda de un señalista.
- El gruista no trabajará en las proximidades de los bordes de forjados o de la excavación. En caso de que fuera necesario, dispondría de cinturón de seguridad amarrado a un punto fijo, independiente a la grúa.
- Finalizada la jornada de trabajo, se izará el gancho, sin cargas, a la altura máxima y se dejará lo más próximo posible a la torre, dejando la grúa en posición de veleta y desconectando la corriente eléctrica.

CAMIÓN GRÚA

- El conductor accederá al vehículo descenderá del mismo con el motor apagado, en posición frontal, evitando saltar al suelo y haciendo uso de los peldaños y asideros.
- Se cuidará especialmente de no sobrepasar la carga máxima indicada por el fabricante.
- La cabina dispondrá de botiquín de primeros auxilios y de extintor timbrado y revisado.
- Los vehículos dispondrán de bocina de retroceso.
- Se comprobará que el freno de mano está activado antes de la puesta en marcha del motor, al abandonar el vehículo y durante las operaciones de elevación.
- La elevación se realizará evitando operaciones bruscas, que provoquen la pérdida de estabilidad de la carga.

HORMIGONERA

- Las operaciones de mantenimiento serán realizadas por personal especializado, previa desconexión de la energía eléctrica
- La hormigonera tendrá un grado de protección IP-55
- Su uso estará restringido sólo a personas autorizadas
- Dispondrá de freno de basculamiento del bombo
- Los conductos de alimentación eléctrica de la hormigonera estarán conectados a tierra, asociados a un disyuntor diferencial
- Las partes móviles del aparato deberán permanecer siempre protegidas mediante carcasas conectadas a tierra
- No se ubicarán a distancias inferiores a tres metros de los bordes de excavación y/o de los bordes de los forjados

VIBRADOR

- La operación de vibrado se realizará siempre desde una posición estable
- La manguera de alimentación desde el cuadro eléctrico estará protegida cuando discurra por zonas de paso
- Tanto el cable de alimentación como su conexión al transformador estarán en perfectas condiciones de estanqueidad y aislamiento
- Los operarios no efectuarán el arrastre del cable de alimentación colocándolo alrededor del cuerpo. Si es necesario, esta operación se realizará entre dos operarios

- El vibrado del hormigón se realizará desde plataformas de trabajo seguras, no permaneciendo en ningún momento el operario sobre el encofrado ni sobre elementos inestables
- Nunca se abandonará el vibrador en funcionamiento, ni se desplazará tirando de los cables
- Para las vibraciones transmitidas al sistema mano-brazo, el valor de exposición diaria normalizado para un período de referencia de ocho horas, no superará 2,5 m/s², siendo el valor límite de 5 m/s²

MARTILLO PICADOR

- Las mangueras de aire comprimido deben estar situadas de forma que no dificulten ni el trabajo de los operarios ni el paso del personal.
- No se realizarán ni esfuerzos de palanca ni operaciones similares con el martillo en marcha.
- Se verificará el perfecto estado de los acoplamientos de las mangueras.
- Se cerrará el paso del aire antes de desarmar un martillo.
-

MAQUINILLO

- Será utilizado exclusivamente por la persona debidamente autorizada.
- El trabajador que utilice el maquinillo estará debidamente formado en su uso y manejo, conocerá el contenido del manual de instrucciones, las correctas medidas preventivas a adoptar y el uso de los EPI necesarios.
- Previamente al inicio de cualquier trabajo, se comprobará el estado de los accesorios de seguridad, del cable de suspensión de cargas y de las eslingas.
- Se comprobará la existencia del limitador de recorrido que impide el choque de la carga contra el extremo superior de la pluma.
- Dispondrá de marcado CE, de declaración de conformidad y de manual de instrucciones emitido por el fabricante.
- Quedará claramente visible el cartel que indica el peso máximo a elevar.
- Se acotará la zona de la obra en la que exista riesgo de caída de los materiales transportados por el maquinillo.
- Se revisará el cable a diario, siendo obligatoria su sustitución cuando el número de hilos rotos sea igual o superior al 10% del total
- El anclaje del maquinillo se realizará según se indica en el manual de instrucciones del fabricante

- El arriostramiento nunca se hará con bidones llenos de agua, de arena u de otro material.
- Se realizará el mantenimiento previsto por el fabricante.

SIERRA CIRCULAR

- Su uso está destinado exclusivamente al corte de elementos o piezas de la obra
- Para el corte de materiales cerámicos o pétreos se emplearán discos abrasivos y para elementos de madera discos de sierra.
- Deberá existir un interruptor de parada cerca de la zona de mando.
- La zona de trabajo deberá estar limpia de serrín y de virutas, para evitar posibles incendios.
- Las piezas a serrar no contendrán clavos ni otros elementos metálicos.
- El trabajo con el disco agresivo se realizará en húmedo.
- No se utilizará la sierra circular sin la protección de prendas adecuadas, tales como mascarillas antipolvo y gafas.

SIERRA CIRCULAR DE MESA

- Será utilizado exclusivamente por la persona debidamente autorizada.
- El trabajador que utilice la sierra circular estará debidamente formado en su uso y manejo, conocerá el contenido del manual de instrucciones, las correctas medidas preventivas a adoptar y el uso de los EPI necesarios
- Las sierras circulares se ubicarán en un lugar apropiado, sobre superficies firmes y secas, a distancias superiores a tres metros del borde de los forjados, salvo que éstos estén debidamente protegidos por redes, barandillas o petos de remate
- En los casos en que se superen los valores de exposición al ruido indicados en el artículo 51 del Real Decreto 286/06 de protección de los trabajadores frente al ruido, se establecerán las acciones correctivas oportunas, tales como el empleo de protectores auditivos
- La sierra estará totalmente protegida por la parte inferior de la mesa, de manera que no se pueda acceder al disco
- La parte superior de la sierra dispondrá de una carcasa metálica que impida el acceso al disco de sierra, excepto por el punto de introducción del elemento a cortar, y la proyección de partículas
- Se utilizará siempre un empujador para guiar el elemento a cortar, de modo que en ningún caso la mano quede expuesta al disco de la sierra

- La instalación eléctrica de la máquina estará siempre en perfecto estado y condiciones, comprobándose periódicamente el cableado, las clavijas y la toma de tierra
- Las piezas a serrar no contendrán clavos ni otros elementos metálicos.
- El operario se colocará a sotavento del disco, evitando la inhalación de polvo

CORTADORA DE MATERIAL CERÁMICO

- Se comprobará el estado del disco antes de iniciar cualquier trabajo. Si estuviera desgastado o resquebrajado se procederá a su inmediata sustitución
- la protección del disco y de la transmisión estará activada en todo momento
- No se presionará contra el disco la pieza a cortar para evitar el bloqueo

EQUIPO DE SOLDADURA

- No habrá materiales inflamables ni explosivos a menos de 10 metros de la zona de trabajo de soldadura.
- Antes de soldar se eliminarán las pinturas y recubrimientos del soporte
- Durante los trabajos de soldadura se dispondrá siempre de un extintor de polvo químico en perfecto estado y condiciones de uso, en un lugar próximo y accesible.
- En los locales cerrados en los que no se pueda garantizar una correcta renovación de aire se instalarán extractores, preferentemente sistemas de aspiración localizada.
- Se paralizarán los trabajos de soldadura en altura ante la presencia de personas bajo el área de trabajo.
- Tanto los soldadores como los trabajadores que se encuentren en las inmediaciones dispondrán de protección visual adecuada, no permaneciendo en ningún caso con los ojos al descubierto.

HERRAMIENTAS MANUALES DIVERSAS

- La alimentación de las herramientas se realizará a 24 V cuando se trabaje en ambientes húmedos o las herramientas no dispongan de doble aislamiento.
- El acceso a las herramientas y su uso estará permitido únicamente a las personas autorizadas.
- No se retirarán de las herramientas las protecciones diseñadas por el fabricante.

- Se prohibirá, durante el trabajo con herramientas, el uso de pulseras, relojes, cadenas y elementos similares.
- Las herramientas eléctricas dispondrán de doble aislamiento o estarán conectadas a tierra
- En las herramientas de corte se protegerá el disco con una carcasa antiproyección.
- Las conexiones eléctricas a través de clemas se protegerán con carcasas anticontactos eléctricos.
- Las herramientas se mantendrán en perfecto estado de uso, con los mangos sin grietas y limpios de residuos, manteniendo su carácter aislante para los trabajos eléctricos.
- Las herramientas eléctricas estarán apagadas mientras no se estén utilizando y no se podrán usar con las manos o los pies mojados.
- En los casos en que se superen los valores de exposición al ruido que establece la legislación vigente en materia de protección de los trabajadores frente al ruido, se establecerán las acciones correctivas oportunas, tales como el empleo de protectores auditivos.

1.5. IDENTIFICACIÓN DE LOS RIESGOS LABORALES EVITABLES

En este apartado se reseña la relación de las medidas preventivas a adoptar para evitar o reducir el efecto de los riesgos más frecuentes durante la ejecución de la obra.

CAÍDAS AL MISMO NIVEL

- La zona de trabajo permanecerá ordenada, libre de obstáculos, limpia y bien iluminada.
- Se habilitarán y balizarán las zonas de acopio de materiales.

CAÍDAS A DISTINTO NIVEL.

- Se dispondrán escaleras de acceso para salvar los desniveles.
- Los huecos horizontales y los bordes de los forjados se protegerán mediante barandillas y redes homologadas.
- Se mantendrán en buen estado las protecciones de los huecos y de los desniveles.
- Las escaleras de acceso quedarán firmemente sujetas y bien amarradas.

POLVO Y PARTÍCULAS

- Se regará periódicamente la zona de trabajo para evitar el polvo.
- Se usarán gafas de protección y mascarillas antipolvo en aquellos trabajos en los que se genere polvo o partículas.

RUIDO

- Se evaluarán los niveles de ruido en las zonas de trabajo.
- Las máquinas estarán provistas de aislamiento acústico.
- Se dispondrán los medios necesarios para eliminar o amortiguar los ruidos.

ESFUERZOS

- Se evitará el desplazamiento manual de las cargas pesadas.
- Se limitará el peso de las cargas en caso de desplazamiento manual.
- Se evitarán los sobreesfuerzos o los esfuerzos repetitivos.
- Se evitarán las posturas inadecuadas o forzadas en el levantamiento o desplazamiento de cargas.

INCENDIOS

- No se fumará en presencia de materiales fungibles ni en caso de existir riesgo de incendio.

INTOXICACIÓN POR EMANACIONES

- Los locales y las zonas de trabajo dispondrán de ventilación suficiente.
- Se utilizarán mascarillas y filtros apropiados.

1.6. RELACIÓN DE LOS RIESGOS LABORABLES NO ELIMINABLES

Los riesgos que difícilmente pueden eliminarse son los que se producen por causas inesperadas (como caídas de objetos y desprendimientos, entre otras). No obstante, pueden reducirse con el adecuado uso de las protecciones individuales y colectivas, así como con el estricto cumplimiento de la normativa en materia de seguridad y salud, y de las normas de la buena construcción.

1.6.1. CAÍDA DE OBJETOS

MEDIDAS PREVENTIVAS Y PROTECCIONES COLECTIVAS:

- Se montarán marquesinas en los accesos.
- La zona de trabajo permanecerá ordenada, libre de obstáculos, limpia y bien iluminada.
- Se evitará el amontonamiento de materiales u objetos sobre los andamios.
- No se lanzarán cascotes ni restos de materiales desde los andamios.

EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL (EPI):

- Casco de seguridad homologado.
- Guantes y botas de seguridad.
- Uso de bolsa portaherramientas.

1.6.2. DERMATOSIS

MEDIDAS PREVENTIVAS Y PROTECCIONES COLECTIVAS:

- Se evitará la generación de polvo de cemento.

EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL (EPI):

- Guantes y ropa de trabajo adecuada.

1.6.3. ELECTROCUCIONES

MEDIDAS PREVENTIVAS Y PROTECCIONES COLECTIVAS:

- Se revisará periódicamente la instalación eléctrica.
- El tendido eléctrico quedará fijado a los paramentos verticales.
- Los alargadores portátiles tendrán mango aislante.
- La maquinaria portátil dispondrá de protección con doble aislamiento.
- Toda la maquinaria eléctrica estará provista de toma de tierra.

EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL (EPI):

- Guantes dieléctricos.
- Calzado aislante para electricistas
- Banquetas aislantes de la electricidad.

1.6.4. QUEMADURAS

MEDIDAS PREVENTIVAS Y PROTECCIONES COLECTIVAS:

- La zona de trabajo permanecerá ordenada, libre de obstáculos, limpia y bien iluminada.

EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL (EPI):

- Guantes, polainas y mandiles de cuero.

1.6.5. GOLPES Y CORTE EN EXTREMIDADES

MEDIDAS PREVENTIVAS Y PROTECCIONES COLECTIVAS:

- La zona de trabajo permanecerá ordenada, libre de obstáculos, limpia y bien iluminada.

EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL (EPI):

- Guantes y botas de seguridad.

1.7. CONDICIONES DE SEGURIDAD Y SALUD, EN TRABAJOS POSTERIORES DE REPARACIÓN Y MANTENIMIENTO

En este apartado se aporta la información útil para realizar, en las debidas condiciones de seguridad y salud, los futuros trabajos de conservación, reparación y mantenimiento del edificio construido que entrañan mayores riesgos.

1.7.1. TRABAJOS EN CERRAMIENTOS EXTERIORES Y CUBIERTAS

Para los trabajos en cerramientos, aleros de cubierta, revestimientos de paramentos exteriores o cualquier otro que se efectúe con riesgo de caída en altura, deberán utilizarse andamios que cumplan las condiciones especificadas en el presente Estudio Básico de Seguridad y Salud.

Durante los trabajos que puedan afectar a la vía pública, se colocará una visera de protección a la altura de la primera planta, para proteger a los transeúntes y a los vehículos de las posibles caídas de objetos.

1.7.2. TRABAJOS EN INSTALACIONES

Los trabajos correspondientes a las instalaciones de fontanería, eléctrica y de gas, deberán realizarse por personal cualificado, cumpliendo las especificaciones establecidas en su correspondiente Plan de Seguridad y Salud, así como en la normativa vigente en cada materia.

Antes de la ejecución de cualquier trabajo de reparación o de mantenimiento de los ascensores y montacargas, deberá elaborarse un Plan de Seguridad suscrito por un técnico competente en la materia.

1.7.3. TRABAJOS CON PINTURAS Y BARNICES

Los trabajos con pinturas u otros materiales cuya inhalación pueda resultar tóxica deberán realizarse con ventilación suficiente, adoptando los elementos de protección adecuados.

1.8. TRABAJOS QUE IMPLIQUEN RIESGOS ESPECIALES

En la obra objeto del presente Estudio Básico de Seguridad y Salud concurren los riesgos especiales que suelen presentarse en la demolición de la estructura, cerramientos y cubiertas y en el propio montaje de las medidas de seguridad y de protección. Cabe destacar:

- Montaje de forjado, especialmente en los bordes perimetrales.
- Ejecución de cerramientos exteriores.
- Formación de los antepechos de cubierta.
- Colocación de horcas y redes de protección.
- Los huecos horizontales y los bordes de los forjados se protegerán mediante barandillas y redes homologadas.
- Disposición de plataformas voladas.

- Elevación y acople de los módulos de andamiaje para la ejecución de las fachadas.

1.9. MEDIDAS EN CASO DE EMERGENCIA

El contratista deberá reflejar en el correspondiente plan de seguridad y salud las posibles situaciones de emergencia, estableciendo las medidas oportunas en caso de primeros auxilios y designando para ello a personal con formación, que se hará cargo de dichas medidas.

Los trabajadores responsables de las medidas de emergencia tienen derecho a la paralización de su actividad, debiendo estar garantizada la adecuada administración de los primeros auxilios y, cuando la situación lo requiera, el rápido traslado del operario a un centro de asistencia médica.

1.10. MEDIDAS DE PREVENCIÓN PARA HACER FRENTE A LA CRISIS SANITARIA OCASIONADA POR LA COVID – 19

- 1) Sin perjuicio del cumplimiento de la normativa de prevención de riesgos laborales y del resto de la normativa laboral que resulte de aplicación, el director del centro de trabajo deberá:
 - a. Adoptar medidas de ventilación, limpieza y desinfección adecuadas a las características e intensidad de uso de los centros de trabajo, con arreglo a los protocolos que se establezcan en cada caso.
 - b. Poner a disposición de los trabajadores agua y jabón, o geles hidroalcohólicos o desinfectantes con actividad viricida, autorizados por las autoridades sanitarias para la limpieza de manos.
 - c. Adaptar las condiciones de trabajo, incluida la ordenación de los puestos de trabajo y la organización de los turnos, así como el uso de los lugares comunes de forma que se garantice el mantenimiento de una distancia de seguridad interpersonal mínima entre los trabajadores, de acuerdo con la regulación vigente. Cuando ello no sea posible, deberá proporcionarse a los trabajadores equipos de protección adecuados al nivel de riesgo.
 - d. Adoptar medidas para evitar la coincidencia masiva de personas, tanto trabajadores como clientes o usuarios, en los centros de trabajo durante las franjas horarias de mayor afluencia previsible.
 - e. Adoptar medidas para la reincorporación progresiva de forma presencial a los puestos de trabajo y la potenciación del uso del teletrabajo cuando por la naturaleza de la actividad laboral sea posible.
- 2) Las personas que presenten síntomas compatibles con COVID-19 o estén en aislamiento domiciliario debido a un diagnóstico por COVID-19 o que se encuentren en periodo de cuarentena domiciliaria por haber tenido contacto estrecho con alguna persona con COVID-19 no deberán acudir a su centro de trabajo.
- 3) Si un trabajador empezara a tener síntomas compatibles con la enfermedad, se contactará de inmediato con el teléfono habilitado para ello por las autoridades sanitarias, y, en su caso, con los correspondientes servicios de prevención de riesgos laborales. De manera inmediata, el trabajador se colocará una mascarilla y será aislado del resto del personal, siguiendo las recomendaciones que se le indiquen, hasta que su situación médica sea valorada por un profesional sanitario.

1.11. PRESENCIA DE LOS RECURSOS PREVENTIVOS DEL CONTRATISTA

Dadas las características de la obra y los riesgos previstos en el presente Estudio Básico de Seguridad y Salud, cada contratista deberá asignar la presencia de sus recursos preventivos en la obra, según se establece en la legislación vigente en la materia.

A tales efectos, el contratista deberá concretar los recursos preventivos asignados a la obra con capacitación suficiente, que deberán disponer de los medios necesarios para vigilar el cumplimiento de las medidas incluidas en el correspondiente plan de seguridad y salud.

Dicha vigilancia incluirá la comprobación de la eficacia de las actividades preventivas previstas en dicho Plan, así como la adecuación de tales actividades a los riesgos que pretenden prevenirse o a la aparición de riesgos no previstos y derivados de la situación que determina la necesidad de la presencia de los recursos preventivos.

Si, como resultado de la vigilancia, se observa un deficiente cumplimiento de las actividades preventivas, las personas que tengan asignada la presencia harán las indicaciones necesarias para el correcto e inmediato cumplimiento de las actividades preventivas, debiendo poner tales circunstancias en conocimiento del empresario para que éste adopte las medidas oportunas para corregir las deficiencias observadas.

2. NORMATIVA Y LEGISLACIÓN APLICABLES

2.1. SEGURIDAD Y SALUD

LEY DE PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES

Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de la Jefatura del Estado.

B.O.E.: 10 de noviembre de 1995

Completada por:

Protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo

Real Decreto 665/1997, de 12 de mayo, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 24 de mayo de 1997

Modificada por:

Ley de Medidas Fiscales, Administrativas y del Orden Social

Ley 50/1998, de 30 de diciembre, de la Jefatura del Estado.

Modificación de los artículos 45, 47, 48 y 49 de la Ley 31/1995.

B.O.E.: 31 de diciembre de 1998

Completada por:

Disposiciones mínimas de seguridad y salud en el trabajo en el ámbito de las empresas de trabajo temporal

Real Decreto 216/1999, de 5 de febrero, del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.

B.O.E.: 24 de febrero de 1999

Completada por:

Protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo

Real Decreto 374/2001, de 6 de abril, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 1 de mayo de 2001

Completada por:

Disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico

Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 21 de junio de 2001

Completada por:

Protección de la salud y la seguridad de los trabajadores expuestos a los riesgos derivados de atmósferas explosivas en el lugar de trabajo

*Real Decreto 681/2003, de 12 de junio, del Ministerio de la Presidencia.
B.O.E.: 18 de junio de 2003*

Modificada por:

Ley de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales

*Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de la Jefatura del Estado.
B.O.E.: 13 de diciembre de 2003*

Desarrollada por:

Desarrollo del artículo 24 de la Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales, en materia de coordinación de actividades empresariales

*Real Decreto 171/2004, de 30 de enero, del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.
B.O.E.: 31 de enero de 2004*

Completada por:

Protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los riesgos que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas

*Real Decreto 1311/2005, de 4 de noviembre, del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.
B.O.E.: 5 de noviembre de 2005*

Completada por:

Protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido

*Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, del Ministerio de la Presidencia.
B.O.E.: 11 de marzo de 2006*

Completada por:

Disposiciones mínimas de seguridad y salud aplicables a los trabajos con riesgo de exposición al amianto

*Real Decreto 396/2006, de 31 de marzo, del Ministerio de la Presidencia.
B.O.E.: 11 de abril de 2006*

Modificada por:

Modificación de diversas leyes para su adaptación a la Ley sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio

Ley 25/2009, de 22 de diciembre, de la Jefatura del Estado.

B.O.E.: 23 de diciembre de 2009

REGLAMENTO DE LOS SERVICIOS DE PREVENCIÓN

Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.

B.O.E.: 31 de enero de 1997

Completado por:

Protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo

Real Decreto 665/1997, de 12 de mayo, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 24 de mayo de 1997

Modificado por:

Modificación del Reglamento de los Servicios de Prevención

Real Decreto 780/1998, de 30 de abril, del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.

B.O.E.: 1 de mayo de 1998

Completado por:

Protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo

Real Decreto 374/2001, de 6 de abril, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 1 de mayo de 2001

Completado por:

Disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico

Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 21 de junio de 2001

Completado por:

Protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los riesgos que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas

Real Decreto 1311/2005, de 4 de noviembre, del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.

B.O.E.: 5 de noviembre de 2005

Completado por:

Protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido

Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 11 de marzo de 2006

Completado por:

Disposiciones mínimas de seguridad y salud aplicables a los trabajos con riesgo de exposición al amianto

Real Decreto 396/2006, de 31 de marzo, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 11 de abril de 2006

Modificado por:

Modificación del Reglamento de los Servicios de Prevención y de las Disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción

Real Decreto 604/2006, de 19 de mayo, del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.

B.O.E.: 29 de mayo de 2006

Modificado por:

Modificación del Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención

Real Decreto 337/2010, de 19 de marzo, del Ministerio de Trabajo e Inmigración.

B.O.E.: 23 de marzo de 2010

Modificado por:

Real Decreto por el que se modifican el R.D. 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los servicios de prevención; el R.D. 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo; el R.D. 665/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo y el R.D. 374/2001, de 6 de abril, sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo

Real Decreto 598/2015, de 3 de julio, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 4 de julio de 2015

SEGURIDAD Y SALUD EN LOS LUGARES DE TRABAJO

Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.

B.O.E.: 23 de abril de 1997

MANIPULACIÓN DE CARGAS

Real Decreto 487/1997, de 14 de abril, del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.

B.O.E.: 23 de abril de 1997

PROTECCIÓN DE LOS TRABAJADORES CONTRA LOS RIESGOS RELACIONADOS CON LA EXPOSICIÓN A AGENTES CANCERÍGENOS DURANTE EL TRABAJO

Real Decreto 665/1997, de 12 de mayo, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 24 de mayo de 1997

Modificado por:

Modificación del Real Decreto 665/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo y ampliación de su ámbito de aplicación a los agentes mutágenos

Real Decreto 349/2003, de 21 de marzo, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 5 de abril de 2003

Completado por:

Disposiciones mínimas de seguridad y salud aplicables a los trabajos con riesgo de exposición al amianto

Real Decreto 396/2006, de 31 de marzo, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 11 de abril de 2006

Modificado por:

Real Decreto por el que se modifican el R.D. 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los servicios de prevención; el R.D. 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo; el R.D. 665/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo y el R.D. 374/2001, de 6 de abril, sobre la protección de la salud y seguridad de los

trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo

Real Decreto 598/2015, de 3 de julio, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 4 de julio de 2015

UTILIZACIÓN DE EQUIPOS DE TRABAJO

Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.

B.O.E.: 7 de agosto de 1997

Modificado por:

Modificación del Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en materia de trabajos temporales en altura

Real Decreto 2177/2004, de 12 de noviembre, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 13 de noviembre de 2004

DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y DE SALUD EN LAS OBRAS DE CONSTRUCCIÓN

Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 25 de octubre de 1997

Completado por:

Disposiciones mínimas de seguridad y salud aplicables a los trabajos con riesgo de exposición al amianto

Real Decreto 396/2006, de 31 de marzo, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 11 de abril de 2006

Modificado por:

Modificación del Reglamento de los Servicios de Prevención y de las Disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción

Real Decreto 604/2006, de 19 de mayo, del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.

B.O.E.: 29 de mayo de 2006

Modificado por:

Desarrollo de la Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el sector de la construcción

Real Decreto 1109/2007, de 24 de agosto, del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.

Disposición final tercera. Modificación de los artículos 13 y 18 del Real Decreto 1627/1997.

B.O.E.: 25 de agosto de 2007

Corrección de errores.

B.O.E.: 12 de septiembre de 2007

2.1.1. SISTEMAS DE PROTECCIÓN COLECTIVA

2.1.1.1. PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

REAL DECRETO POR EL QUE SE ESTABLECEN LOS REQUISITOS ESENCIALES DE SEGURIDAD PARA LA COMERCIALIZACIÓN DE LOS EQUIPOS A PRESIÓN

Real Decreto 709/2015, de 24 de julio, del Ministerio de Industria, Energía y Turismo.

B.O.E.: 2 de septiembre de 2015

REGLAMENTO DE EQUIPOS A PRESIÓN Y SUS INSTRUCCIONES TÉCNICAS COMPLEMENTARIAS

Real Decreto 2060/2008, de 12 de diciembre, del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.

B.O.E.: 5 de febrero de 2009

Corrección de errores:

Corrección de errores del Real Decreto 2060/2008, de 12 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de equipos a presión y sus instrucciones técnicas complementarias

B.O.E.: 28 de octubre de 2009

Modificado por:

Real Decreto por el que se modifican diversas normas reglamentarias en materia de seguridad industrial para adecuarlas a la Ley 17/2009, de 23 de noviembre, sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio, y a la Ley 25/2009, de 22 de diciembre, de modificación de diversas leyes para su adaptación a la Ley sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio

Real Decreto 560/2010, de 7 de mayo, del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.

B.O.E.: 22 de mayo de 2010

SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO

Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.

B.O.E.: 23 de abril de 1997

Completado por:

Protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo

Real Decreto 374/2001, de 6 de abril, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 1 de mayo de 2001

Completado por:

Protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido

Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 11 de marzo de 2006

Modificado por:

Real Decreto por el que se modifican el R.D. 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los servicios de prevención; el R.D. 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo; el R.D. 665/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo y el R.D. 374/2001, de 6 de abril, sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo

Real Decreto 598/2015, de 3 de julio, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 4 de julio de 2015

2.1.2. EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

UTILIZACIÓN DE EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.

B.O.E.: 12 de junio de 1997

Corrección de errores:

Corrección de erratas del Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual

Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 18 de julio de 1997

Completado por:

Protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido

Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 11 de marzo de 2006

Completado por:

Disposiciones mínimas de seguridad y salud aplicables a los trabajos con riesgo de exposición al amianto

Real Decreto 396/2006, de 31 de marzo, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 11 de abril de 2006

2.1.3. MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS

2.1.3.1. MATERIAL MÉDICO

ORDEN POR LA QUE SE ESTABLECE EL SUMINISTRO A LAS EMPRESAS DE BOTIQUINES CON MATERIAL DE PRIMEROS AUXILIOS EN CASO DE ACCIDENTE DE TRABAJO, COMO PARTE DE LA ACCIÓN PROTECTORA DEL SISTEMA DE LA SEGURIDAD SOCIAL

Orden TAS/2947/2007, de 8 de octubre, del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.

B.O.E.: 11 de octubre de 2007

2.1.4. INSTALACIONES PROVISIONALES DE HIGIENE Y BIENESTAR

DB-HS SALUBRIDAD

Código Técnico de la Edificación (CTE). Documento Básico HS.

Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, del Ministerio de Vivienda.

B.O.E.: 28 de marzo de 2006

Modificado por el Real Decreto 1371/2007, de 19 de octubre, del Ministerio de Vivienda.

B.O.E.: 23 de octubre de 2007

Corrección de errores.

B.O.E.: 25 de enero de 2008

Modificado por:

Modificación de determinados documentos básicos del Código Técnico de la Edificación aprobados por el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, y el Real Decreto 1371/2007, de 19 de octubre

Orden VIV/984/2009, de 15 de abril, del Ministerio de Vivienda.

B.O.E.: 23 de abril de 2009

Modificado por:

Orden por la que se modifican el Documento Básico DB-HE "Ahorro de energía" y el Documento Básico DB-HS "Salubridad", del Código Técnico de la Edificación, aprobado por Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo

Orden FOM/588/2017, de 15 de junio, del Ministerio de Fomento.

B.O.E.: 23 de junio de 2017

Modificado por:

Real Decreto por el que se modifica el Código Técnico de la Edificación, aprobado por el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo

Real Decreto 732/2019, de 20 de diciembre, del Ministerio de Fomento.

B.O.E.: 27 de diciembre de 2019

CRITERIOS SANITARIOS DE LA CALIDAD DEL AGUA DE CONSUMO HUMANO

Real Decreto 140/2003, de 7 de febrero, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 21 de febrero de 2003

CRITERIOS HIGIÉNICO-SANITARIOS PARA LA PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA LEGIONELOSIS

Real Decreto 865/2003, de 4 de julio, del Ministerio de Sanidad y Consumo.

B.O.E.: 18 de julio de 2003

DECRETO POR EL QUE SE REGULAN LOS CRITERIOS SANITARIOS PARA LA PREVENCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN POR LEGIONELA EN LAS INSTALACIONES TÉRMICAS

Decreto 9/2001, do 11 de enero, de la Consejería da Presidencia e Administración Pública de la Comunidad Autónoma de Galicia.

D.O.G.: 15 de enero de 2001

REGLAMENTO ELECTROTÉCNICO PARA BAJA TENSIÓN E INSTRUCCIONES COMPLEMENTARIAS (ITC) BT 01 A BT 51

Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, del Ministerio de Ciencia y Tecnología.

B.O.E.: Suplemento al nº 224, de 18 de septiembre de 2002

Modificado por:

Anulado el inciso 4.2.C.2 de la ITC-BT-03

Sentencia de 17 de febrero de 2004 de la Sala Tercera del Tribunal Supremo.

B.O.E.: 5 de abril de 2004

Completado por:

Autorización para el empleo de sistemas de instalaciones con conductores aislados bajo canales protectores de material plástico

Resolución de 18 de enero de 1988, de la Dirección General de Innovación Industrial.

B.O.E.: 19 de febrero de 1988

Modificado por:

Real Decreto por el que se modifican diversas normas reglamentarias en materia de seguridad industrial para adecuarlas a la Ley 17/2009, de 23 de noviembre, sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio, y a la Ley 25/2009, de 22 de diciembre, de modificación de diversas leyes para su adaptación a la Ley sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio

Real Decreto 560/2010, de 7 de mayo, del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.

B.O.E.: 22 de mayo de 2010

Modificado por:

Real Decreto por el que se aprueba una nueva Instrucción Técnica Complementaria (ITC) BT 52 "Instalaciones con fines especiales. Infraestructura para la recarga de vehículos eléctricos", del Reglamento electrotécnico para baja tensión,

aprobado por Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, y se modifican otras instrucciones técnicas complementarias del mismo

Real Decreto 1053/2014, de 12 de diciembre, del Ministerio de Industria, Energía y Turismo.

B.O.E.: 31 de diciembre de 2014

Modificado por el Real Decreto 542/2020, de 26 de mayo, del Ministerio de la Presidencia, Relaciones con las Cortes y Memoria Democrática

B.O.E.: 20 de junio de 2020

Modificado por:

Real Decreto por el que se modifican y derogan diferentes disposiciones en materia de calidad y seguridad industrial

Real Decreto 542/2020, de 26 de mayo, del Ministerio de la Presidencia, Relaciones con las Cortes y Memoria Democrática.

B.O.E.: 20 de junio de 2020

REGLAMENTO REGULADOR DE LAS INFRAESTRUCTURAS COMUNES DE TELECOMUNICACIONES PARA EL ACCESO A LOS SERVICIOS DE TELECOMUNICACIÓN EN EL INTERIOR DE LAS EDIFICACIONES

Real Decreto 346/2011, de 11 de marzo, del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.

B.O.E.: 1 de abril de 2011

Desarrollado por:

Orden por la que se desarrolla el Reglamento regulador de las infraestructuras comunes de telecomunicaciones para el acceso a los servicios de telecomunicación en el interior de las edificaciones, aprobado por el Real Decreto 346/2011, de 11 de marzo

Modificados los artículos 2 y 6 por la Orden ECE/983/2019.

Orden ITC/1644/2011, de 10 de junio, del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.

B.O.E.: 16 de junio de 2011

Modificado por:

Real Decreto por el que se aprueba el Plan Técnico Nacional de la Televisión Digital Terrestre y se regulan determinados aspectos para la liberación del segundo dividendo digital

Real Decreto 391/2019, de 21 de junio, del Ministerio de Economía y Empresa.

B.O.E.: 25 de junio de 2019

Modificado por:

Orden por la que se regulan las características de reacción al fuego de los cables de telecomunicaciones en el interior de las edificaciones, se modifican determinados anexos del REGLAMENTO regulador de las infraestructuras comunes de telecomunicaciones para el acceso a los servicios de telecomunicación en el interior de las edificaciones, aprobado por Real Decreto 346/2011, de 11 de marzo y se modifica la Orden ITC/1644/2011, de 10 de junio, por la que se desarrolla dicho reglamento

Orden ECE/983/2019, de 26 de septiembre, del Ministerio de Economía y Empresa.

B.O.E.: 3 de octubre de 2019

2.1.5. SEÑALIZACIÓN PROVISIONAL DE OBRAS

2.1.5.1. BALIZAMIENTO

INSTRUCCIÓN 8.3-IC SEÑALIZACIÓN DE OBRAS

Orden de 31 de agosto de 1987, del Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo.

B.O.E.: 18 de septiembre de 1987

SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO

Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.

B.O.E.: 23 de abril de 1997

Completado por:

Protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo

Real Decreto 374/2001, de 6 de abril, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 1 de mayo de 2001

Completado por:

Protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido

Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 11 de marzo de 2006

Modificado por:

Real Decreto por el que se modifican el R.D. 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los servicios de prevención; el R.D. 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo; el R.D. 665/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo y el R.D. 374/2001, de 6 de abril, sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo

Real Decreto 598/2015, de 3 de julio, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 4 de julio de 2015

2.1.5.2. SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL

INSTRUCCIÓN 8.3-IC SEÑALIZACIÓN DE OBRAS

Orden de 31 de agosto de 1987, del Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo.

B.O.E.: 18 de septiembre de 1987

2.1.5.3. SEÑALIZACIÓN VERTICAL

INSTRUCCIÓN 8.3-IC SEÑALIZACIÓN DE OBRAS

Orden de 31 de agosto de 1987, del Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo.

B.O.E.: 18 de septiembre de 1987

2.1.5.4. SEÑALIZACIÓN MANUAL

INSTRUCCIÓN 8.3-IC SEÑALIZACIÓN DE OBRAS

Orden de 31 de agosto de 1987, del Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo.

B.O.E.: 18 de septiembre de 1987

2.1.5.5. SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD Y SALUD

SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO

REAL DECRETO 485/1997, DE 14 DE ABRIL, DEL MINISTERIO DE TRABAJO Y ASUNTOS SOCIALES.

B.O.E.: 23 DE ABRIL DE 1997

Completado por:

Protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo

Real Decreto 374/2001, de 6 de abril, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 1 de mayo de 2001

Completado por:

Protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido

Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 11 de marzo de 2006

Modificado por:

Real Decreto por el que se modifican el R.D. 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los servicios de prevención; el R.D. 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo; el R.D. 665/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo y el R.D. 374/2001, de 6 de abril, sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo

Real Decreto 598/2015, de 3 de julio, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 4 de julio de 2015

3. PLIEGO DE CONDICIONES

3.1. PLIEGO DE CLAÚSULAS ADMINISTRATIVAS

3.1.1. DISPOSICIONES GENERALES

OBJETO DEL PLIEGO DE CONDICIONES

El presente Pliego de condiciones junto con las disposiciones contenidas en el correspondiente Pliego del Proyecto de ejecución, tienen por objeto definir las atribuciones y obligaciones de los agentes que intervienen en materia de Seguridad y Salud, así como las condiciones que deben cumplir las medidas preventivas, las protecciones individuales y colectivas de la construcción de la obra "Lo QUE SEA", situada en Ferrol (A Coruña), según el proyecto redactado por Elizabeth Marina Rey García. Todo ello con fin de evitar cualquier accidente o enfermedad profesional, que pueden ocasionarse durante el transcurso de la ejecución de la obra o en los futuros trabajos de conservación, reparación y mantenimiento.

3.1.2. DISPOSICIONES FACULTATIVAS

DEFINICIÓN, ATRIBUCIONES Y OBLIGACIONES DE LOS AGENTES DE LA EDIFICACIÓN

Las atribuciones y las obligaciones de los distintos agentes intervinientes en la edificación son las reguladas en sus aspectos generales por la "Ley 38/1999. Ley de Ordenación de la Edificación".

EL PROMOTOR

Es la persona física o jurídica, pública o privada, que individual o colectivamente decide, impulsa, programa y financia con recursos propios o ajenos, las obras de edificación para sí o para su posterior enajenación, entrega o cesión a terceros bajo cualquier título.

Tiene la responsabilidad de contratar a los técnicos redactores del preceptivo Estudio de Seguridad y Salud - o Estudio Básico, en su caso - al igual que a los técnicos coordinadores en la materia en la fase que corresponda, facilitando copias a las empresas contratistas, subcontratistas o trabajadores autónomos contratados directamente por el promotor, exigiendo la presentación de cada Plan de Seguridad y Salud previamente al comienzo de las obras.

El promotor tendrá la consideración de contratista cuando realice la totalidad o determinadas partes de la obra con medios humanos y recursos propios, o en el caso de contratar directamente a trabajadores autónomos para su realización o para trabajos parciales de la misma.

EL PROYECTISTA

Es el agente que, por encargo del promotor y con sujeción a la normativa técnica y urbanística correspondiente, redacta el proyecto.

Tomará en consideración en las fases de concepción, estudio y elaboración del proyecto básico y de ejecución, los principios y criterios

generales de prevención en materia de seguridad y de salud, de acuerdo con la legislación vigente.

EL CONTRATISTA Y SUBCONTRATISTA

Contratista es la persona física o jurídica que asume contractualmente ante el promotor, con medios humanos y materiales propios o ajenos, el compromiso de ejecutar la totalidad o parte de las obras, con sujeción al proyecto y al contrato.

Subcontratista es la persona física o jurídica que asume contractualmente ante el contratista, empresario principal, el compromiso de realizar determinadas partes o instalaciones de la obra, con sujeción al proyecto por el que se rige su ejecución.

El contratista comunicará a la autoridad laboral competente la apertura del centro de trabajo en la que incluirá el Plan de Seguridad y Salud.

Adoptará todas las medidas preventivas que cumplan los preceptos en materia de Prevención de Riesgos Laborales y Seguridad y Salud que establece la legislación vigente, redactando el correspondiente Plan de Seguridad y ajustándose al cumplimiento estricto y permanente de lo establecido en el Estudio Básico de Seguridad y Salud, disponiendo de todos los medios necesarios y dotando al personal del equipamiento de seguridad exigibles, cumpliendo las órdenes efectuadas por el coordinador en materia de seguridad y de salud durante la ejecución de la obra.

Supervisará de manera continuada el cumplimiento de las normas de seguridad, tutelando las actividades de los trabajadores a su cargo y, en su caso, relevando de su puesto a todos aquellos que pudieran menoscabar las condiciones básicas de seguridad personales o generales, por no estar en las condiciones adecuadas.

Entregará la información suficiente al coordinador en materia de seguridad y de salud durante la ejecución de la obra, donde se acredite la estructura organizativa de la empresa, sus responsabilidades, funciones, procesos, procedimientos y recursos materiales y humanos disponibles, con el fin de garantizar una adecuada acción preventiva de riesgos de la obra.

Entre las responsabilidades y obligaciones del contratista y de los subcontratistas en materia de seguridad y salud, cabe destacar:

- Aplicar los principios de la acción preventiva que se recogen en la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- Cumplir y hacer cumplir a su personal lo establecido en el plan de seguridad y salud.
- Cumplir la normativa en materia de prevención de riesgos laborales, teniendo en cuenta, en su caso, las obligaciones sobre coordinación de actividades empresariales, durante la ejecución de la obra.
- Informar y proporcionar las instrucciones adecuadas y precisas a los trabajadores autónomos sobre todas las medidas que hayan de adoptarse en lo referente a su seguridad y salud en la obra.
- Atender las indicaciones y consignas del coordinador en materia de seguridad y salud, cumpliendo estrictamente sus instrucciones durante la ejecución de la obra.

Responderán de la correcta ejecución de las medidas preventivas fijadas en el plan de seguridad y salud en lo relativo a las obligaciones que les correspondan a ellos directamente o, en su caso, a los trabajadores autónomos por ellos contratados.

Responderán solidariamente de las consecuencias que se deriven del incumplimiento de las medidas previstas en el plan.

Las responsabilidades de los coordinadores, de la Dirección facultativa y del promotor, no eximirán de sus responsabilidades a los contratistas y a los subcontratistas.

LA DIRECCIÓN FACULTATIVA

Se entiende como Dirección Facultativa:

El técnico o los técnicos competentes designados por el promotor, encargados de la dirección y del control de la ejecución de la obra.

Las responsabilidades de la Dirección facultativa y del promotor, no eximen en ningún caso de las atribuibles a los contratistas y a los subcontratistas.

COORDINADOR DE SEGURIDAD Y SALUD EN PROYECTO

Es el técnico competente designado por el promotor para coordinar, durante la fase del proyecto de ejecución, la aplicación de los principios y criterios generales de prevención en materia de seguridad y salud.

COORDINADOR DE SEGURIDAD Y SALUD EN EJECUCIÓN

El Coordinador de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra, es el técnico competente designado por el promotor, que forma parte de la Dirección Facultativa.

Asumirá las tareas y responsabilidades asociadas a las siguientes funciones:

- Coordinar la aplicación de los principios generales de prevención y de seguridad, tomando las decisiones técnicas y de organización, con el fin de planificar las distintas tareas o fases de trabajo que vayan a desarrollarse simultánea o sucesivamente, estimando la duración requerida para la ejecución de las mismas.
- Coordinar las actividades de la obra para garantizar que los contratistas y, en su caso, los subcontratistas y los trabajadores autónomos, apliquen de manera coherente y responsable los principios de la acción preventiva recogidos en la legislación vigente.
- Aprobar el plan de seguridad y salud elaborado por el contratista y, en su caso, las modificaciones introducidas en el mismo.
- Organizar la coordinación de actividades empresariales.

- Coordinar las acciones y funciones de control de la aplicación correcta de los métodos de trabajo.
- Adoptar las medidas necesarias para que sólo las personas autorizadas puedan acceder a la obra. La Dirección facultativa asumirá esta función cuando no fuera necesaria la designación de un coordinador.

TRABAJADORES AUTÓNOMOS

Es la persona física, distinta del contratista y subcontratista, que realiza de forma personal y directa una actividad profesional, sin sujeción a un contrato de trabajo y que asume contractualmente ante el promotor, el contratista o el subcontratista, el compromiso de realizar determinadas partes o instalaciones de la obra.

Cuando el trabajador autónomo emplee en la obra a trabajadores por cuenta ajena, tendrá la consideración de contratista o subcontratista.

Los trabajadores autónomos cumplirán lo establecido en el plan de seguridad y salud.

TRABAJADORES POR CUENTA AJENA

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

El contratista facilitará a los representantes de los trabajadores en el centro de trabajo una copia del plan de seguridad y salud y de sus posibles modificaciones.

FABRICANTES Y SUMINISTRADORES DE EQUIPOS DE PROTECCIÓN Y MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

Los fabricantes, importadores y suministradores de maquinaria, equipos, productos y útiles de trabajo, deberán suministrar la información que indique la forma correcta de utilización por los trabajadores, las medidas preventivas adicionales que deban tomarse y los riesgos laborales que conlleven tanto su uso normal como su manipulación o empleo inadecuado.

RECURSOS PREVENTIVOS

Con el fin de verificar el cumplimiento de las medidas incluidas en el Plan de Seguridad y Salud, el empresario designará para la obra los recursos preventivos correspondientes, que podrán ser:

- a) Uno o varios trabajadores designados por la empresa.
- b) Uno o varios miembros del servicio de prevención propio de la empresa.
- c) Uno o varios miembros del servicio o los servicios de prevención ajenos.

Las personas a las que se asigne esta vigilancia deberán dar las instrucciones necesarias para el correcto e inmediato cumplimiento de las actividades preventivas. En caso de observar un deficiente cumplimiento de las mismas o una ausencia, insuficiencia o falta de adecuación de las mismas, se informará al empresario para que éste adopte las medidas necesarias para su corrección, notificándose a su vez al Coordinador de Seguridad y Salud y al resto de la Dirección Facultativa.

En el Plan de Seguridad y Salud se especificarán los casos en que la presencia de los recursos preventivos es necesaria, especificándose expresamente el nombre de la persona o personas designadas para tal fin, concretando las tareas en las que inicialmente se prevé necesaria su presencia.

3.1.3. FORMACIÓN EN SEGURIDAD

Con el fin de que todo el personal que acceda a la obra disponga de la suficiente formación en las materias preventivas de seguridad y salud, la empresa se encargará de su formación para la adecuada prevención de riesgos y el correcto uso de las protecciones colectivas e individuales. Dicha formación alcanzará todos los niveles de la empresa, desde los directivos hasta los trabajadores no cualificados, incluyendo a los técnicos, encargados, especialistas y operadores de máquinas entre otros.

3.1.4. RECONOCIMIENTOS MÉDICOS

La vigilancia del estado de salud de los trabajadores quedará garantizada por la empresa contratista, en función de los riesgos inherentes al trabajo asignado y en los casos establecidos por la legislación vigente.

Dicha vigilancia será voluntaria, excepto cuando la realización de los reconocimientos sea imprescindible para evaluar los efectos de las condiciones de trabajo sobre su salud, o para verificar que su estado de salud no constituye un peligro para otras personas o para el mismo trabajador.

3.1.5. SALUD E HIGIENE EN EL TRABAJO

PRIMEROS AUXILIOS

El empresario designará al personal encargado de la adopción de las medidas necesarias en caso de accidente, con el fin de garantizar la prestación de los primeros auxilios y la evacuación del accidentado.

Se dispondrá, en un lugar visible de la obra y accesible a los operarios, un botiquín perfectamente equipado con material sanitario destinado a primeros auxilios.

El contratista instalará rótulos con caracteres legibles hasta una distancia de 2 m, en el que se suministre a los trabajadores y participantes en la obra la información suficiente para establecer rápido contacto con el centro asistencial más próximo.

ACTUACIÓN EN CASO DE ACCIDENTE

En caso de accidente se tomarán solamente las medidas indispensables hasta que llegue la asistencia médica, para que el accidentado pueda ser trasladado con rapidez y sin riesgo. En ningún caso se le moverá, excepto cuando sea imprescindible para su integridad.

Se comprobarán sus signos vitales (consciencia, respiración, pulso y presión sanguínea), se le intentará tranquilizar, y se le cubrirá con una manta para mantener su temperatura corporal.

No se le suministrará agua, bebidas o medicamento alguno y, en caso de hemorragia, se presionarán las heridas con gasas limpias.

El empresario notificará el accidente por escrito a la autoridad laboral, conforme al procedimiento reglamentario.

3.1.6. DOCUMENTACIÓN DE OBRA

ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

Es el documento elaborado por el técnico competente designado por el promotor, donde se precisan las normas de seguridad y salud aplicables a la obra, contemplando la identificación de los riesgos laborales que puedan ser evitados, indicando las medidas técnicas necesarias para ello.

Incluye también las previsiones y las informaciones útiles para efectuar en su día, en las debidas condiciones de seguridad y salud, los previsibles trabajos posteriores.

PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD

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

El coordinador en materia de seguridad y de salud durante la ejecución de la obra aprobará el plan de seguridad y salud antes del inicio de la misma.

El plan de seguridad y salud podrá ser modificado por el contratista en función del proceso de ejecución de la obra, de la evolución de los trabajos y de las posibles incidencias o modificaciones que puedan surgir durante el desarrollo de la misma, siempre con la aprobación expresa del Coordinador de Seguridad y Salud y la Dirección Facultativa.

Quienes intervengan en la ejecución de la obra, así como las personas u órganos con responsabilidades en materia de prevención de las empresas intervinientes en la misma y los representantes de los trabajadores, podrán presentar por escrito y de forma razonada, las sugerencias y alternativas que estimen oportunas. A tal efecto, el plan de seguridad y salud estará en la obra a disposición permanente de los mismos y de la Dirección Facultativa.

ACTA DE APROBACIÓN DEL PLAN

El plan de seguridad y salud elaborado por el contratista será aprobado por el Coordinador de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra, por la Dirección Facultativa o por la Administración en el caso de obras públicas, quien deberá emitir un acta de aprobación como documento acreditativo de dicha operación, visado por el Colegio Profesional correspondiente.

COMUNICACIÓN DE APERTURA DE CENTRO DE TRABAJO

La comunicación de apertura del centro de trabajo a la autoridad laboral competente será previa al comienzo de los trabajos y se presentará únicamente por los empresarios que tengan la consideración de contratistas.

La comunicación contendrá los datos de la empresa, del centro de trabajo y de producción y/o almacenamiento del centro de trabajo. Deberá incluir, además, el plan de seguridad y salud.

LIBRO DE INCIDENCIAS

Con fines de control y seguimiento del plan de seguridad y salud, en cada centro de trabajo existirá un libro de incidencias que constará de hojas por duplicado, habilitado a tal efecto.

Será facilitado por el colegio profesional que vise el acta de aprobación del plan o la oficina de supervisión de proyectos u órgano equivalente cuando se trate de obras de las administraciones públicas.

El libro de incidencias deberá mantenerse siempre en la obra, en poder del Coordinador de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra, teniendo acceso la Dirección Facultativa de la obra, los contratistas y subcontratistas y los trabajadores autónomos, así como las personas u órganos con responsabilidades en materia de prevención en las empresas intervinientes en la obra, los representantes de los trabajadores y los técnicos de los órganos especializados en materia de seguridad y salud en el trabajo de las administraciones públicas competentes, quienes podrán hacer anotaciones en el mismo.

El Coordinador de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra, deberá notificar al contratista afectado y a los representantes de los trabajadores de éste, sobre las anotaciones efectuadas en el libro de incidencias.

Cuando las anotaciones se refieran a cualquier incumplimiento de las advertencias u observaciones anteriores, se remitirá una copia a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social en el plazo de veinticuatro horas. En todo caso, deberá especificarse si la anotación se trata de una nueva observación o supone una reiteración de una advertencia u observación anterior.

LIBRO DE ÓRDENES

En la obra existirá un libro de órdenes y asistencias, en el que la Dirección Facultativa reseñará las incidencias, órdenes y asistencias que se produzcan en el desarrollo de la obra.

Las anotaciones así expuestas tienen rango de órdenes o comentarios necesarios de ejecución de obra y, en consecuencia, serán respetadas por el contratista de la obra.

LIBRO DE SUBCONTRATACIÓN

El contratista deberá disponer de un libro de subcontratación, que permanecerá en todo momento en la obra, reflejando por orden cronológico desde el comienzo de los trabajos, todas y cada una de las subcontrataciones realizadas en una determinada obra con empresas subcontratistas y trabajadores autónomos.

Al libro de subcontratación tendrán acceso el promotor, la Dirección Facultativa, el Coordinador de Seguridad y Salud en fase de ejecución de la obra, las empresas y trabajadores autónomos intervinientes en la obra, los técnicos de prevención, los delegados de prevención, la autoridad laboral y los representantes de los trabajadores de las diferentes empresas que intervengan en la ejecución de la obra.

3.1.7. DISPOSICIONES ECONÓMICAS

El marco de relaciones económicas para el abono y recepción de la obra se fija en el pliego de condiciones del proyecto o en el correspondiente contrato de obra entre el promotor y el contratista, debiendo contener al menos los puntos siguientes:

- Fianzas
- De los precios
 - Precio básico
 - Precio unitario
 - Presupuesto de Ejecución Material (PEM)
 - Precios contradictorios
 - Reclamación de aumento de precios
 - Formas tradicionales de medir o de aplicar los precios
 - De la revisión de los precios contratados
 - Acopio de materiales
 - Obras por administración
- Valoración y abono de los trabajos
- Indemnizaciones Mutuas
- Retenciones en concepto de garantía
- Plazos de ejecución y plan de obra
- Liquidación económica de las obras
- Liquidación final de la obra

3.2. PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARTICULARES

3.2.1. MEDIOS DE PROTECCIÓN COLECTIVA

Los medios de protección colectiva se colocarán según las especificaciones del plan de seguridad y salud antes de iniciar el trabajo en el que se requieran, no suponiendo un riesgo en sí mismos.

Se repondrán siempre que estén deteriorados, al final del periodo de su vida útil, después de estar sometidos a solicitaciones límite, o cuando sus tolerancias sean superiores a las admitidas o aconsejadas por el fabricante.

El mantenimiento será vigilado de forma periódica (cada semana) por el Delegado de Prevención.

3.2.2. MEDIOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

Dispondrán de marcado CE, que llevarán inscrito en el propio equipo, en el embalaje y en el folleto informativo.

Serán ergonómicos y no causarán molestias innecesarias. Nunca supondrán un riesgo en sí mismos, ni perderán su seguridad de forma involuntaria.

El fabricante los suministrará junto con un folleto informativo en el que aparecerán las instrucciones de uso y mantenimiento, nombre y dirección del fabricante, grado o clase de protección, accesorios que pueda llevar y características de las piezas de repuesto, límite de uso, plazo de vida útil y controles a los que se ha sometido. Estará redactado de forma comprensible y, en el caso de equipos de importación, traducidos a la lengua oficial.

Serán suministrados gratuitamente por el empresario y se reemplazarán siempre que estén deteriorados, al final del periodo de su vida útil o después de estar sometidos a solicitaciones límite.

Se utilizarán de forma personal y para los usos previstos por el fabricante, supervisando el mantenimiento el Delegado de Prevención.

3.2.3. INSTALACIONES PROVISIONALES DE SALUD Y CONFORT

Los locales destinados a instalaciones provisionales de salud y confort tendrán una temperatura, iluminación, ventilación y condiciones de humedad adecuadas para su uso. Los revestimientos de los suelos, paredes y techos serán continuos, lisos e impermeables, acabados preferentemente con colores claros y con material que permita la limpieza con desinfectantes o antisépticos.

El contratista mantendrá las instalaciones en perfectas condiciones sanitarias (limpieza diaria), estarán provistas de agua corriente fría y caliente y dotadas de los complementos necesarios para higiene personal, tales como jabón, toallas y recipientes de desechos.

VESTUARIOS

Serán de fácil acceso, estarán próximos al área de trabajo y tendrán asientos y taquillas independientes bajo llave, con espacio suficiente para guardar la ropa y el calzado.

Se dispondrá una superficie mínima de 2 m² por cada trabajador destinada a vestuario, con una altura mínima de 2,30 m.

Cuando no se disponga de vestuarios, se habilitará una zona para dejar la ropa y los objetos personales bajo llave.

ASEOS Y DUCHAS

Estarán junto a los vestuarios y dispondrán de instalación de agua fría y caliente, ubicando al menos una cuarta parte de los grifos en cabinas individuales con puerta con cierre interior.

Las cabinas tendrán una superficie mínima de 2 m² y una altura mínima de 2,30 m.

La dotación mínima prevista para los aseos será de:

- 1 ducha por cada 10 trabajadores o fracción que trabajen en la misma jornada
- 1 retrete por cada 25 hombres o fracción y 1 por cada 15 mujeres o fracción
- 1 lavabo por cada retrete
- 1 urinario por cada 25 hombres o fracción
- 1 secamanos de celulosa o eléctrico por cada lavabo
- 1 jabonera dosificadora por cada lavabo
- 1 recipiente para recogida de celulosa sanitaria
- 1 portarrollos con papel higiénico por cada inodoro

RETRETES

Serán de fácil acceso y estarán próximos al área de trabajo. Se ubicarán preferentemente en cabinas de dimensiones mínimas 1,2x1,0 m con altura de 2,30 m, sin visibilidad desde el exterior y provistas de percha y puerta con cierre interior.

Dispondrán de ventilación al exterior, pudiendo no tener techo siempre que comuniquen con aseos o pasillos con ventilación exterior, evitando cualquier comunicación con comedores, cocinas, dormitorios o vestuarios.

Tendrán descarga automática de agua corriente y en el caso de que no puedan conectarse a la red de alcantarillado se dispondrá de letrinas sanitarias o fosas sépticas.

COMEDOR Y COCINA

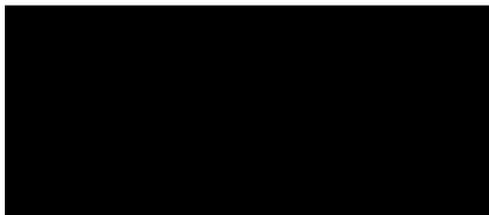
Los locales destinados a comedor y cocina estarán equipados con mesas, sillas de material lavable y vajilla, y dispondrán de calefacción en

invierno. Quedarán separados de las áreas de trabajo y de cualquier fuente de contaminación ambiental.

En el caso de que los trabajadores lleven su propia comida, dispondrán de calentaplatos, prohibiéndose fuera de los lugares previstos la preparación de la comida mediante fuego, brasas o barbacoas.

La superficie destinada a la zona de comedor y cocina será como mínimo de 2 m² por cada operario que utilice dicha instalación.

CABAÑAS, DICIEMBRE 2021
ELIZABETH MARINA REY GARCÍA





UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

**TRABAJO FIN DE GRADO
CURSO 2021/22**

*ANÁLISIS DE DIFERENTES SOLUCIONES DE
ESTRUCTURA METÁLICA DE UNA NAVE
INDUSTRIAL*

Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales

ANEJO III

VARIANTES DE LA ESTRUCTURA

ÍNDICE ANEJO III

1. OBJETO	452
2. NORMATIVA APLICADA	452
3. ESTRUCTURA DE PARTIDA.....	452
4. VARIANTES DE LA ESTRUCTURA	454
4.1. VARIANTE I	455
4.2. VARIANTE II	457
4.3. VARIANTE III	459
4.4. VARIANTE IV.....	461
4.5. VARIANTE V.....	463
4.6. VARIANTE VI.....	465
4.7. VARIANTE VII.....	467
4.8. VARIANTE VIII.....	469
4.9. VARIANTE IX.....	475
4.10 RESUMEN DE VARIANTES.....	477

1. OBJETO

El objeto de este anejo es el estudio de las consecuencias que suponen introducir una serie de modificaciones en la estructura.

2. NORMATIVA APLICADA

En el momento de calcular las distintas variantes se ha tenido en cuenta la normativa del Código Técnico de la Edificación (CTE):

- DB – SE Seguridad Estructural:
 - DB – SE – AE Acciones en la Edificación.
 - DB – SE – A Acero.
 - DB – SE – C Cimientos.

También se han tenido en cuenta las instrucciones:

- Instrucción de Acero Estructural (EAE 2011)
- Instrucción de Hormigón Estructural (EHE – 08)

Así como también los Eurocódigos:

- Eurocódigo 2: Proyecto de Estructuras de Hormigón
- Eurocódigo 3: Proyecto de Estructuras de Acero
- Eurocódigo 4: Proyecto de Estructuras Mixtas de Acero y Hormigón

3. ESTRUCTURA DE PARTIDA

En el momento de llevar a cabo las diferentes variantes se ha tomado como base la misma estructura, la cual se ha detallado a lo largo de todo el proyecto. A modo de resumen, se muestran en la siguiente tabla el peso de las correas y estructura principal así como un total de ambas:

	ELEMENTO	PESO (Kg)
Correas	Cubierta	8779,68
	Fachada	4773,6
	Total	13553,28
Estructura	Principal	24832,29
	Total	38385,56

También es necesario mostrar otros datos como pueden ser los kg de acero y m³ de hormigón presentes en la cimentación:

	TOTAL	UNIDADES
Acero de Armado	4040,14	Kg

Hormigón	136,66	m ³
----------	--------	----------------

Por último, se mostrarán una serie de tablas en las cuales se exponen los ratios de kg de acero estructural en correas de fachada y cubierta, así como de la estructura principal por m² de nave en planta y m³ de nave. Además de los ratios de kg de acero para armado y m³ de hormigón en cimentaciones por m² de nave en planta y m³ de nave.

ACERO CORREAS	Kg	Kg/m² (planta)	Kg/m³ (nave)
FACHADA	8779,68	9,501818182	1,258518964
CUBIERTA	4773,6	5,166233766	0,684269373
TOTAL	13553,28	14,66805195	1,942788337

ACERO ESTRUCTURA	Kg	Kg/m² (planta)	Kg/m³ (nave)
PRINCIPAL	24832,29	26,87477273	3,559572547
TOTAL	38385,57	41,54282468	5,502360884

ACERO PARA ARMAR	Kg	Kg/m² (planta)	Kg/m³ (nave)
CIMENTACIONES	4040,14	4,372445887	0,579131906

HORMIGÓN	m³	m³/m² (planta)	m³/m³ (nave)
CIMENTACIONES	136,66	0,147900433	0,019589461

4. VARIANTES DE LA ESTRUCTURA

Antes de ver las distintas variantes de la estructura, es necesario exponer que factores se van a tener en cuenta a la hora de realizar la comparación:

- Peso total de acero de la estructura principal
- Peso total de acero en correas de cubierta y fachada
- Peso total de acero de armado en cimentaciones
- Ratios de kg de acero estructural en perfiles por m² de nave en planta y m³ de nave. Desglosando estos en:
 - Correas de fachada y cubierta
 - Pórticos (estructura principal)
- Ratios de kg de acero para armado en cimentaciones, por m² de nave en planta y m³ de nave
- Ratios de m³ de hormigón en cimentaciones, por m² de nave en planta y m³ de nave
- Coste en € por m² de nave en planta y m³ de nave

Todos estos valores serán recogidos en tablas para facilitar la comprensión de los mismos.

4.1 VARIANTE I

Lo mismo que en la estructura base, pero ahora realizando los cálculos con una normativa diferente. Como la de referencia está calculada con el la EAE y EHE, se calculará esta estructura con los Eurocódigos de acero y hormigón.

RESULTADOS:

	ELEMENTO	PESO (Kg)
Correas	Cubierta	8779,68
	Fachada	4773,6
	Total	13553,28
Estructura	Principal	21800
	Total	35353,28

CIMENTACIONES	TOTAL	UNIDADES
Acero de Armado	5968,9	Kg
Hormigón	136,26	m ³

RATIOS:

ACERO CORREAS	Kg	Kg/m ² (planta)	Kg/m ³ (nave)
FACHADA	8779,68	9,501818182	1,258518964
CUBIERTA	4773,6	5,166233766	0,684269373
TOTAL	13553,28	14,66805195	1,942788337

ACERO ESTRUCTURA	Kg	Kg/m ² (planta)	Kg/m ³ (nave)
PRINCIPAL	21800	23,59307359	3,12491041
TOTAL	35353,28	38,26112554	5,067698747

ACERO PARA ARMAR	Kg	Kg/m² (planta)	Kg/m³ (nave)
CIMENTACIONES	5968,9	6,459848485	0,855609071

HORMIGÓN	m³	m³/m² (planta)	m³/m³ (nave)
CIMENTACIONES	136,26	0,147467532	0,019532124

COMENTARIOS:

El cambio de normativa permite rebajar el peso de la estructura lo que repercute en una disminución del acero y hormigón presente en la cimentación. Esto se debe a que los Eurocódigos tienen un coeficiente de minoración de la resistencia de acero igual a 1, mientras que para la EAE este coeficiente es de 1,05. Por lo que dicha normativa puede resultar menos restrictiva que el CTE.

4.2 VARIANTE II

Todo igual que en la estructura base cambiando el tipo de acero. Se pasará de acero S275 a acero S235.

RESULTADOS:

	ELEMENTO	PESO (Kg)
Correas	Cubierta	8779,68
	Fachada	4773,6
	Total	13553,28
Estructura	Principal	23491,51
	Total	37044,79

CIMENTACIONES	TOTAL	UNIDADES
Acero de Armado	4030,82	Kg
Hormigón	136,04	m ³

RATIOS:

ACERO CORREAS	Kg	Kg/m ² (planta)	Kg/m ³ (nave)
FACHADA	8779,68	9,501818182	1,258518964
CUBIERTA	4773,6	5,166233766	0,684269373
TOTAL	13553,28	14,66805195	1,942788337

ACERO ESTRUCTURA	Kg	Kg/m ² (planta)	Kg/m ³ (nave)
PRINCIPAL	23491,51	25,42371212	3,367379089
TOTAL	37044,79	40,09176407	5,310167426

ACERO PARA ARMAR	Kg	Kg/m² (planta)	Kg/m³ (nave)
CIMENTACIONES	4030,82	4,362359307	0,577795935

HORMIGÓN	m³	m³/m² (planta)	m³/m³ (nave)
CIMENTACIONES	136,04	0,147229437	0,019500588

COMENTARIOS:

Pasar de un acero S275 a un S235 provoca una ligera disminución tanto del peso de la estructura principal como del acero y hormigón utilizado en cimentaciones. Esto se debe a que la estructura principal está dimensionada a flecha con un aprovechamiento del 57,7 % mientras que la variante que estamos contemplando, está dimensionada a resistencia por lo que su aprovechamiento es del 65,22 %.

4.3 VARIANTE III

Todo igual que en la estructura base, cambiando el tipo de correas. De perfiles conformados en frío a perfiles normalizados laminados en caliente. Pasamos de una ZF conformadas en frío a IPEs, tanto en cubierta como en fachada.

RESULTADOS:

	ELEMENTO	PESO (Kg)
Correas	Cubierta	15140,16
	Fachada	7724,4
	Total	22864,56
Estructura	Principal	22806,35
	Total	45670,91

CIMENTACIONES	TOTAL	UNIDADES
Acero de Armado	3822,32	Kg
Hormigón	136,9	m ³

RATIOS:

ACERO CORREAS	Kg	Kg/m ² (planta)	Kg/m ³ (nave)
FACHADA	15140,16	16,38545455	2,17025888
CUBIERTA	7724,4	8,35974026	1,107250366
TOTAL	22864,56	24,74519481	3,277509246

ACERO ESTRUCTURA	Kg	Kg/m ² (planta)	Kg/m ³ (nave)
PRINCIPAL	22806,35	24,68219697	3,269165162
TOTAL	45670,91	49,42739177	6,546674407

ACERO PARA ARMAR	Kg	Kg/m² (planta)	Kg/m³ (nave)
CIMENTACIONES	3822,32	4,136709957	0,547908604

HORMIGÓN	m³	m³/m² (planta)	m³/m³ (nave)
CIMENTACIONES	136,9	0,148160173	0,019623864

COMENTARIOS:

El cambio en las correas producido por el paso de perfiles conformados en frío (ZF) a perfiles normalizados laminados en caliente (IPE) ha provocado un aumento considerable en el peso de la estructura secundaria lo que repercute directamente sobre el peso total de la estructura. En lo que respecta a las cimentaciones estas apenas experimentan variaciones.

4.4 VARIANTE IV

Todo igual que en la estructura base, aumentando o disminuyendo el número de tornapuntas.

La configuración elegida ha sido la de disminuir el número de tornapuntas pasando así a tener 1 por cada 3 correas por lo que la distancia entre los mismos pasa a ser de 5,25 m (tres veces la distancia entre correas).

RESULTADOS:

	ELEMENTO	PESO (Kg)
Correas	Cubierta	8779,68
	Fachada	4773,6
	Total	13553,28
Estructura	Principal	23125,24
	Total	36678,52

CIMENTACIONES	TOTAL	UNIDADES
Acero de Armado	4030,82	Kg
Hormigón	136,04	m ³

RATIOS:

ACERO CORREAS	Kg	Kg/m ² (planta)	Kg/m ³ (nave)
FACHADA	8779,68	9,501818182	1,258518964
CUBIERTA	4773,6	5,166233766	0,684269373
TOTAL	13553,28	14,66805195	1,942788337

ACERO ESTRUCTURA	Kg	Kg/m ² (planta)	Kg/m ³ (nave)
PRINCIPAL	23125,24	25,02731602	3,314876294
TOTAL	36678,52	39,69536797	5,257664631

ACERO PARA ARMAR	Kg	Kg/m² (planta)	Kg/m³ (nave)
CIMENTACIONES	4030,82	4,362359307	0,577795935

HORMIGÓN	m³	m³/m² (planta)	m³/m³ (nave)
CIMENTACIONES	136,04	0,147229437	0,019500588

COMENTARIOS:

Puede parecer extraño pero la disminución del número de tornapuntas a resultado beneficioso a la hora de rebajar el peso total de la estructura. Esto quiere indicar que no era necesario disponer 1 tornapuntas por cada 2 correas como se había supuesto en la estructura base si no que con poner 1 tornapunta cada 3 habría sido más que suficiente para arriostrar dicha estructura.

4.5 VARIANTE V

Todo igual que en la estructura base, pero cambiando las condiciones de contorno. Se pasará de pórticos biempotrados a biarticulados.

RESULTADOS:

	ELEMENTO	PESO (Kg)
Correas	Cubierta	8779,68
	Fachada	4773,6
	Total	13553,28
Estructura	Principal	30692,33
	Total	44245,61

CIMENTACIONES	TOTAL	UNIDADES
Acero de Armado	3799,67	Kg
Hormigón	123,39	m ³

RATIOS:

ACERO CORREAS	Kg	Kg/m ² (planta)	Kg/m ³ (nave)
FACHADA	8779,68	9,501818182	1,258518964
CUBIERTA	4773,6	5,166233766	0,684269373
TOTAL	13553,28	14,66805195	1,942788337

ACERO ESTRUCTURA	Kg	Kg/m ² (planta)	Kg/m ³ (nave)
PRINCIPAL	30692,33	33,21680736	4,399577134
TOTAL	44245,61	47,88485931	6,342365471

ACERO PARA ARMAR	Kg	Kg/m² (planta)	Kg/m³ (nave)
CIMENTACIONES	3799,67	4,11219697	0,54466185

HORMIGÓN	m³	m³/m² (planta)	m³/m³ (nave)
CIMENTACIONES	123,39	0,133538961	0,01768728

COMENTARIOS:

Al tratarse de pórticos biarticulados, las zapatas no están sometidas a ningún tipo de momento esto provoca una disminución de acero y hormigón en las mismas. En cambio, el peso total de la estructura aumenta considerablemente debido a que los pilares al no estar biempotrados sufren más los efectos del pandeo lateral. Además, hay que contar con que se han añadido un gran número de barras en cubierta y algunas más en los pórticos testeros para poder cumplir con los desplomes. Ya que de no introducir dichas barras, aumenta considerablemente la sección de los pilares y dinteles de los pórticos intermedios.

4.6 VARIANTE VI

Todo igual que en la estructura base, pero cambiando la distancia entre pórticos. Consiste en establecer una nueva distancia entre pórticos, pasando de los 6 metros a los 5,5 metros.

RESULTADOS:

	ELEMENTO	PESO (Kg)
Correas	Cubierta	7872,48
	Fachada	4016,65
	Total	11889,13
Estructura	Principal	23198,26
	Total	35087,39

CIMENTACIONES	TOTAL	UNIDADES
Acero de Armado	4181,88	Kg
Hormigón	152,05	m ³

RATIOS:

ACERO CORREAS	Kg	Kg/m ² (planta)	Kg/m ³ (nave)
FACHADA	7872,48	8,132727273	1,07718242
CUBIERTA	4016,65	4,149431818	0,549593618
TOTAL	11889,13	12,28215909	1,626776039

ACERO ESTRUCTURA	Kg	Kg/m ² (planta)	Kg/m ³ (nave)
PRINCIPAL	23198,26	23,96514463	3,174191341
TOTAL	35087,39	36,24730372	4,80096738

ACERO PARA ARMAR	Kg	Kg/m² (planta)	Kg/m³ (nave)
CIMENTACIONES	4181,88	4,320123967	0,57220185

HORMIGÓN	m³	m³/m² (planta)	m³/m³ (nave)
CIMENTACIONES	152,05	0,157076446	0,020804827

COMENTARIOS:

Disminuir la distancia entre pórticos ha sido una buena opción ya que hacer esto, nos permite reducir la sección de los perfiles lo que conlleva una bajada del peso de toda la estructura. También del hormigón y acero presente en la cimentación.

4.7 VARIANTE VII

Todo igual que en la estructura base, pero empleando un tipo de sección diferente en pilares. De IPE a HEA.

RESULTADOS:

	ELEMENTO	PESO (Kg)
Correas	Cubierta	8779,68
	Fachada	4773,6
	Total	13553,28
Estructura	Principal	27073,63
	Total	40626,91

CIMENTACIONES	TOTAL	UNIDADES
Acero de Armado	3676,46	Kg
Hormigón	121,38	m ³

RATIOS:

ACERO CORREAS	Kg	Kg/m ² (planta)	Kg/m ³ (nave)
FACHADA	8779,68	9,501818182	1,258518964
CUBIERTA	4773,6	5,166233766	0,684269373
TOTAL	13553,28	14,66805195	1,942788337

ACERO ESTRUCTURA	Kg	Kg/m ² (planta)	Kg/m ³ (nave)
PRINCIPAL	27073,63	29,30046537	3,88085634
TOTAL	40626,91	43,96851732	5,823644678

ACERO PARA ARMAR	Kg	Kg/m² (planta)	Kg/m³ (nave)
CIMENTACIONES	3676,46	3,978852814	0,527000373

HORMIGÓN	m³	m³/m² (planta)	m³/m³ (nave)
CIMENTACIONES	121,38	0,131363636	0,017399157

COMENTARIOS:

Los perfiles HEA suelen tener más área que los IPE por lo que trabajan mejor a pandeo por compresión de ahí que se suelen utilizar como pilares. En el caso de luces mayores o en estructuras que cuenten con puentes grúa, su utilización puede resultar ventajosa ya que, contribuyen a una disminución del peso de la estructura.

En nuestro caso, como la luz no es muy grande (22 m) el uso de HEA como pilares provoca un aumento considerable del peso de la estructura. En cambio, dicho aumento no se ve reflejado en los kg de acero y m³ de hormigón presentes en la cimentación.

4.8 VARIANTE VIII

Todo igual que en la estructura base, pero aumentando la altura de pilares.

En este caso, vamos a contemplar las siguientes posibilidades:

- Aumentar la altura de los pilares desde los 7 metros iniciales hasta los 8,75 metros (Variante VIII a).
- Aumentar la altura de los pilares desde los 7 metros iniciales hasta los 10,5 metros (Variante VIII b).
- Igual que la Variante III b, pero ahora cambiando los pilares IPE por HEA (Variante VIII c).

Variante VIII a

Como ya se ha explicado, se aumentará la altura de los pilares desde los 7 metros iniciales hasta los 8,75 metros llegando a alcanzar los 9,85 metros en cumbrera.

RESULTADOS:

	ELEMENTO	PESO (Kg)
Correas	Cubierta	8779,68
	Fachada	7673,04
	Total	16452,72
Estructura	Principal	27546,22
	Total	43998,94

CIMENTACIONES	TOTAL	UNIDADES
Acero de Armado	4732,34	Kg
Hormigón	166,28	m ³

RATIOS:

ACERO CORREAS	Kg	Kg/m² (planta)	Kg/m³ (nave)
FACHADA	8779,68	9,501818182	1,258518964
CUBIERTA	7673,04	8,304155844	0,892919983
TOTAL	16452,72	17,80597403	1,914620863

ACERO ESTRUCTURA	Kg	Kg/m² (planta)	Kg/m³ (nave)
PRINCIPAL	27546,22	29,81192641	3,205583485
TOTAL	43998,94	47,61790043	5,120204348

ACERO PARA ARMAR	Kg	Kg/m² (planta)	Kg/m³ (nave)
CIMENTACIONES	4732,34	5,121580087	0,550707536

HORMIGÓN	m³	m³/m² (planta)	m³/m³ (nave)
CIMENTACIONES	166,28	0,17995671	0,019350184

COMENTARIOS:

Como era de esperar, un aumento en la longitud de pilares provoca un incremento del peso de la estructura. Dado que al ser estos más altos están más expuestos a las cargas de viento. Dicho aumento repercute directamente en las zapatas y vigas de atado que ven incrementado de forma considerable la cantidad de hormigón y acero presente en las mismas.

Variante VIII b

Como ya se ha explicado, se aumentará la altura de los pilares desde los 7 metros iniciales hasta los 10,5 metros llegando a alcanzar los 11,6 metros en cumbrera.

RESULTADOS:

	ELEMENTO	PESO (Kg)
Correas	Cubierta	10443,72
	Fachada	10443,72
	Total	20887,44
Estructura	Principal	31984,43
	Total	52871,87

CIMENTACIONES	TOTAL	UNIDADES
Acero de Armado	5547,18	Kg
Hormigón	198,11	m ³

RATIOS:

ACERO CORREAS	Kg	Kg/m² (planta)	Kg/m³ (nave)
FACHADA	10443,72	11,30272727	1,022871246
CUBIERTA	10443,72	11,30272727	1,022871246
TOTAL	20887,44	22,60545455	2,045742493

ACERO ESTRUCTURA	Kg	Kg/m² (planta)	Kg/m³ (nave)
PRINCIPAL	31984,43	34,61518398	3,132595836
TOTAL	52871,87	57,22063853	6,152756831

ACERO PARA ARMAR	Kg	Kg/m² (planta)	Kg/m³ (nave)
CIMENTACIONES	5547,18	6,003441558	0,543297879

HORMIGÓN	m³	m³/m² (planta)	m³/m³ (nave)
CIMENTACIONES	198,11	0,214404762	0,019403146

COMENTARIOS:

Al igual que ocurría en la Variante VIII a, este nuevo incremento de altura provoca un aumento bastante considerable tanto del peso de la estructura como de la cantidad de hormigón y acero utilizado en la cimentación.

Variante VIII c

Igual que la anterior, pero variando ahora los perfiles de los pilares pasarán de IPE a HEA.

RESULTADOS:

	ELEMENTO	PESO (Kg)
Correas	Cubierta	10443,72
	Fachada	10443,72
	Total	20887,44
Estructura	Principal	35503,36
	Total	56390,8

CIMENTACIONES	TOTAL	UNIDADES
Acero de Armado	5196,36	Kg
Hormigón	185,89	m ³

RATIOS:

ACERO CORREAS	Kg	Kg/m² (planta)	Kg/m³ (nave)
FACHADA	10443,72	11,30272727	1,022871246
CUBIERTA	10443,72	11,30272727	1,022871246
TOTAL	20887,44	22,60545455	2,045742493

ACERO ESTRUCTURA	Kg	Kg/m² (planta)	Kg/m³ (nave)
PRINCIPAL	35503,36	38,42354978	3,477244324
TOTAL	56390,8	61,02900433	6,56225853

ACERO PARA ARMAR	Kg	Kg/m² (planta)	Kg/m³ (nave)
CIMENTACIONES	5196,36	5,623766234	0,508938121

HORMIGÓN	m³	m³/m² (planta)	m³/m³ (nave)
CIMENTACIONES	185,89	0,201179654	0,018206304

COMENTARIOS:

Tal y como se observó en la Variante VII, los perfiles HEA conllevan un aumento de peso, si a esto le sumamos una mayor longitud de pilares el incremento se hace más acusado. Aunque en comparación con la Variante VIII b, dicho cambio produce una disminución del acero y hormigón presente en cimentaciones.

4.9 VARIANTE IX

Todo igual que en la estructura base, pero variando ahora la ubicación. Se cambiará de Ferrol a Sevilla para comprobar los efectos de las cargas de viento ya que en esta segunda ubicación estas son menores que en Ferrol.

RESULTADOS:

	ELEMENTO	PESO (Kg)
Correas	Cubierta	7233,24
	Fachada	4381,8
	Total	11615,04
Estructura	Principal	18098,96
	Total	29714

CIMENTACIONES	TOTAL	UNIDADES
Acero de Armado	3413,66	Kg
Hormigón	118,55	m ³

RATIOS:

ACERO CORREAS	Kg	Kg/m ² (planta)	Kg/m ³ (nave)
FACHADA	7233,24	7,828181818	1,036845274
CUBIERTA	4381,8	4,742207792	0,628106992
TOTAL	11615,04	12,57038961	1,664952266

ACERO ESTRUCTURA	Kg	Kg/m ² (planta)	Kg/m ³ (nave)
PRINCIPAL	18098,96	19,58761905	2,594386629
TOTAL	29714	32,15800866	4,259338895

ACERO PARA ARMAR	Kg	Kg/m² (planta)	Kg/m³ (nave)
CIMENTACIONES	3413,66	3,694437229	0,489329434

HORMIGÓN	m³	m³/m² (planta)	m³/m³ (nave)
CIMENTACIONES	118,55	0,128300866	0,016993492

COMENTARIOS:

El cambio de ubicación conlleva una disminución de las cargas de viento y nieve esto se ve reflejado en el peso de la estructura el cual disminuye considerablemente. Dicha bajada también es experimentada por el hormigón y acero presentes en la cimentación.

4.10 RESUMEN DE VARIANTES

A continuación se mostrarán una serie de tablas resumen a modo de comparativa de cada variante con la estructura base.

En la siguiente aparecerán los pesos de estructura principal y secundaria, los kg de acero y m³ de hormigón presentes en la cimentación.

	ACERO (Kg)					CIMENTACIONES	
	CORREAS			ESTRUCTURA		ACERO	HORMIGÓN
	CUBIERTA	FACHADA	TOTAL	PRINCIPAL	TOTAL	Kg	m ³
BASE	8779,68	4773,6	13553,28	24832,29	38385,57	4040,14	136,66
I	8779,68	4773,6	13553,28	21800	35353,28	5968,9	136,26
II	8779,68	4773,6	13553,28	23491,51	37044,79	4030,82	136,04
III	15140,16	7724,4	22864,56	22806,35	45670,91	3822,32	136,9
IV	8779,68	4773,6	13553,28	23125,24	36678,52	4030,82	136,04
V	8779,68	4773,6	13553,28	30692,33	44245,61	3799,67	123,39
VI	7872,48	4016,65	11889,13	23198,26	35087,39	4181,88	152,05
VII	4773,6	13553,28	18326,88	40626,91	58953,79	3676,46	121,38
VIII a	8779,68	7673,04	16452,72	27546,22	43998,94	4732,34	166,28
VIII b	10443,72	10443,72	20887,44	31984,43	52871,87	5547,18	198,11
VIII c	10443,72	10443,72	20887,44	35503,36	56390,8	5196,36	185,89
IX	7233,24	4381,8	11615,04	18098,96	29714	3413,66	118,55

En la tabla siguiente se muestran ratios de kg/m² (planta) y kg/m³ (nave) de correas:

	CORREAS					
	CUBIERTA		FACHADA		TOTAL	
	kg/m ² (planta)	kg/m ³ (nave)	kg/m ² (planta)	kg/m ³ (nave)	kg/m ² (planta)	kg/m ³ (nave)
BASE	9,50	1,26	5,17	0,68	14,67	1,94
I	9,50	1,26	5,17	0,68	14,67	1,94
II	9,50	1,26	5,17	0,68	14,67	1,94
III	16,39	2,17	8,36	1,11	24,75	3,28
IV	9,50	1,26	5,17	0,68	14,67	1,94
V	9,50	1,26	5,17	0,68	14,67	1,94
VI	8,13	1,08	4,15	0,55	12,28	1,63
VII	5,17	0,68	14,67	1,94	19,83	2,63
VIII a	9,50	1,02	8,30	0,89	17,81	1,91
VIII b	11,30	1,02	11,30	1,02	22,61	2,05
VIII c	11,30	1,02	11,30	1,02	22,61	2,05
IX	7,83	1,04	4,74	0,63	12,57	1,66

A continuación se exponen las ratios de kg/m² (planta) y kg/m³ (nave) de la estructura:

	ESTRUCTURA			
	PRINCIPAL		TOTAL	
	kg/m ² (planta)	kg/m ³ (nave)	kg/m ² (planta)	kg/m ³ (nave)
BASE	26,87	3,56	41,54	5,50
I	23,59	3,12	38,26	5,07
II	25,42	3,37	40,09	5,31
III	24,68	3,27	49,43	6,55
IV	25,03	3,31	39,70	5,26
V	33,22	4,40	47,88	6,34
VI	23,97	3,17	36,25	4,80
VII	43,97	5,82	63,80	8,45
VIII a	29,81	3,21	47,62	5,12
VIII b	34,62	3,13	57,22	5,18
VIII c	38,42	3,48	61,03	5,52
IX	19,59	2,59	32,16	4,26

En la tabla siguiente se muestran las ratios de kg de acero y m³ de hormigón en cimentaciones:

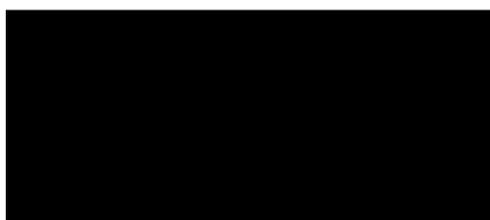
	CIMENTACIONES			
	ACERO		HORMIGÓN	
	kg/m ² (planta)	kg/m ³ (nave)	m ³ /m ² (planta)	m ³ /m ³ (nave)
BASE	4,372	0,579	0,148	0,020
I	6,460	0,856	0,147	0,020
II	4,362	0,578	0,147	0,020
III	4,137	0,548	0,148	0,020
IV	4,362	0,578	0,147	0,020
V	4,112	0,545	0,134	0,018
VI	4,320	0,572	0,157	0,021
VII	3,979	0,527	0,131	0,017
VIII a	5,122	0,551	0,180	0,019
VIII b	6,003	0,543	0,214	0,019
VIII c	5,624	0,509	0,201	0,018
IX	3,694	0,489	0,128	0,017

También es necesario incluir los costes de cada variante en €/m² y en €/m³:

	COSTE	€/m² (planta)	€/m³ (nave)
BASE	324.925,37 €	351,65 €	46,58 €
I	314.721,07 €	340,61 €	45,11 €
II	320.251,56 €	346,59 €	45,91 €
III	333.853,83 €	361,31 €	47,86 €
IV	318.755,23 €	344,97 €	45,69 €
V	340.752,41 €	368,78 €	48,84 €
VI	320.954,34 €	331,56 €	43,92 €
VII	328.231,48 €	355,23 €	47,05 €
VIII a	360.500,96 €	390,15 €	41,95 €
VIII b	412.217,89 €	446,12 €	40,37 €
VIII c	439.424,79 €	475,57 €	43,04 €
IX	289.980,97 €	313,83 €	41,57 €

Finamente, tras haber realizado dicho estudio si se tuviera que elegir una de las variantes como solución final, nos podríamos decantar por la IX ya que a lo que a costes se refiere es la más económica, pero cabe recordar que dicha configuración solo es válida en la ciudad de Sevilla por lo tanto, si nos ciñésemos a Ferrol, la elegida sería la que corresponde a la Variante IV la cual obtenía muy buenos resultados con una disminución total del peso de un 4,5 % además de encontrarse por debajo del presupuesto de partida.

CABAÑAS, DICIEMBRE 2021
ELIZABETH MARINA REY GARCÍA





UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

**TRABAJO FIN DE GRADO
CURSO 2021/22**

*ANÁLISIS DE DIFERENTES SOLUCIONES DE
ESTRUCTURA METÁLICA DE UNA NAVE
INDUSTRIAL*

Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales

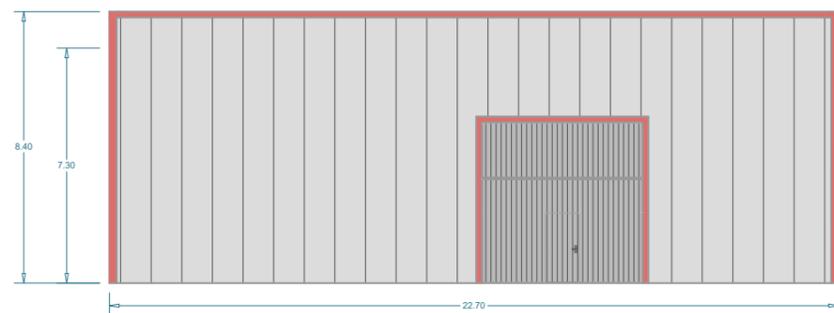
DOCUMENTO II

PLANOS

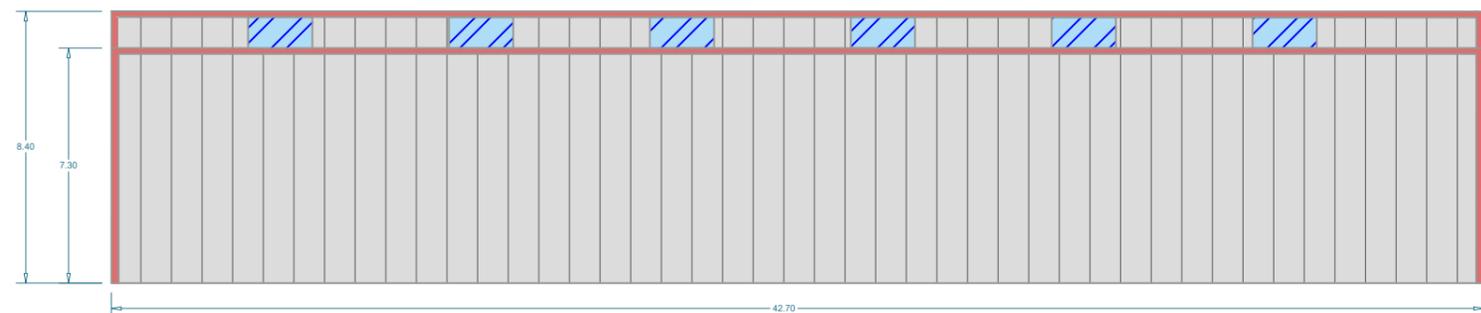
ÍNDICE PLANOS

ARQUITECTURA	485
PLANO A – 1 FACHADAS.....	485
ESTRUCTURA	486
PLANO E – 1 ESTRUCTURA 3D.....	486
PLANO E – 2 ESTRUCTURA PRINCIPAL Y SECUNDARIA.....	487
PLANO E – 3 CIMENTACIÓN.....	488
PLANO E – 4 ZAPATAS.....	489
PLANO E – 5 VIGAS DE ATADO I.....	490
PLANO E – 6 VIGAS DE ATADO II.....	491
UNIONES	492
PLANO U – 1 – UNIÓN TIPO IV.....	492
PLANO U – 2 – UNIÓN TIPO V.....	493
PLANO U – 3 – UNIÓN TIPO VI.....	494
PLANO U – 4 – UNIÓN TIPO VII.....	495
PLANO U – 5 – UNIÓN TIPO VIII.....	496
PLANO U – 6 – UNIÓN TIPO IX.....	497
PLANO U – 7 – UNIÓN TIPO X.....	498
PLANO U – 8 – UNIÓN TIPO XI.....	499
PLANO U – 9 – UNIÓN TIPO XII.....	500
PLANO U – 10 – UNIÓN TIPO XIII.....	501
PLANO U – 11 – UNIÓN TIPO XIV.....	502
PLANO U – 12 – UNIÓN TIPO XV.....	503
PLANO U – 13 – UNIÓN TIPO XVIII.....	504
PLANO U – 14 – UNIÓN TIPO XIX.....	505
PLACAS DE ANCLAJE	506
PLANO PA – 1 PLACA DE ANCLAJE – UNIÓN I.....	506
PLANO PA – 2 PLACA DE ANCLAJE – UNIÓN III.....	507
PLANO PA – 3 PLACA DE ANCLAJE – UNIÓN XVI.....	508
PLANO PA – 4 PLACA DE ANCLAJE – UNIÓN XVII.....	509
VARIANTES	510
PLANO V – 1 – VARIANTE I.....	510

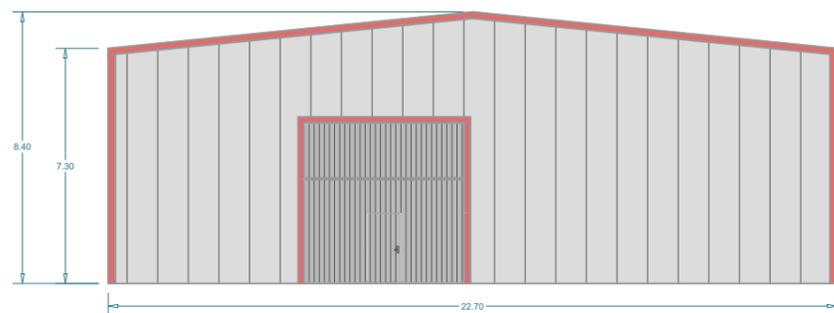
PLANO V – 2 – VARIANTE II	511
PLANO V – 3 – VARIANTE III	512
PLANO V – 4 – VARIANTE IV	513
PLANO V – 5 – VARIANTE V	514
PLANO V – 6 – VARIANTE VI	515
PLANO V – 7 – VARIANTE VII a	516
PLANO V – 8 – VARIANTE VIII b	517
PLANO V – 9 – VARIANTE VIII c	518
PLANO V – 10 – VARIANTE VIII	519
PLANO V – 11 – VARIANTE IX	520



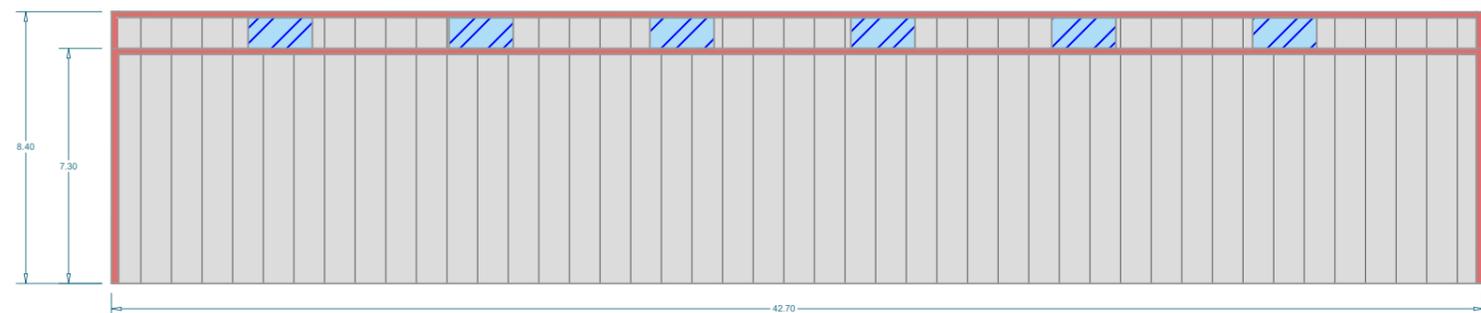
VISTA FRONTAL | FACHADA PRINCIPAL



VISTA LATERAL | FACHADA DERECHA



VISTA FRONTAL | FACHADA TRASERA



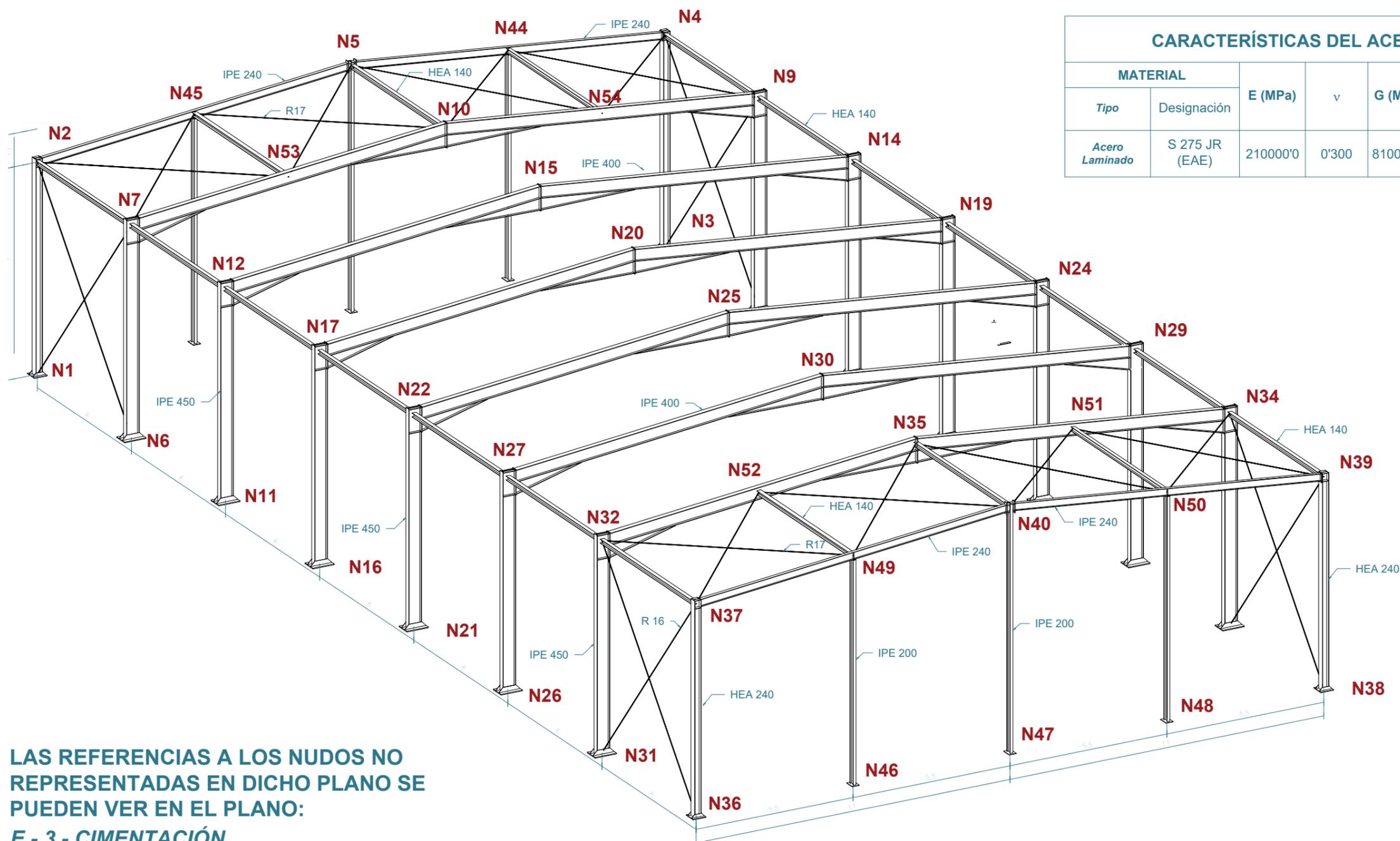
VISTA LATERAL | FACHADA IZQUIERDA



ANÁLISIS DE DIFERENTES SOLUCIONES DE ESTRUCTURA METÁLICA DE UNA NAVE INDUSTRIAL



Promotor: D. Alfredo Del Caño Gochi		Trabajo nº: 2122 - TFG - 3	
Plano: A 1 - FACHADAS			
Autora: ELIZABETH MARINA REY GARCÍA <small>Estudiante de Ingeniería en Tecnologías Industriales DNI: 32737584 - M</small>	Firma: 	Fecha: Diciembre 2021	Escala: 1:100
		Nº Planos: 36	Plano nº: 1



LAS REFERENCIAS A LOS NUDOS NO REPRESENTADAS EN DICHO PLANO SE PUEDEN VER EN EL PLANO:
E - 3 - CIMENTACIÓN

CARACTERÍSTICAS DEL ACERO EMPLEADO							
MATERIAL		E (MPa)	ν	G (MPa)	f _y (MPa)	α·t (m/m°C)	γ (kN/m ³)
Tipo	Designación						
Acero Laminado	S 275 JR (EAE)	210000'0	0'300	810000'0	275'0	0'000012	77'01

CARACTERÍSTICAS METÁLICAS DE LOS PERFILES

MATERIAL	Descripción	A (cm ²)	A _{yy} (cm ²)	A _{yz} (cm ²)	I _{yy} (cm ⁴)	I _{zz} (cm ⁴)	I _t (cm ⁴)
Acero Laminado S 275 JR (EAE)	HEA 240	76'80	43'20	13'91	7763'00	2769'00	42'14
	HEA 140	31'40	17'85	5'74	1033'00	389'30	8'10
	IPE 200	28'50	12'75	9'22	1943'00	142'00	6'92
	IPE 240	39'10	17'64	12'30	3892'00	284'00	12'95
	IPE 400	98'80	36'45	28'87	23130'00	1318'00	51'28
	IPE 450	98'80	41'61	35'60	33740'00	1676'00	66'75
	R16	2'01	1'81	1'81	0'32	0'32	0'64
	R17	2'27	2'04	2'04	0'41	0'41	0'82



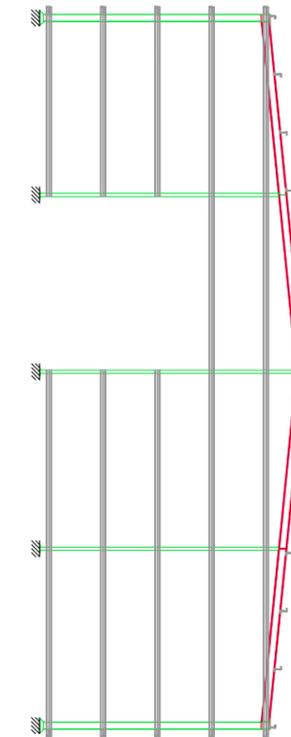
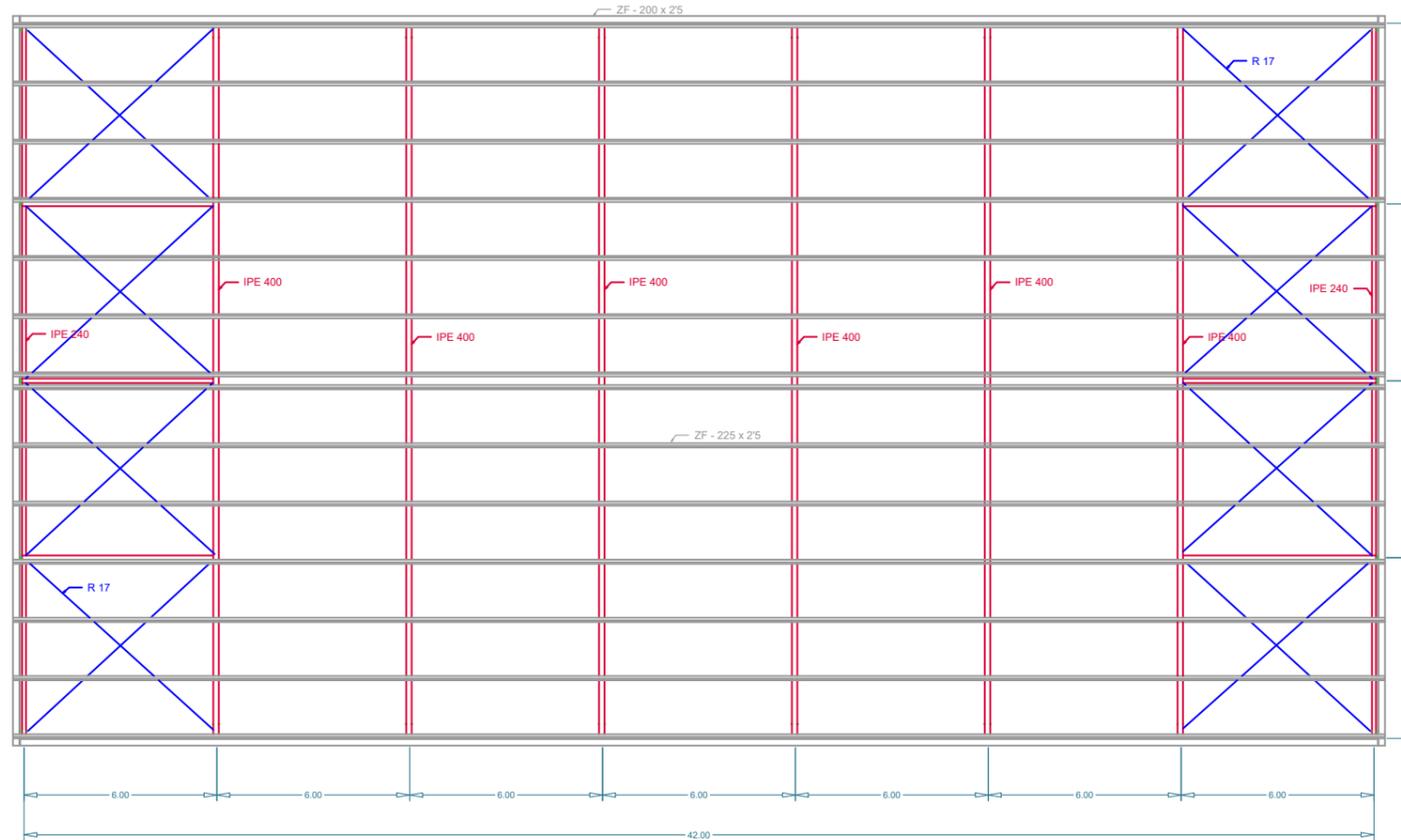
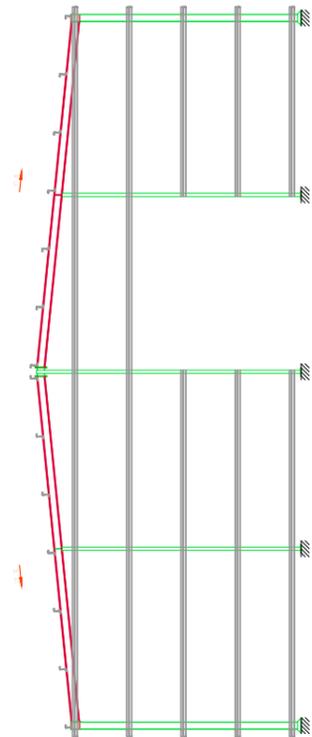
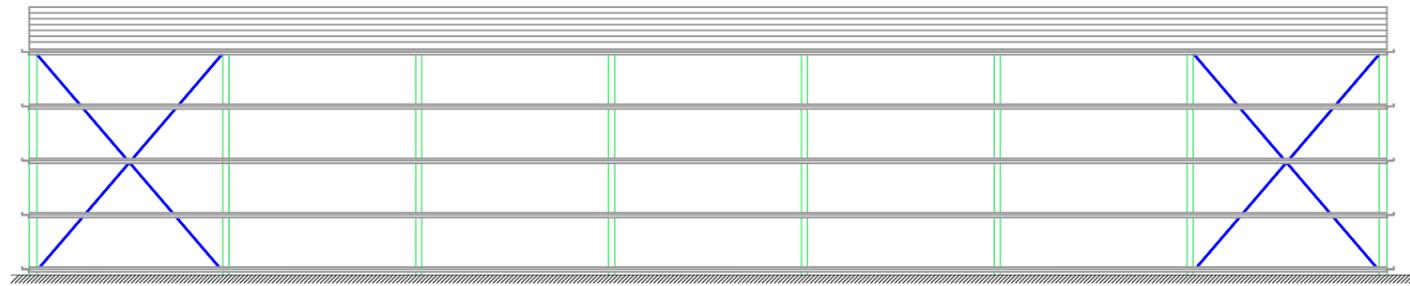
ANÁLISIS DE DIFERENTES SOLUCIONES DE ESTRUCTURA METÁLICA DE UNA NAVE INDUSTRIAL



Promotor: **D. Alfredo Del Caño Gochi** Trabajo nº: **2122 - TFG - 3**

Plano: **E - 1 - ESTRUCTURA 3D**

Autora: **ELIZABETH MARINA REY GARCÍA** Firma: [Redacted] Fecha: **Diciembre 2021** Escala: **1:100**
 Estudiante de Ingeniería en Tecnologías Industriales DNI: 32737584 - M Nº Planos: **36** Plano nº: **2**



CARACTERÍSTICAS DEL ACERO EMPLEADO EN LAS CORREAS

MATERIAL		E (MPa)	ν	G (MPa)	f _y (MPa)	α·t (m/m°C)	γ (kN/m ³)
Tipo	Designación						
Acero Laminado	S 235 (EAE)	210000'0	0'300	810000'0	235'0	0'000012	77'01

CARACTERÍSTICAS DE LAS CORREAS

	Tipo de Perfil	Tipo de Acero	Separación	Límite de Flecha	Fijación
CUBIERTA	ZF - 200 x 2'5	S235	1'75	L/300	Unión Rígida Atornillada con Ejión
FACHADA	ZF - 225 x 2'5				



ANÁLISIS DE DIFERENTES SOLUCIONES DE ESTRUCTURA METÁLICA DE UNA NAVE INDUSTRIAL



Promotor:
D. Alfredo Del Caño Gochi

Trabajo n°:
2122 - TFG - 3

Plano:
E - 2 - ESTRUCTURA PRINCIPAL Y SECUNDARIA

Autora:
ELIZABETH MARINA REY GARCÍA
Estudiante de Ingeniería en Tecnologías Industriales
DNI: 32737584 - M

Firma:

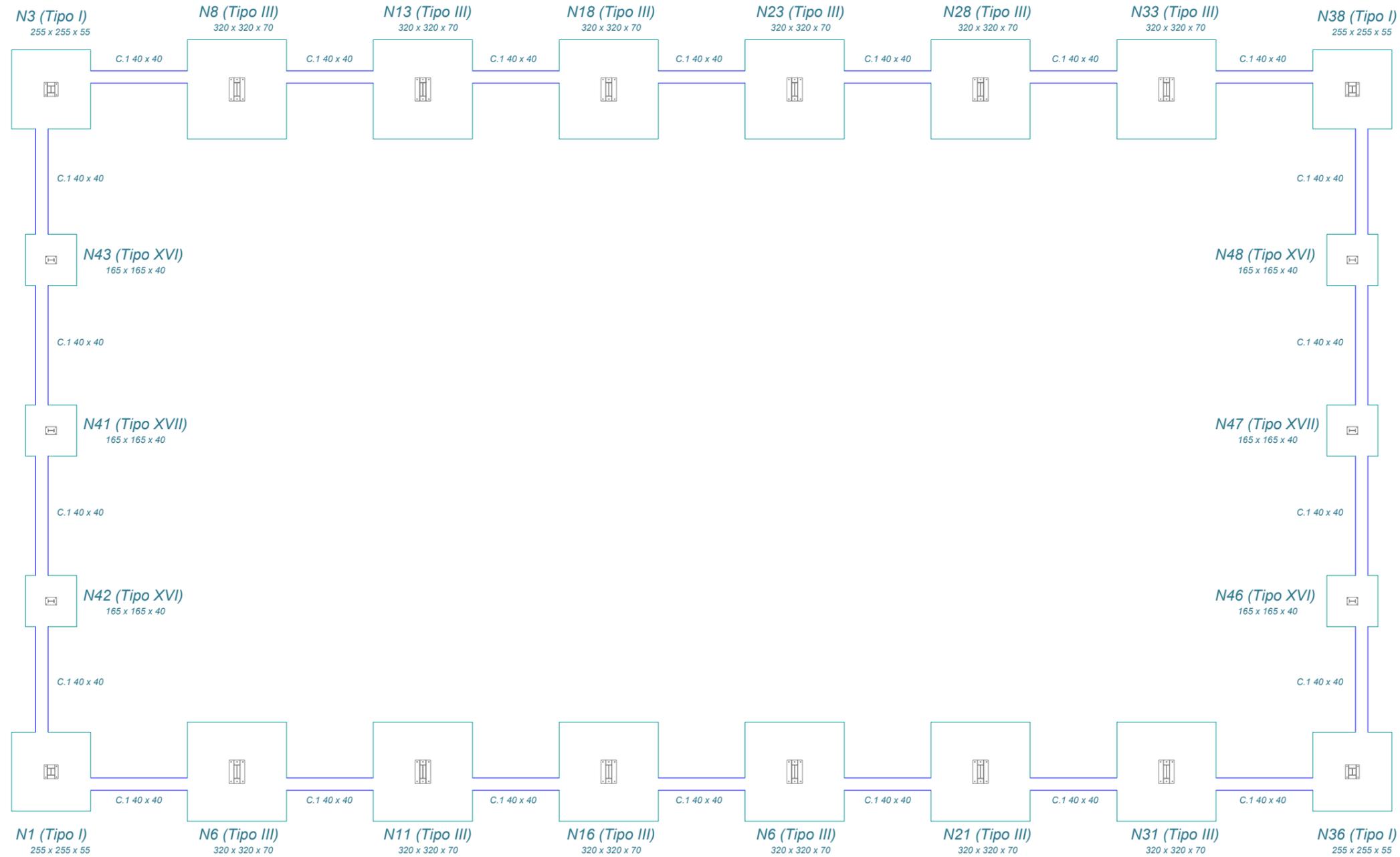


Fecha:
Diciembre 2021

N° Planos:
36

Escala:
1:100

Plano n°:
3



ANÁLISIS DE DIFERENTES SOLUCIONES DE ESTRUCTURA METÁLICA DE UNA NAVE INDUSTRIAL



Promotor: D. Alfredo Del Caño Gochi **Trabajo n°:**
2122 - TFG - 3

Plano: E - 3 - CIMENTACIÓN

Autora: ELIZABETH MARINA REY GARCÍA
Estudiante de Ingeniería en Tecnologías Industriales
DNI: 32737584 - M **Firma:**

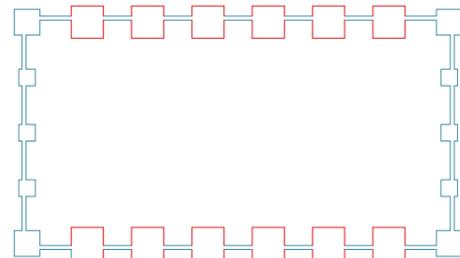
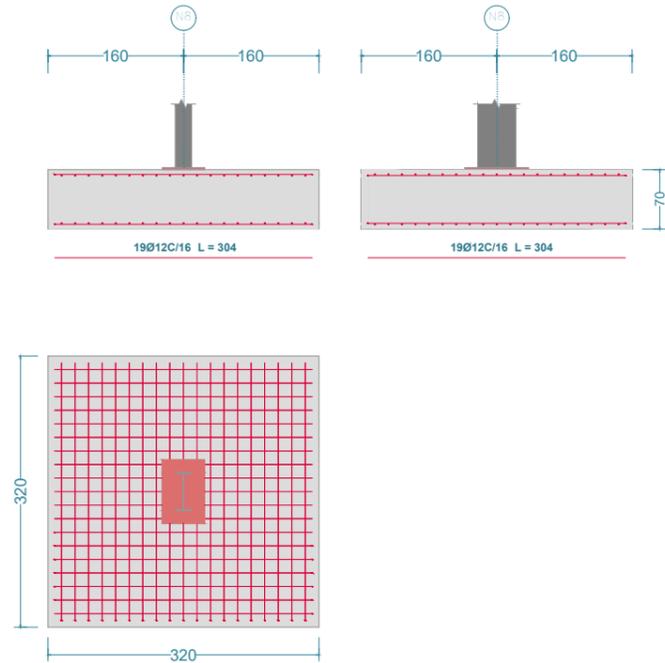
Fecha: Diciembre 2021 **Escala:**
1:100

Nº Planos: 36 **Plano n°:**
4

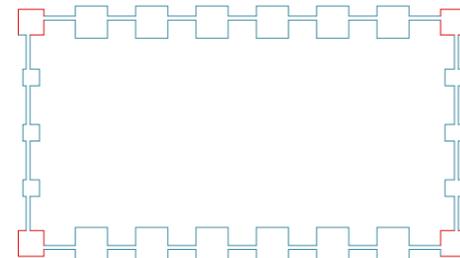
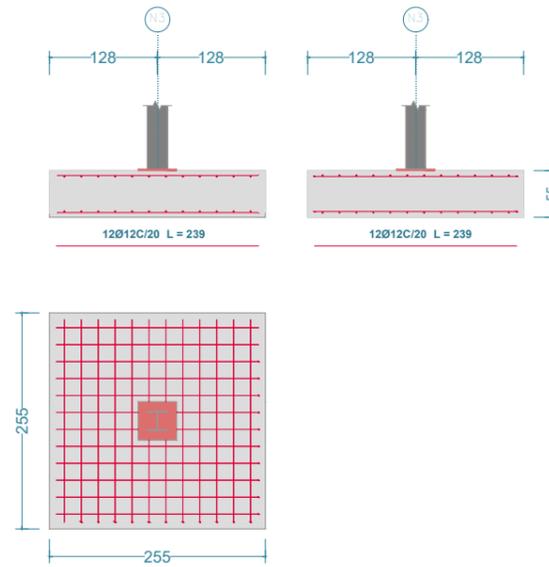
CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

ELEMENTO	HORMIGÓN				ACERO	
	Tipo	Consistencia	Tamaño Máx. Árido	Exposición Ambiente	Tipo	Coefficiente
Zapatas y Vigas de Atado	HA - 25	Plástica	30 mm	Ila	B 400 S	Ys = 1'15

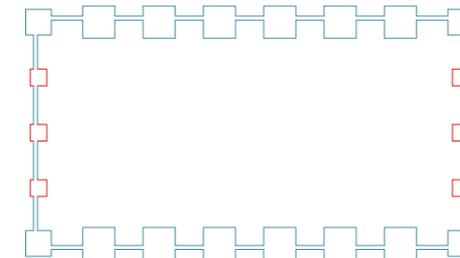
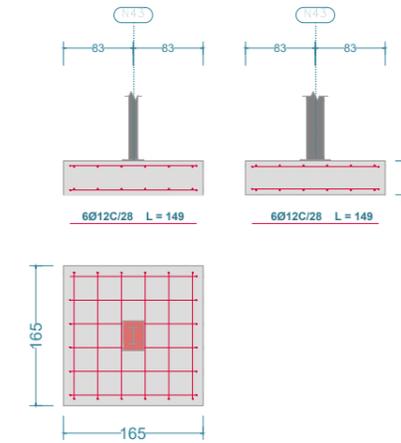
**ZAPATAS DE LOS PILARES DE LOS PÓRTICOS INTERMEDIOS:
N8, N13, N6, N18, N11, N16, N21, N26, N31, N33, N28 y N23**



**ZAPATAS DE LOS PILARES EXTREMOS DE LOS
PÓRTICOS TESTEROS:
N3, N1, N36 Y N38**



**ZAPATAS DE LOS PILARES INTERMEDIOS
DE LOS PÓRTICOS TESTEROS:
N43, N41, N42, N46, N47 Y N48**



CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

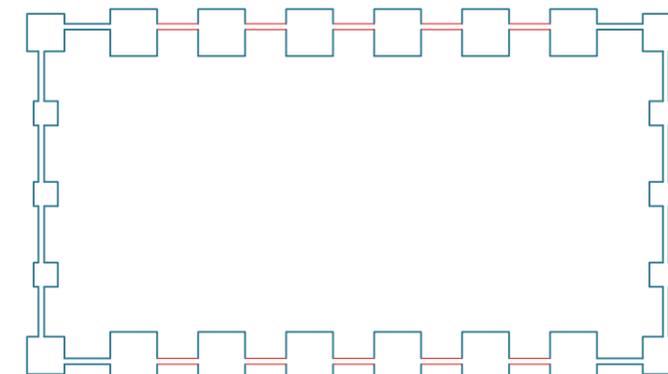
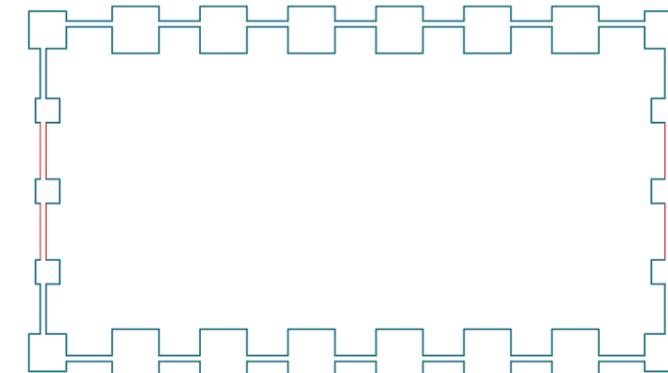
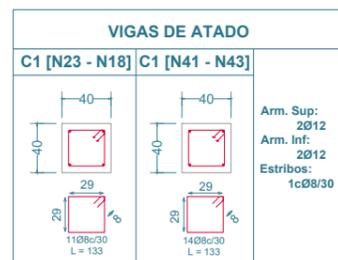
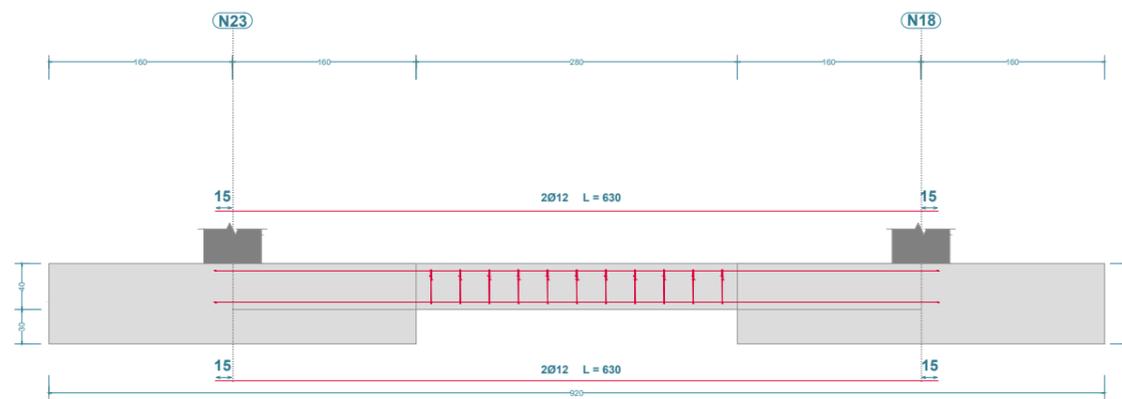
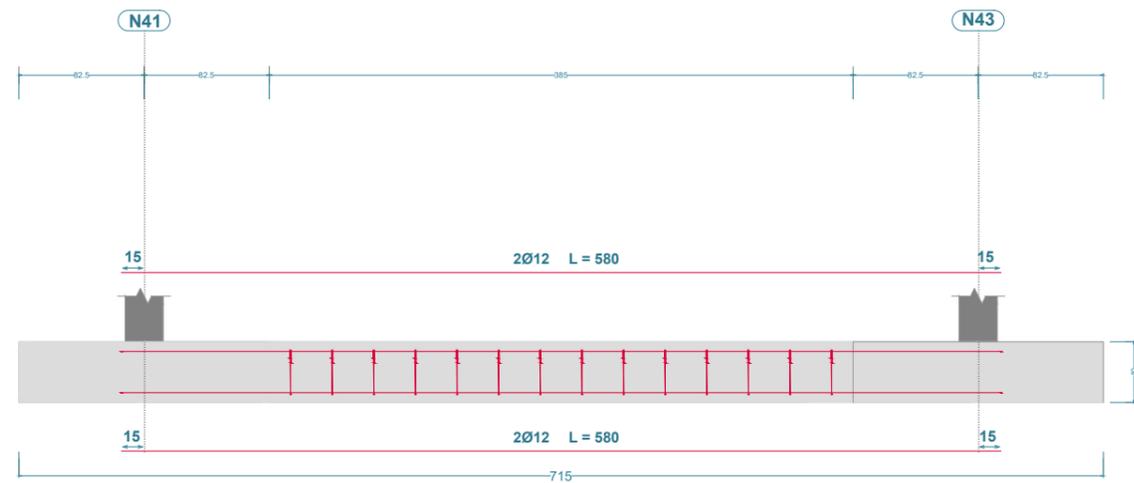
ELEMENTO	HORMIGÓN				ACERO	
	Tipo	Consistencia	Tamaño Máx. Árido	Exposición Ambiente	Tipo	Coefficiente
Zapatras	HA - 25	Plástica	30 mm	Ila	B 400 S	Ys = 1'15



**ANÁLISIS DE DIFERENTES SOLUCIONES DE
ESTRUCTURA METÁLICA DE UNA NAVE INDUSTRIAL**



Promotor: D. Alfredo Del Caño Gochi		Trabajo n°: 2122 - TFG - 3	
Plano: E - 4 - ZAPATAS			
Autora: ELIZABETH MARINA REY GARCÍA Estudiante de Ingeniería en Tecnologías Industriales DNI: 32737584 - M	Firma: 	Fecha: Diciembre 2021	Escala: 1:100
		Nº Planos: 36	Plano n°: 5



CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

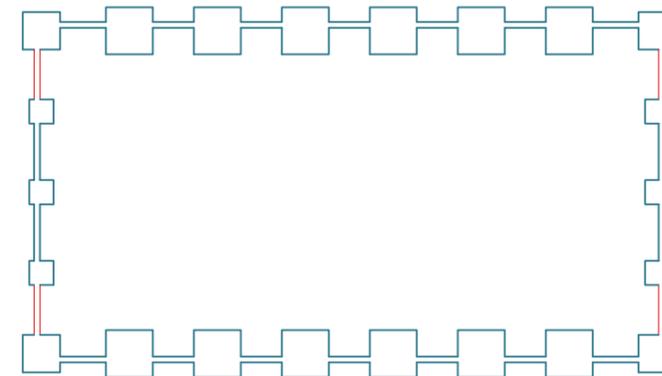
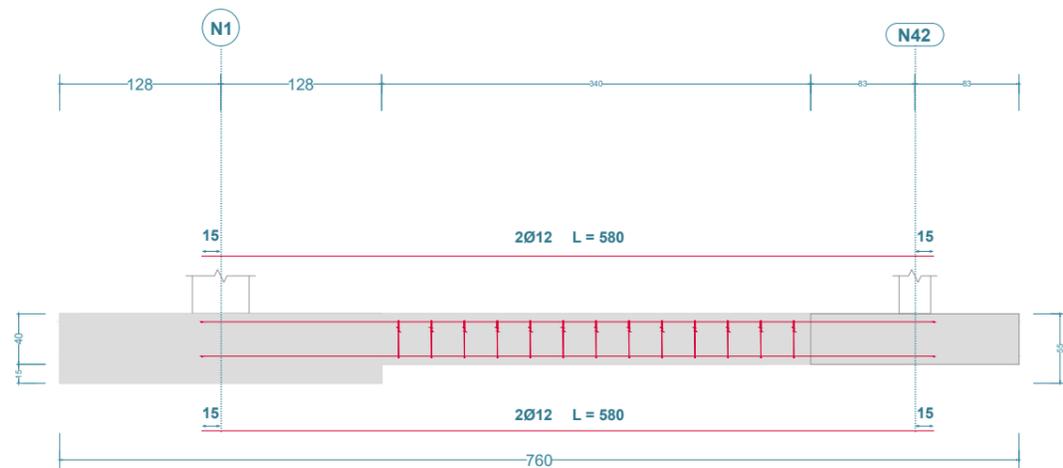
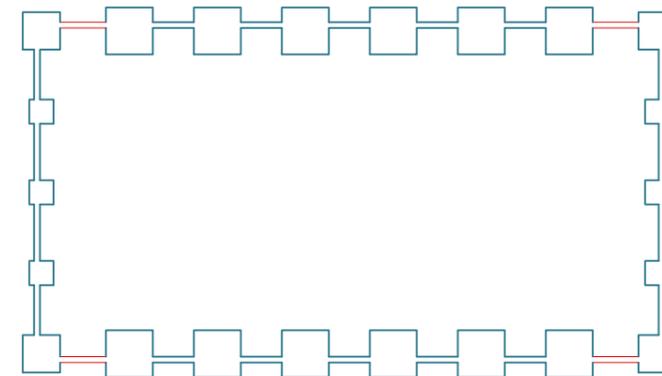
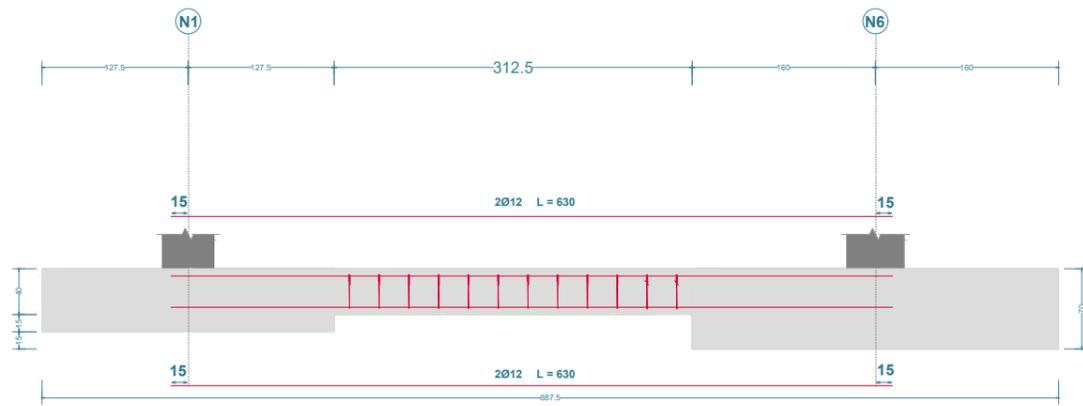
ELEMENTO	HORMIGÓN				ACERO	
	Tipo	Consistencia	Tamaño Máx. Árido	Exposición Ambiente	Tipo	Coefficiente
Vigas de Atado	HA - 25	Plástica	30 mm	Ila	B 400 S	Ys = 1'15



ANÁLISIS DE DIFERENTES SOLUCIONES DE ESTRUCTURA METÁLICA DE UNA NAVE INDUSTRIAL



Promotor: D. Alfredo Del Caño Gochi		Trabajo n°: 2122 - TFG - 3	
Plano: E - 5 - VIGAS DE ATADO I			
Autora: ELIZABETH MARINA REY GARCÍA Estudiante de Ingeniería en Tecnologías Industriales DNI: 32737584 - M		Firma: 	Fecha: Diciembre 2021 Nº Planos: 36
		Escala: 1:100 Plano n°: 6	



VIGAS DE ATADO		
C1 [N1 - N6]	C1 [N1 - N42]	
		Arm. Sup: 2Ø12 Arm. Inf: 2Ø12 Estribos: 1cØ8/30
29 1208c/30 L = 133	29 1308c/30 L = 133	

CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

ELEMENTO	HORMIGÓN				ACERO	
	Tipo	Consistencia	Tamaño Máx. Árido	Exposición Ambiente	Tipo	Coefficiente
Vigas de Atado	HA - 25	Plástica	30 mm	Ila	B 400 S	Ys = 1'15



ANÁLISIS DE DIFERENTES SOLUCIONES DE ESTRUCTURA METÁLICA DE UNA NAVE INDUSTRIAL



Promotor:
D. Alfredo Del Caño Gochi

Trabajo n°:
2122 - TFG - 3

Plano:

E - 6 - VIGAS DE ATADO II

Autora:
ELIZABETH MARINA REY GARCÍA
Estudiante de Ingeniería en Tecnologías Industriales
DNI: 32737584 - M

Firma:

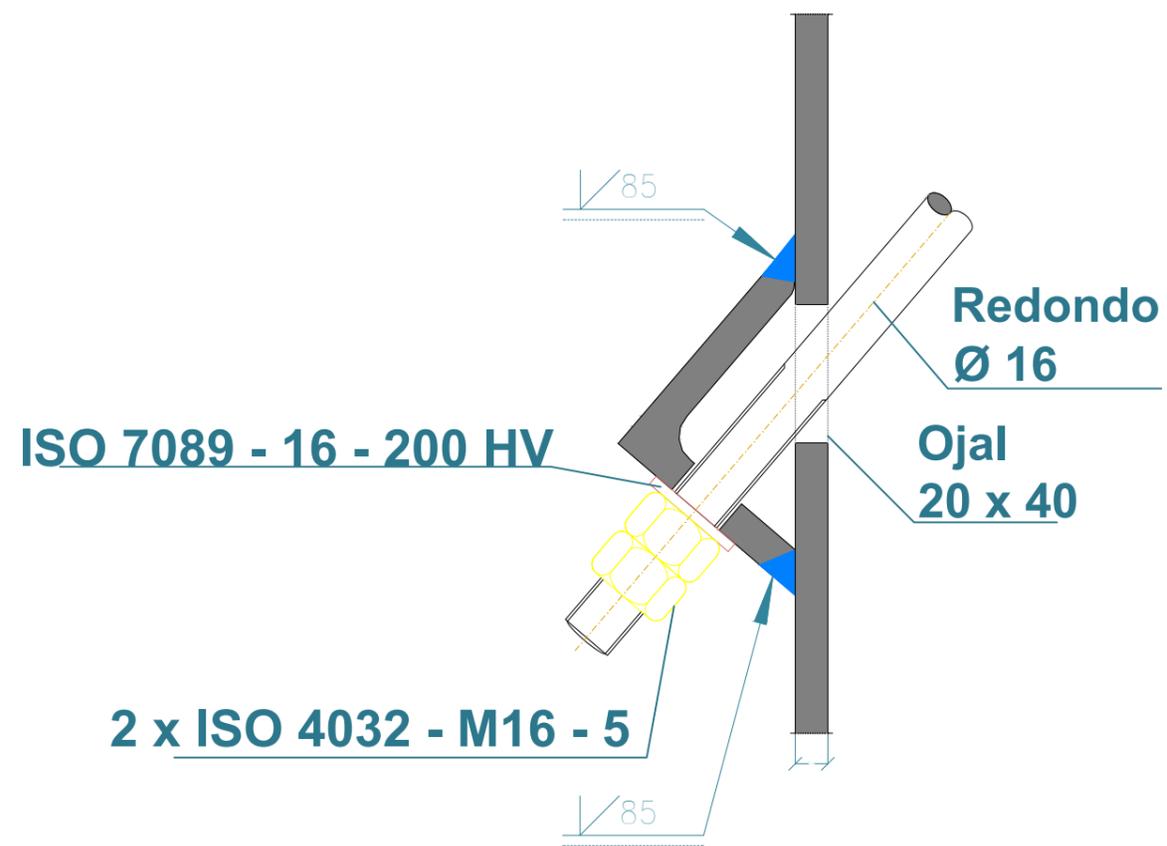


Fecha:
Diciembre 2021

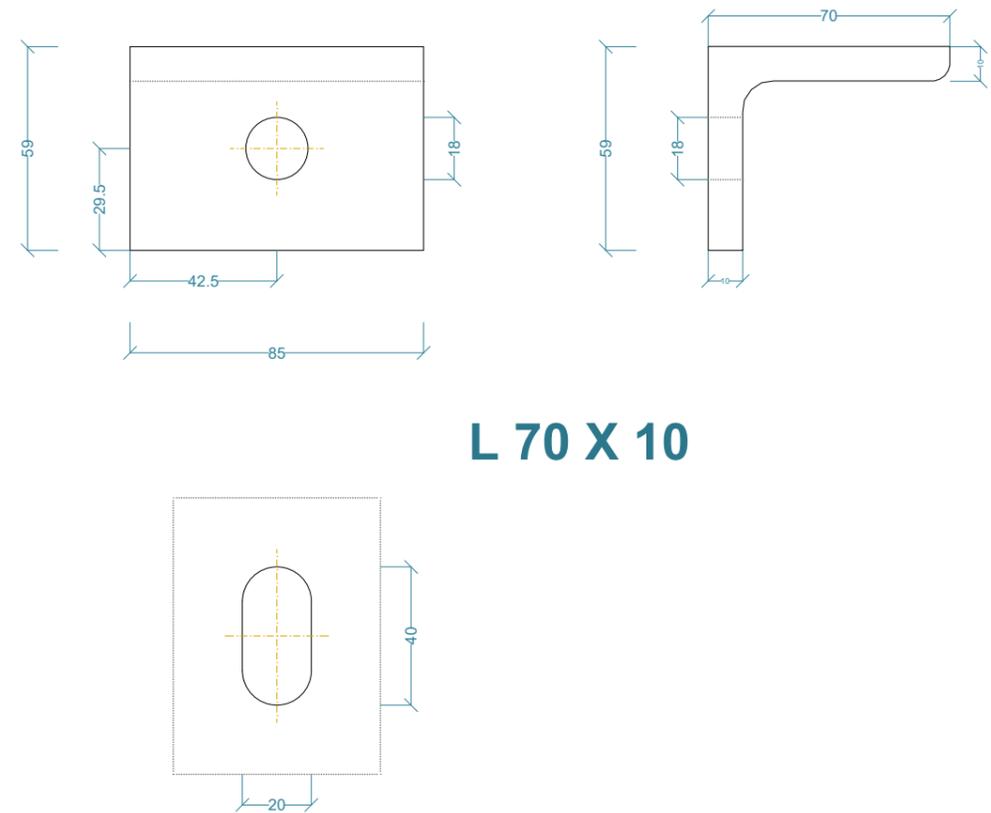
N° Planos:
36

Escala:
1:100

Plano n°:
7

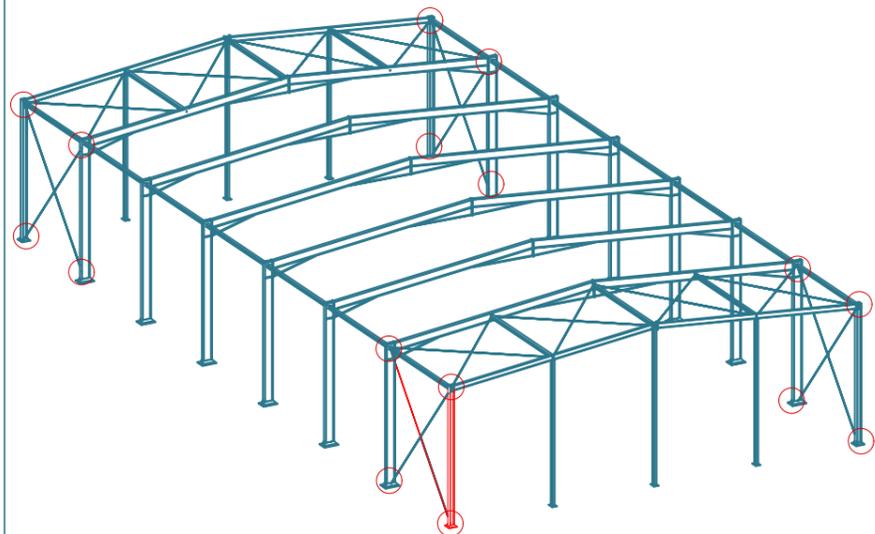


Sección transversal

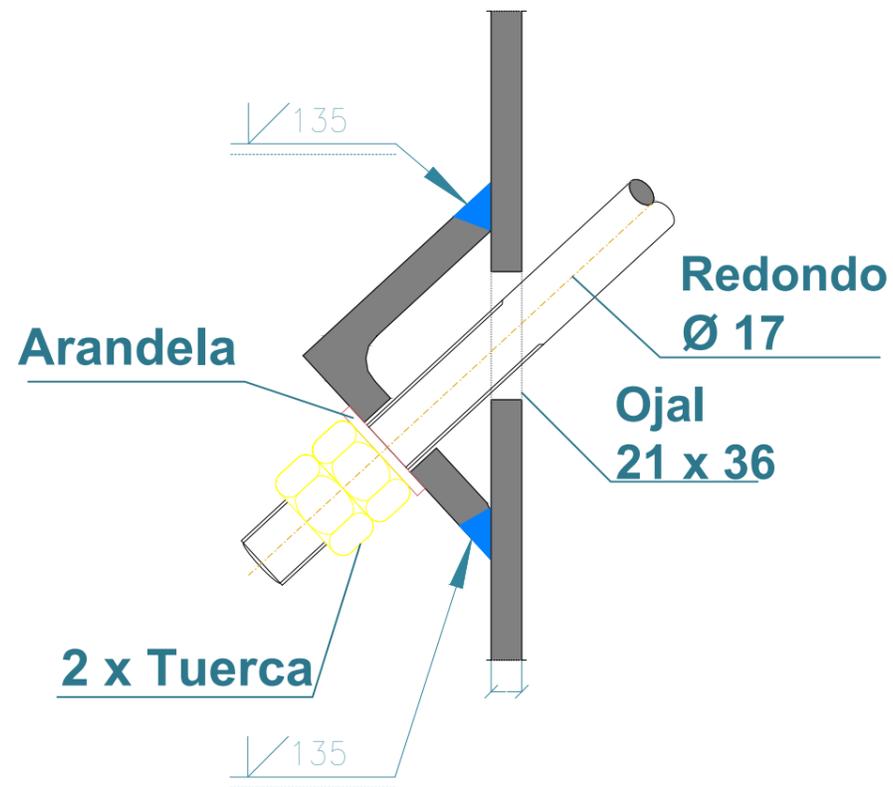


Detalle del ojal

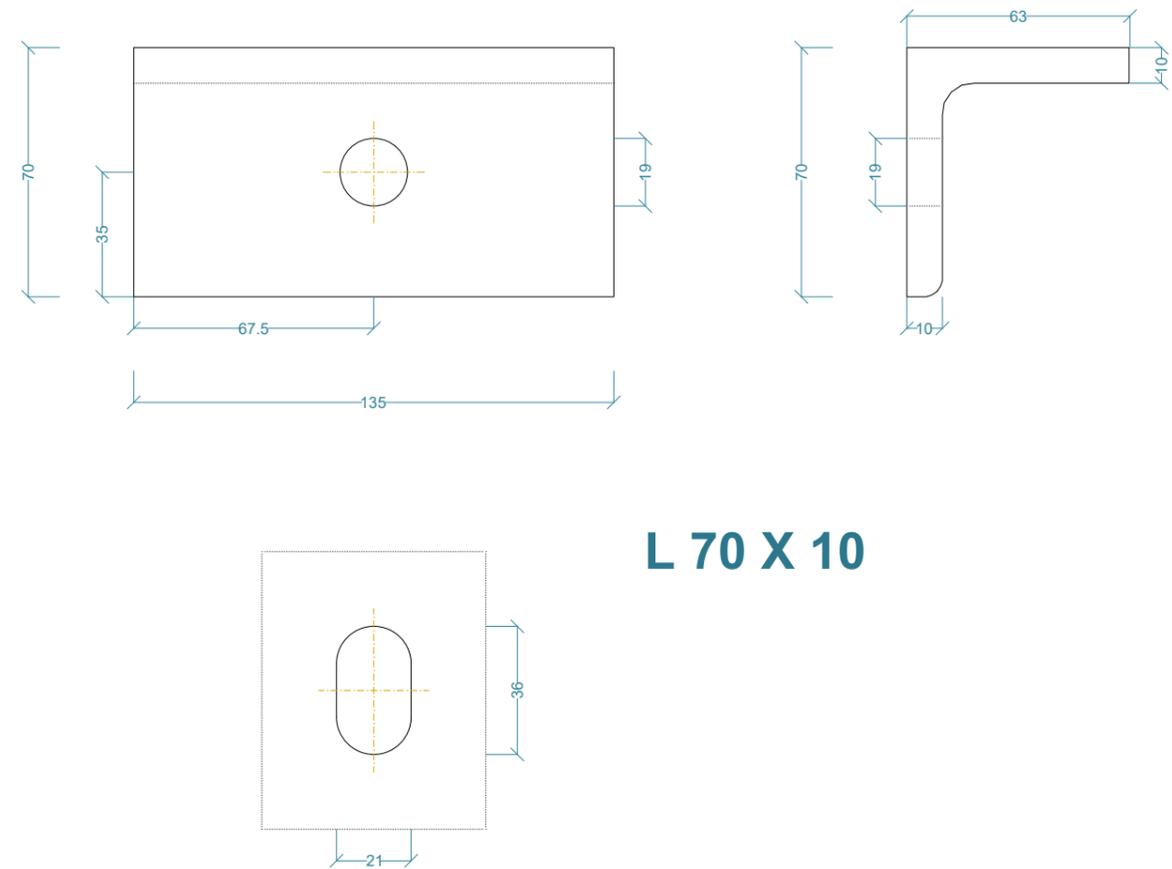
Unión Tipo IV
Tirantes Cruces de San Andrés



		ANÁLISIS DE DIFERENTES SOLUCIONES DE ESTRUCTURA METÁLICA DE UNA NAVE INDUSTRIAL			
Promotor: D. Alfredo Del Caño Gochi			Trabajo nº: 2122 - TFG - 3		
Plano: U - 1 - UNIÓN TIPO IV					
Autora: ELIZABETH MARINA REY GARCÍA <small>Estudiante de Ingeniería en Tecnologías Industriales DNI: 32737584 - M</small>		Firma: 	Fecha: Diciembre 2021	Escala: 1:1	Nº Planos: 36
			Plano nº: 8		

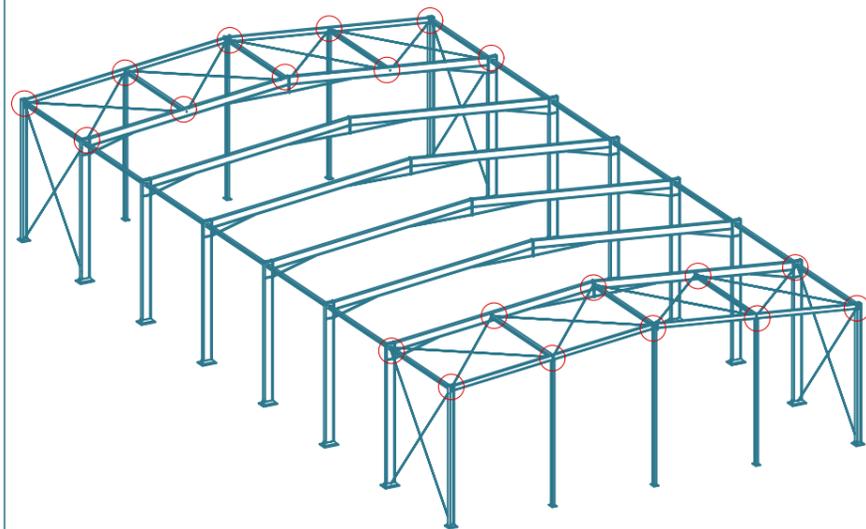


Sección transversal

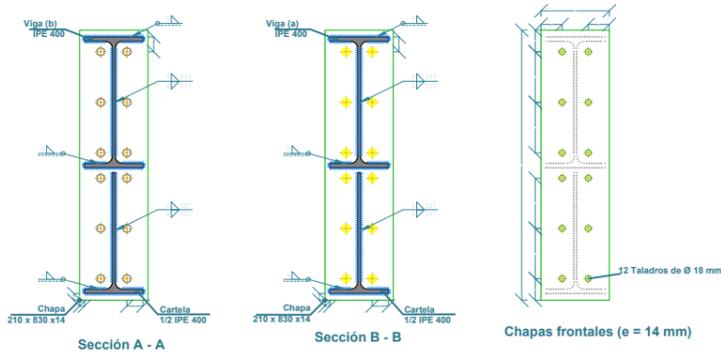
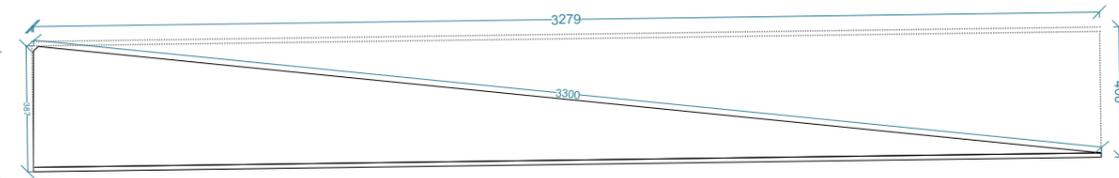
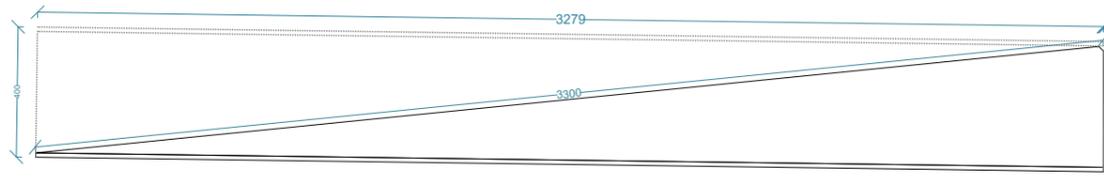
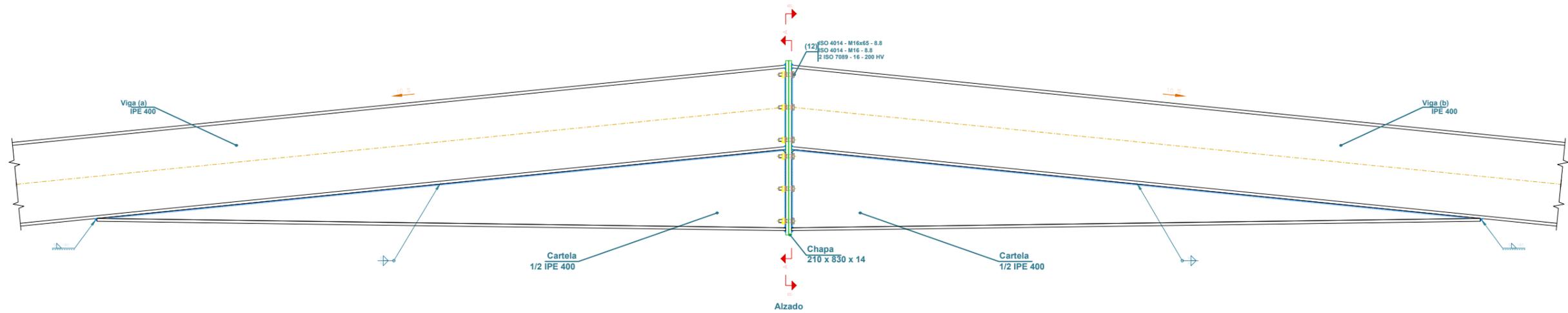


Detalle del ojal

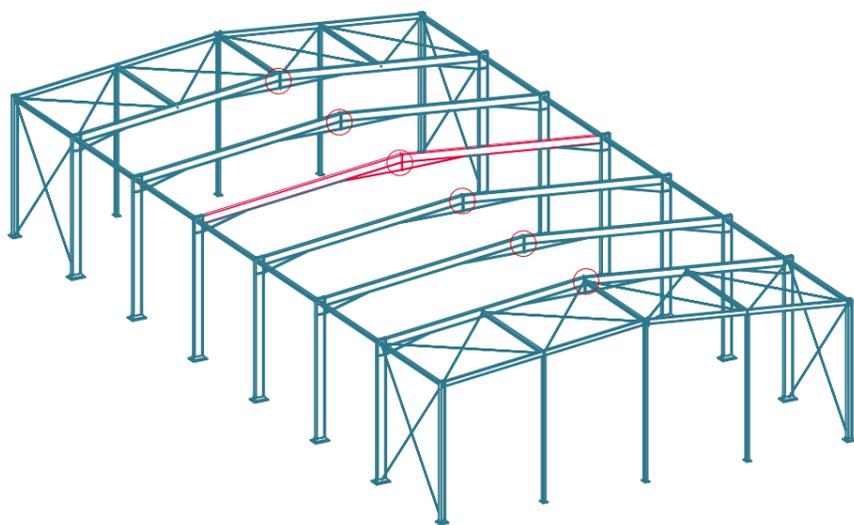
Unión Tipo V
Tirantes Cruces de San Andrés



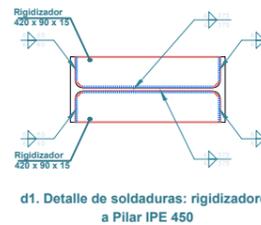
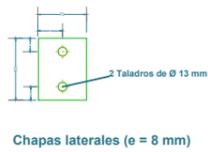
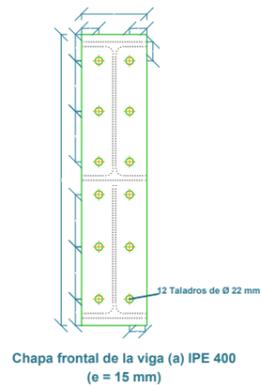
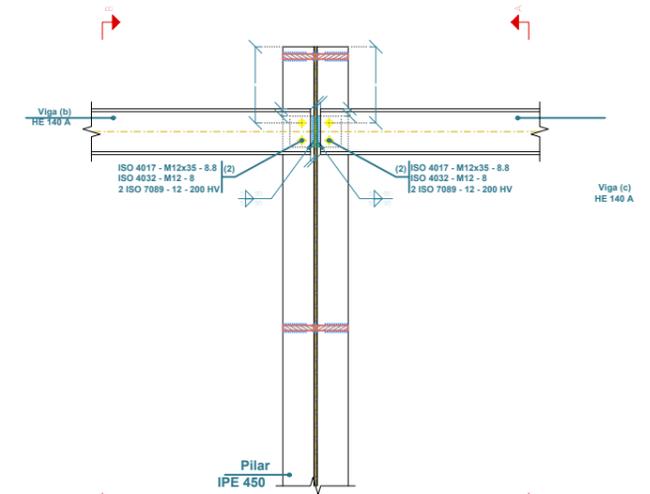
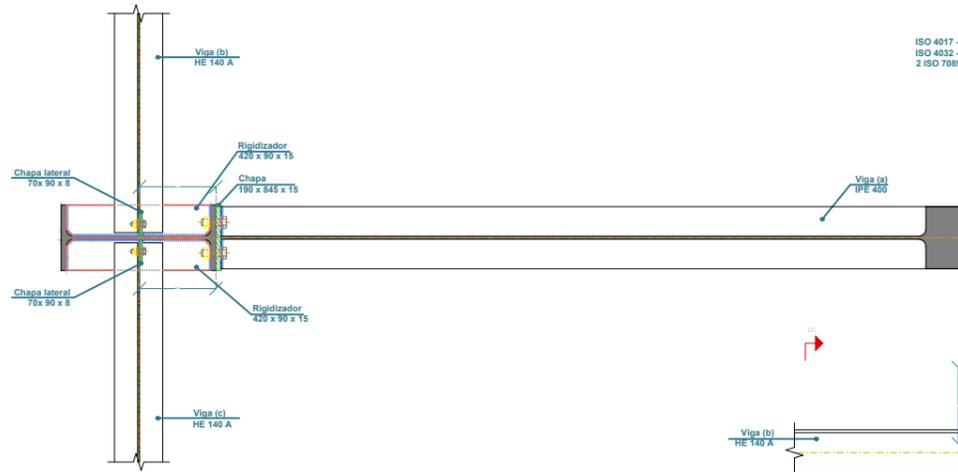
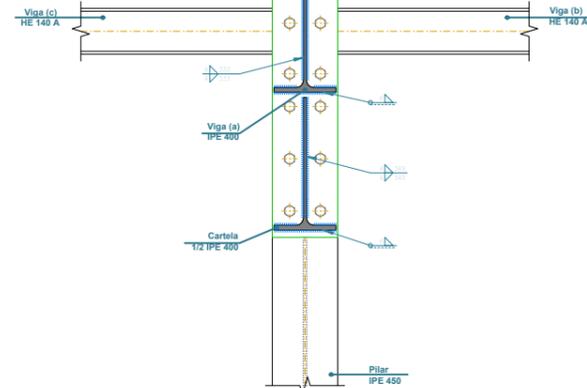
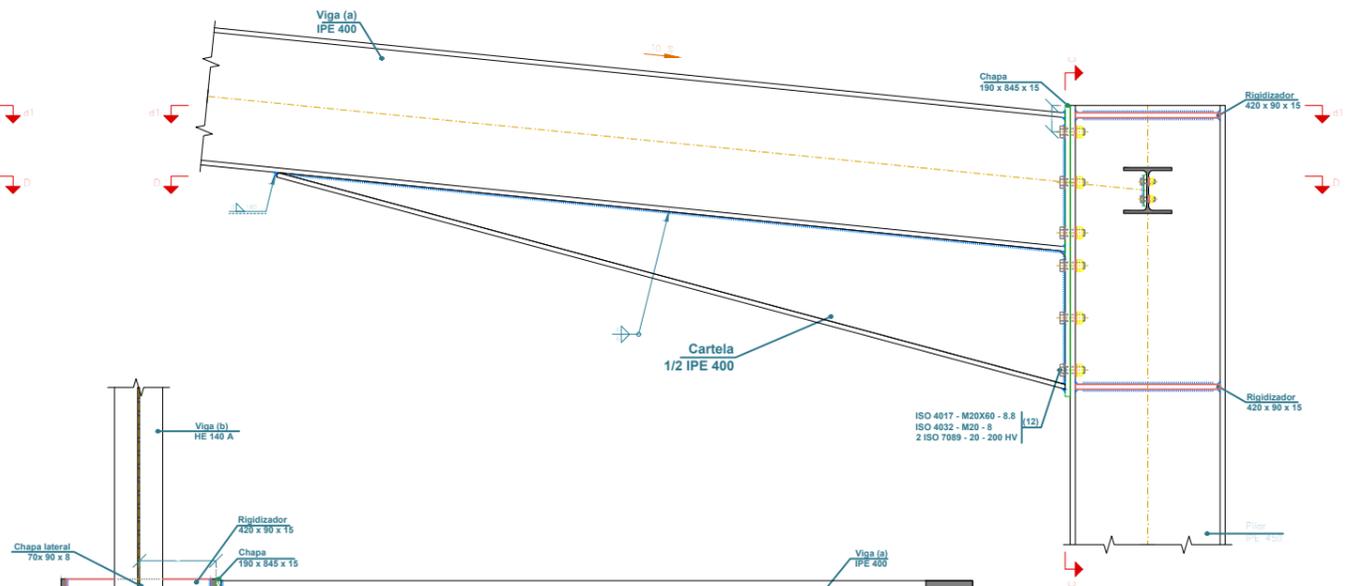
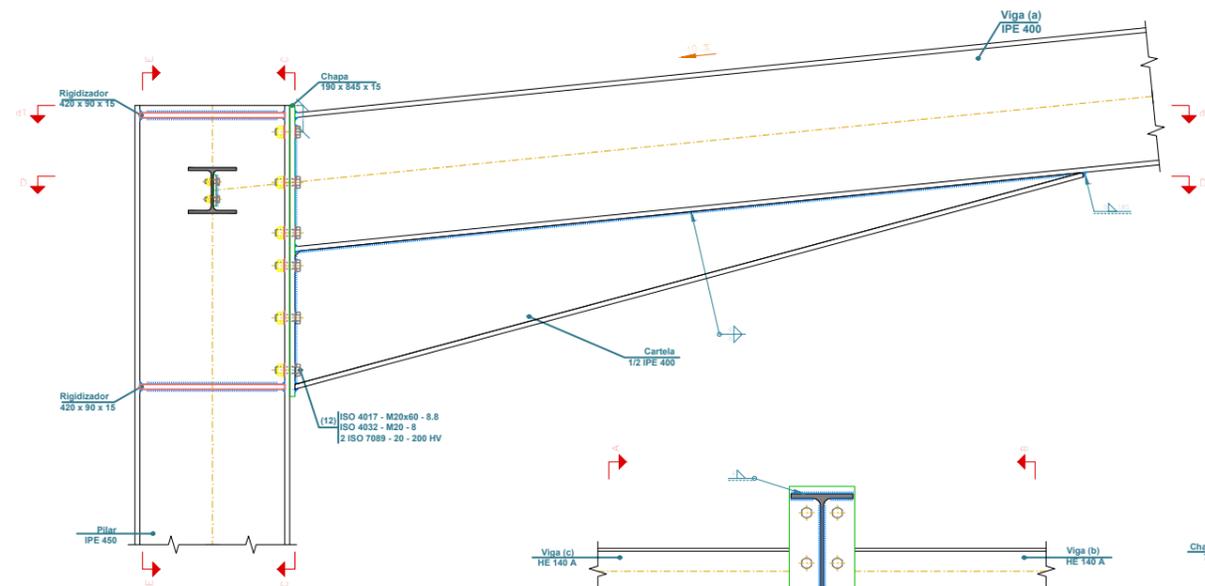
		ANÁLISIS DE DIFERENTES SOLUCIONES DE ESTRUCTURA METÁLICA DE UNA NAVE INDUSTRIAL			
Promotor: D. Alfredo Del Caño Gochi			Trabajo n°: 2122 - TFG - 3		
Plano: U - 2 - UNIÓN TIPO V					
Autora: ELIZABETH MARINA REY GARCÍA <small>Estudiante de Ingeniería en Tecnologías Industriales DNI: 32737584 - M</small>		Firma: 	Fecha: Diciembre 2021	Escala: 1:1	
			N° Planos: 36	Plano n°: 9	



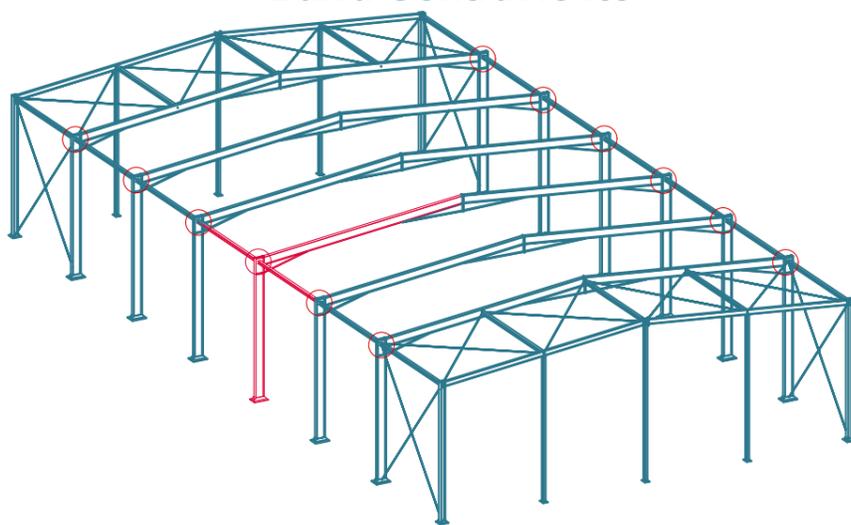
Unión Tipo VI
Dintel - Dintel Pórticos Intermedios



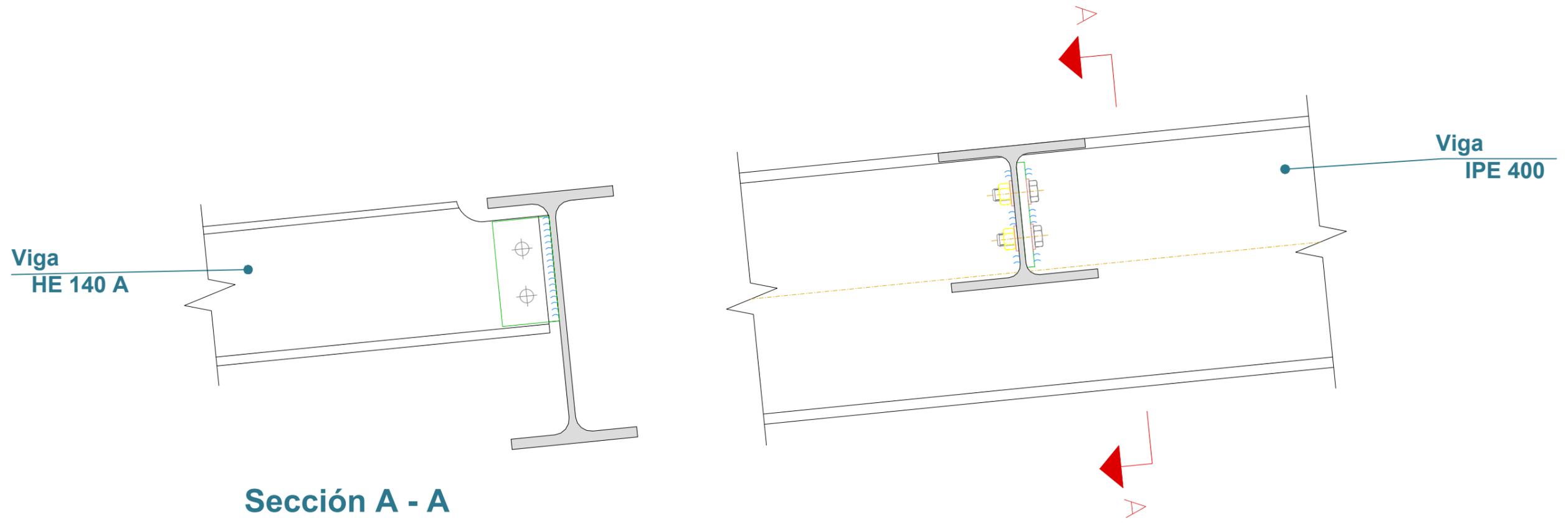
 ANÁLISIS DE DIFERENTES SOLUCIONES DE ESTRUCTURA METÁLICA DE UNA NAVE INDUSTRIAL 			
Promotor: D. Alfredo Del Caño Gochi		Trabajo n°: 2122 - TFG - 3	
Plano: U - 3 - UNIÓN TIPO VI			
Autora: ELIZABETH MARINA REY GARCÍA Estudiante de Ingeniería en Tecnologías Industriales DNI: 32737584 - M		Firma: 	Fecha: Diciembre 2021
		N° Planos: 36	Escala: 1:8 Plano n°: 10



Unión Tipo VII Dintel - Pilar Pórtico Intermedio - Barra Contraviento



		ANÁLISIS DE DIFERENTES SOLUCIONES DE ESTRUCTURA METÁLICA DE UNA NAVE INDUSTRIAL			
Promotor: D. Alfredo Del Caño Gochi			Trabajo n°: 2122 - TFG - 3		
Plano: U - 4 - UNIÓN TIPO VII					
Autora: ELIZABETH MARINA REY GARCÍA Estudiante de Ingeniería en Tecnologías Industriales DNI: 32737584 - M		Firma: 	Fecha: Diciembre 2021	Escala: 1:10	Nº Planos: 36
				Plano n°: 11	

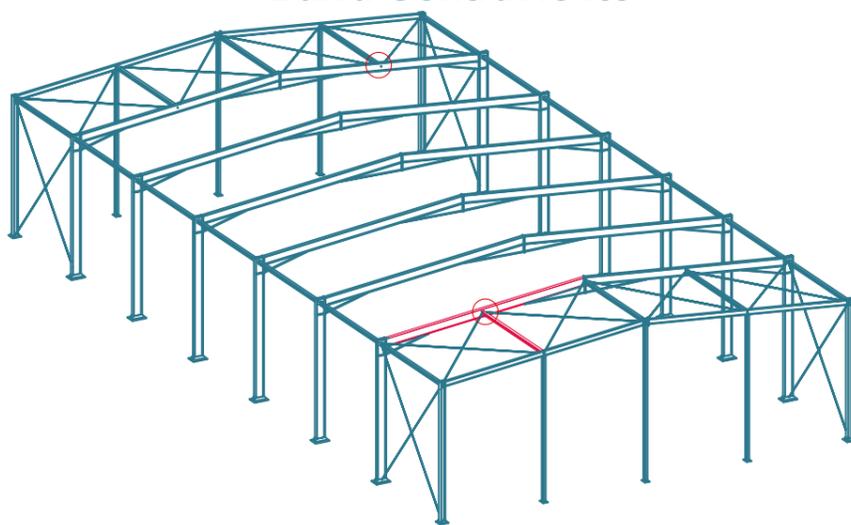


Sección A - A

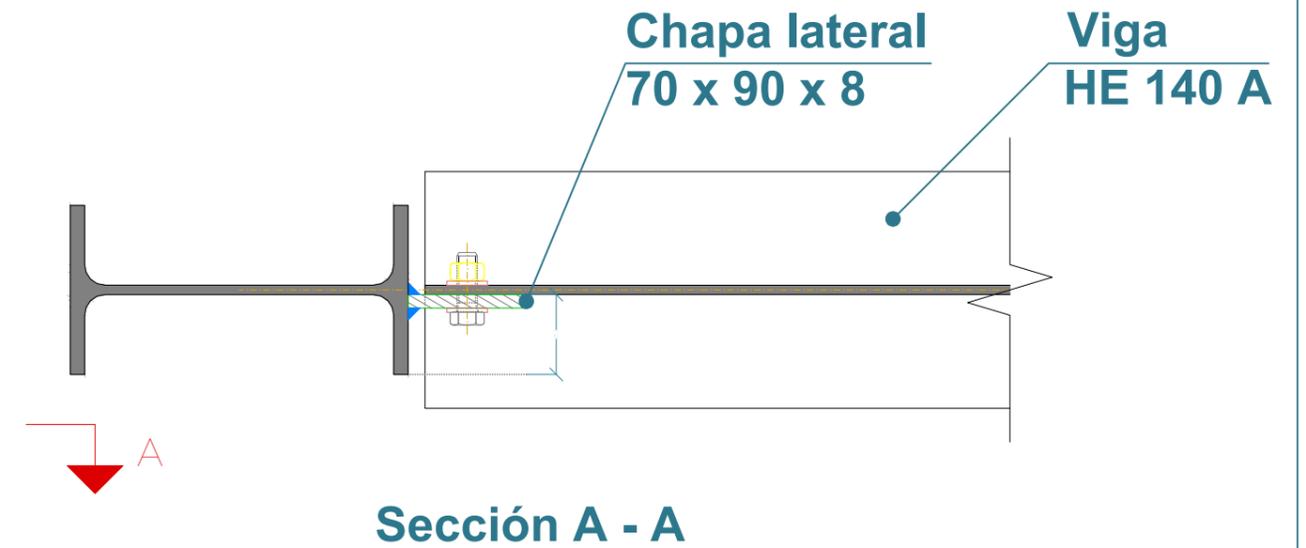
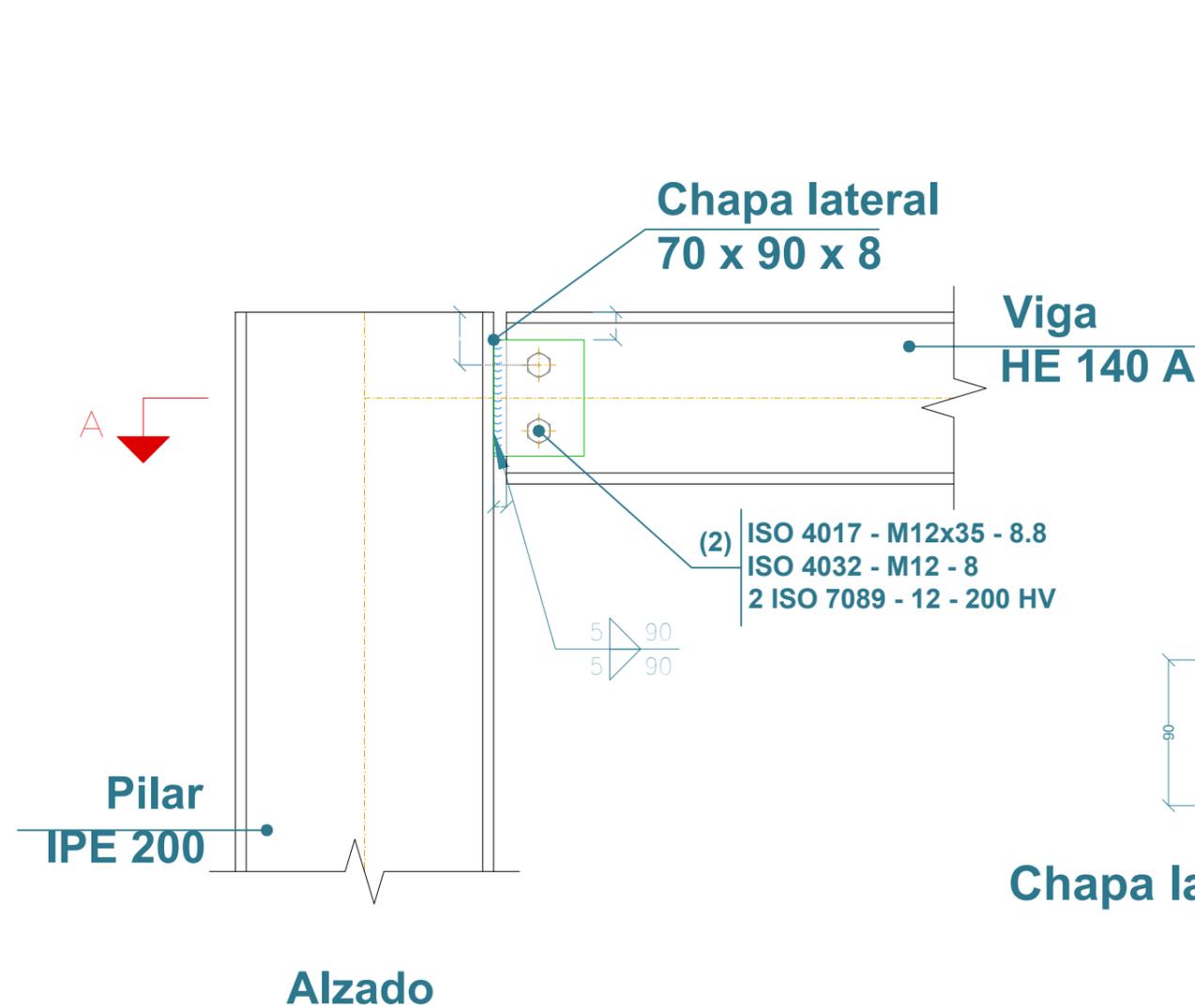


Chapa (e = 10 mm)

Unión Tipo VIII
Dintel Pórtico Intermedio -
Barra Contraviento

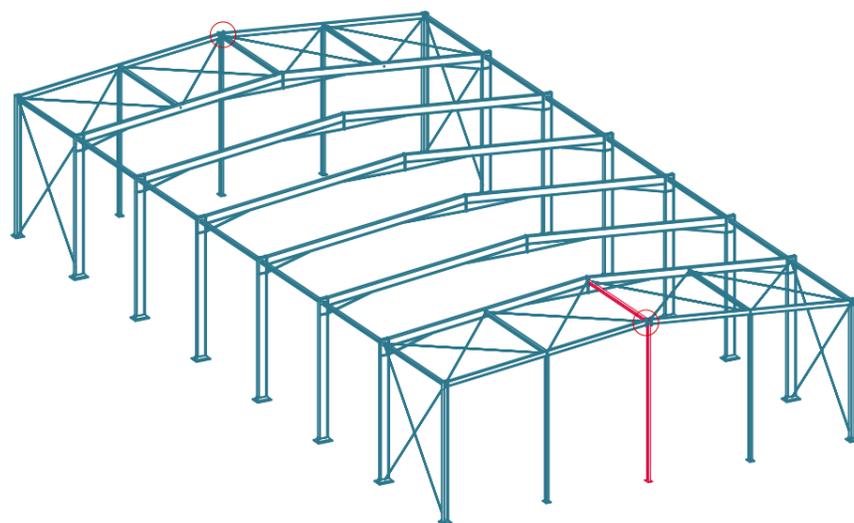


		ANÁLISIS DE DIFERENTES SOLUCIONES DE ESTRUCTURA METÁLICA DE UNA NAVE INDUSTRIAL			
Promotor: D. Alfredo Del Caño Gochi			Trabajo n°: 2122 - TFG - 3		
Plano: U - 5 - UNIÓN TIPO VIII					
Autora: ELIZABETH MARINA REY GARCÍA <small>Estudiante de Ingeniería en Tecnologías Industriales DNI: 32737584 - M</small>		Firma: 	Fecha: Diciembre 2021	Escala: 1:3	Nº Planos: 36
			Plano n°: 12		



Chapa lateral de la viga HE 140 A
(e = 8 mm)

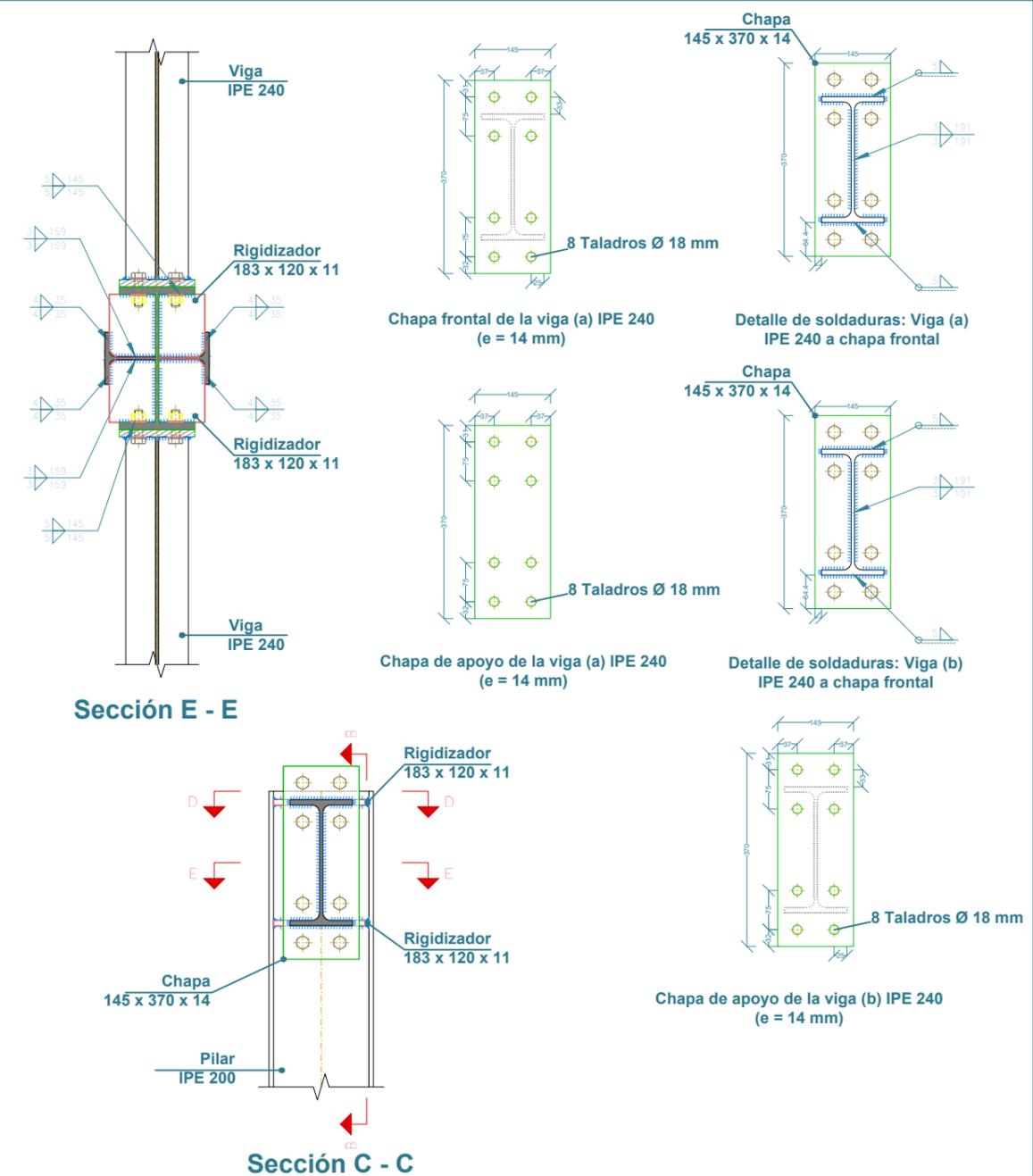
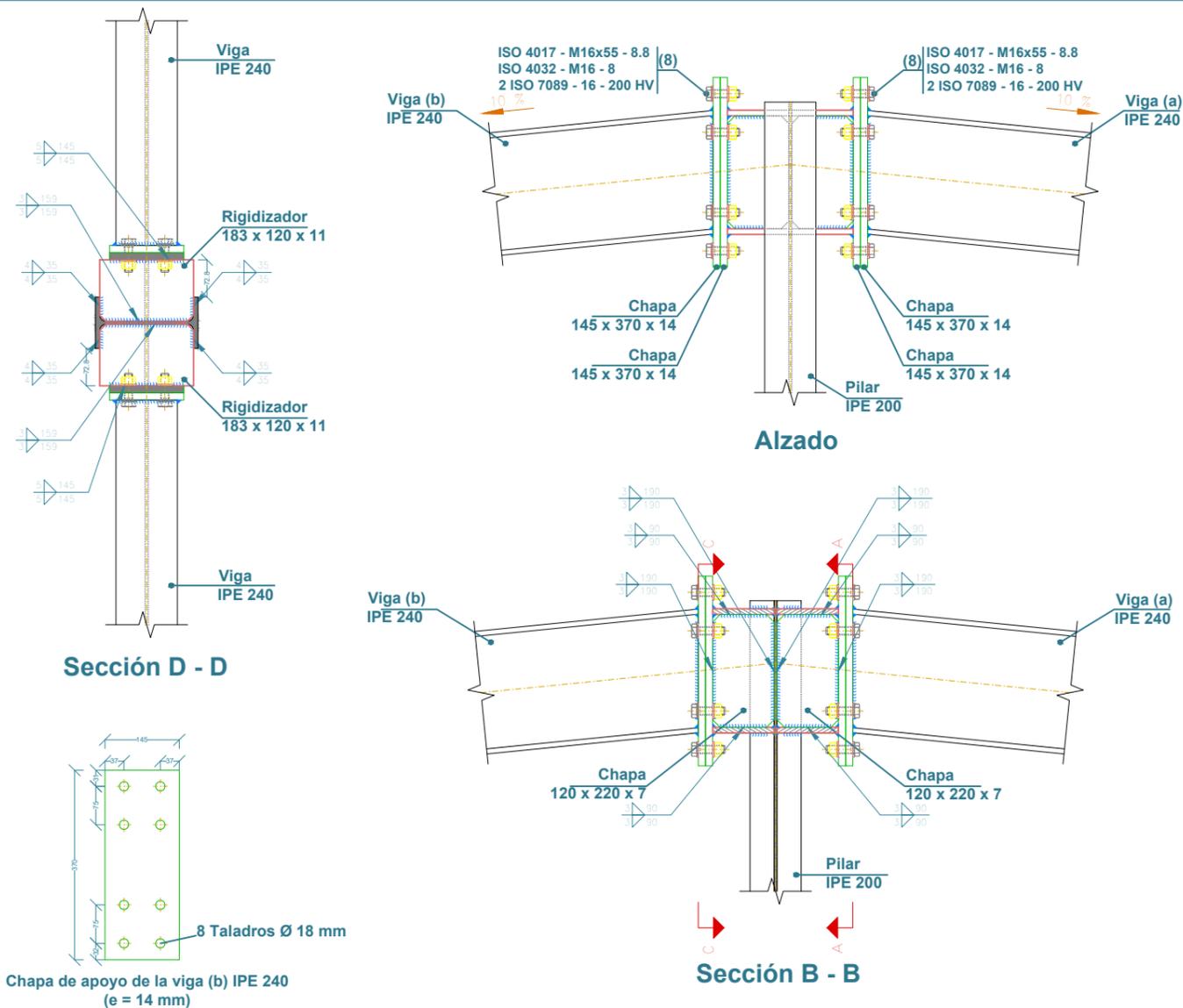
Unión Tipo IX
Pilar Pórtico Testero - Barra Contraviento



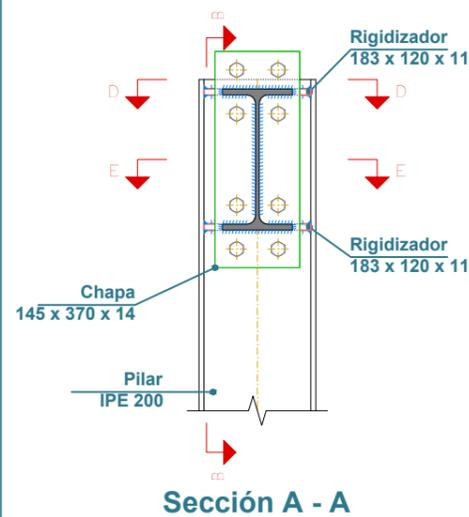
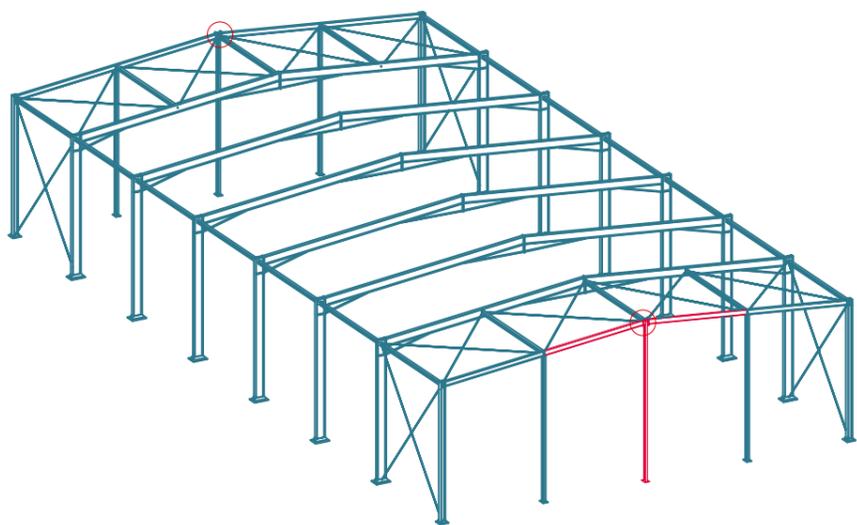
ANÁLISIS DE DIFERENTES SOLUCIONES DE ESTRUCTURA METÁLICA DE UNA NAVE INDUSTRIAL



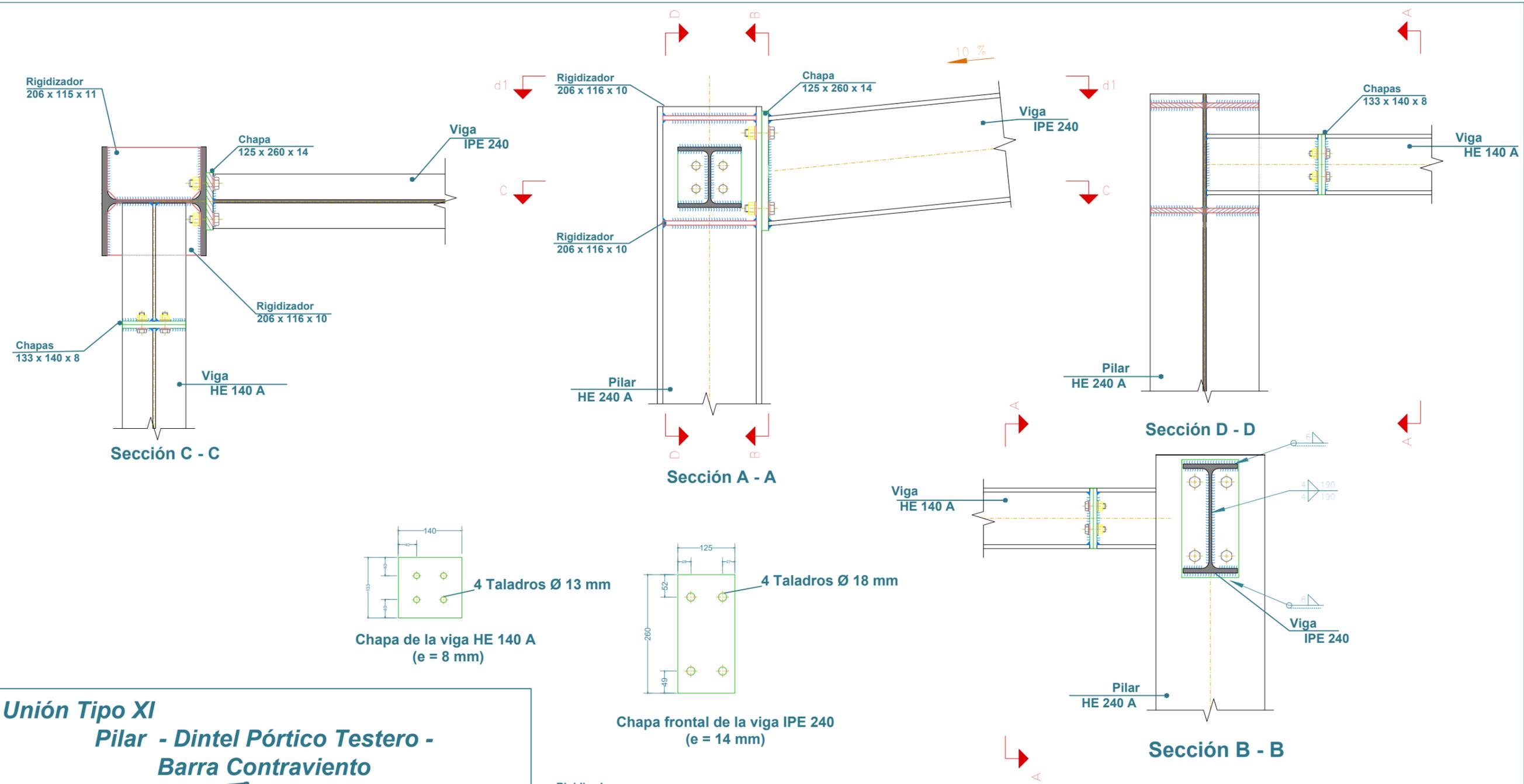
Promotor: D. Alfredo Del Caño Gochi		Trabajo n°: 2122 - TFG - 3	
Plano: U - 6 - UNIÓN TIPO IX			
Autora: ELIZABETH MARINA REY GARCÍA Estudiante de Ingeniería en Tecnologías Industriales DNI: 32737584 - M	Firma: 	Fecha: Diciembre 2021	Escala: 1:2
		N° Planos: 36	Plano n°: 13



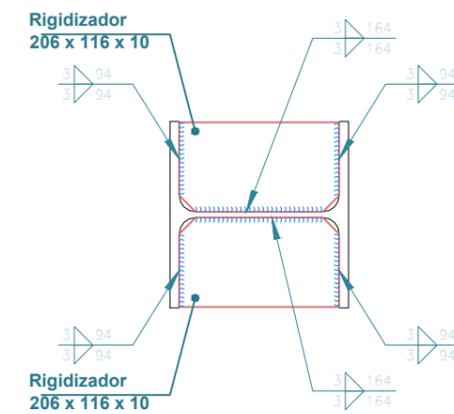
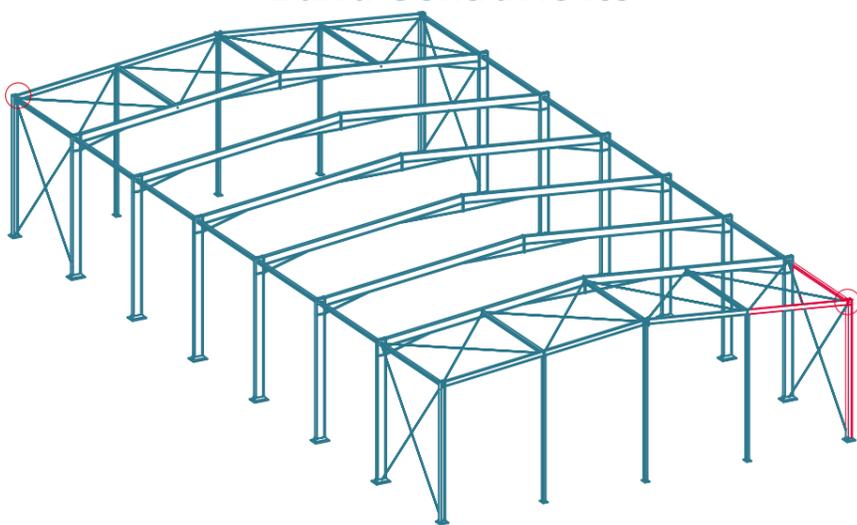
Unión Tipo X
Pilar - Dintel - Dintel Pórtico Testero



 ANÁLISIS DE DIFERENTES SOLUCIONES DE ESTRUCTURA METÁLICA DE UNA NAVE INDUSTRIAL 			
Promotor: D. Alfredo Del Caño Gochi		Trabajo n°: 2122 - TFG - 3	
Plano: U - 7 - UNIÓN TIPO X			
Autora: ELIZABETH MARINA REY GARCÍA Estudiante de Ingeniería en Tecnologías Industriales DNI: 32737584 - M		Firma: 	Fecha: Diciembre 2021
		Nº Planos: 36	Escala: 1:10 Plano n°: 14

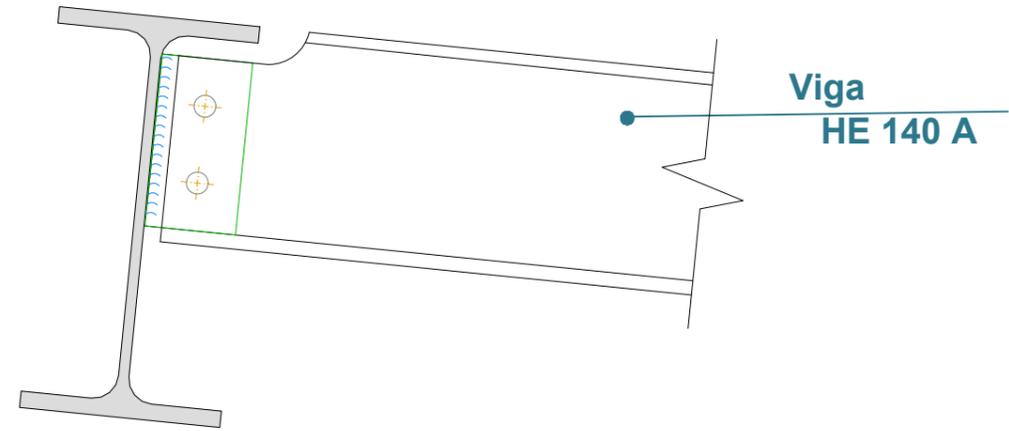
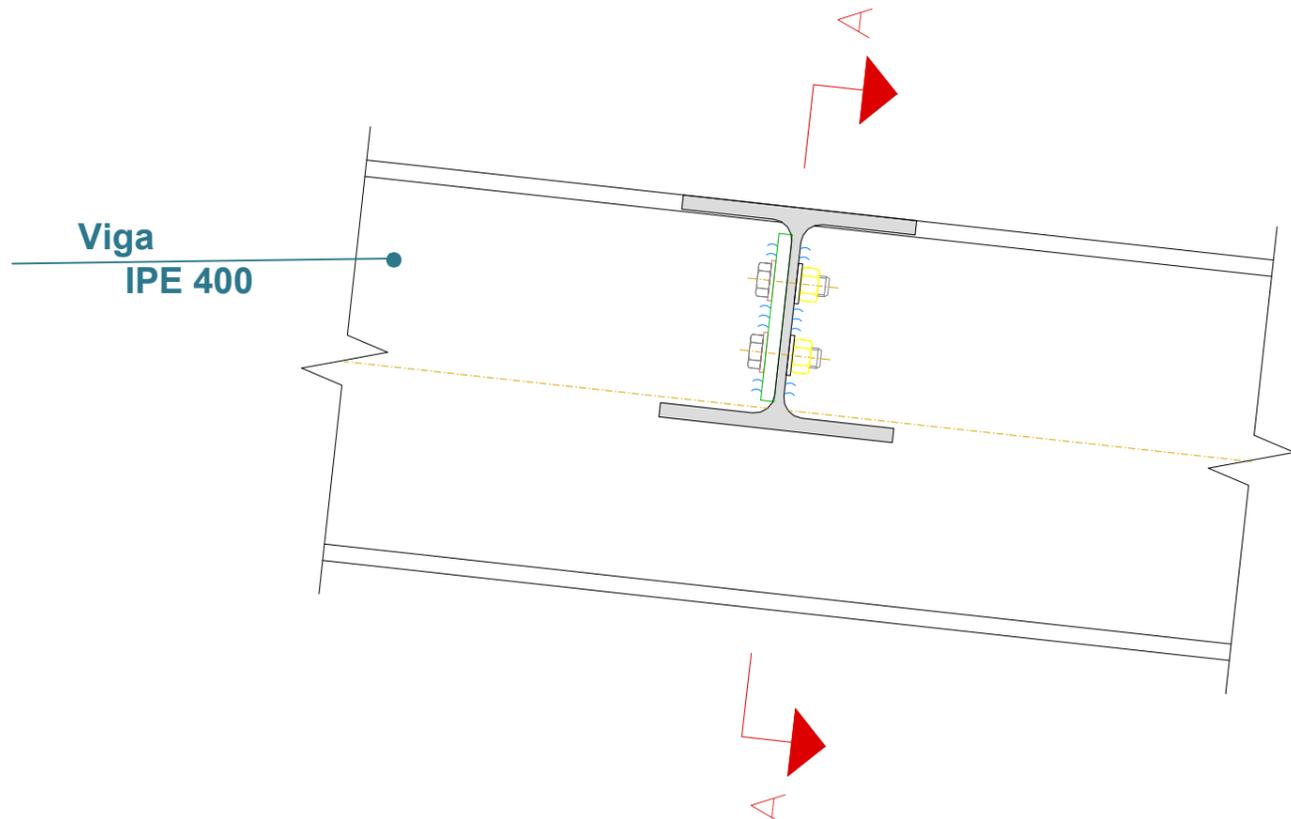


Unión Tipo XI
Pilar - Dintel Pórtico Testero -
Barra Contraviento

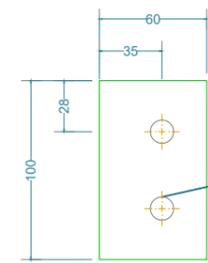


d1. Detalle de soldaduras: rigidizadores a Pilar HE 240 A

 ANÁLISIS DE DIFERENTES SOLUCIONES DE ESTRUCTURA METÁLICA DE UNA NAVE INDUSTRIAL 			
Promotor: D. Alfredo Del Caño Gochi		Trabajo nº: 2122 - TFG - 3	
Plano: U - 8 - UNIÓN TIPO XI			
Autora: ELIZABETH MARINA REY GARCÍA Estudiante de Ingeniería en Tecnologías Industriales DNI: 32737584 - M		Firma: 	Fecha: Diciembre 2021
		Nº Planos: 36	Escala: 1:10 Plano nº: 15



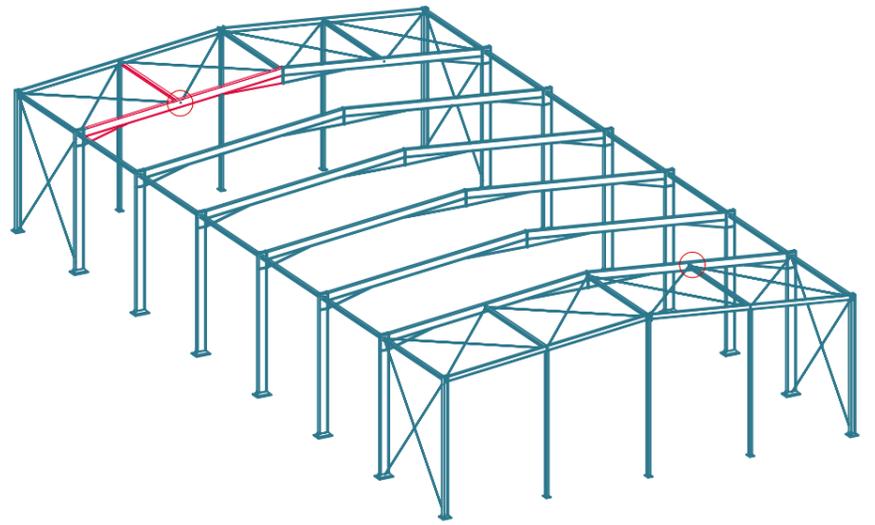
Sección A - A



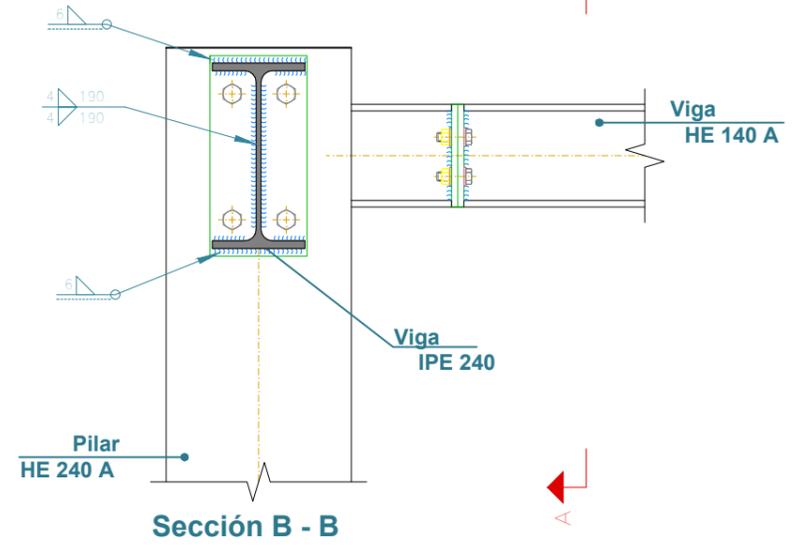
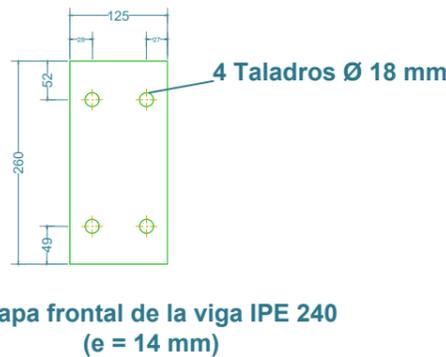
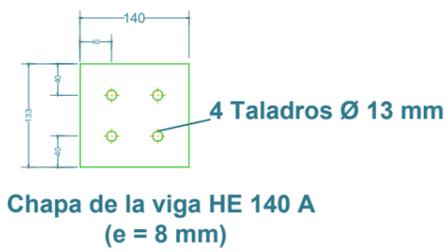
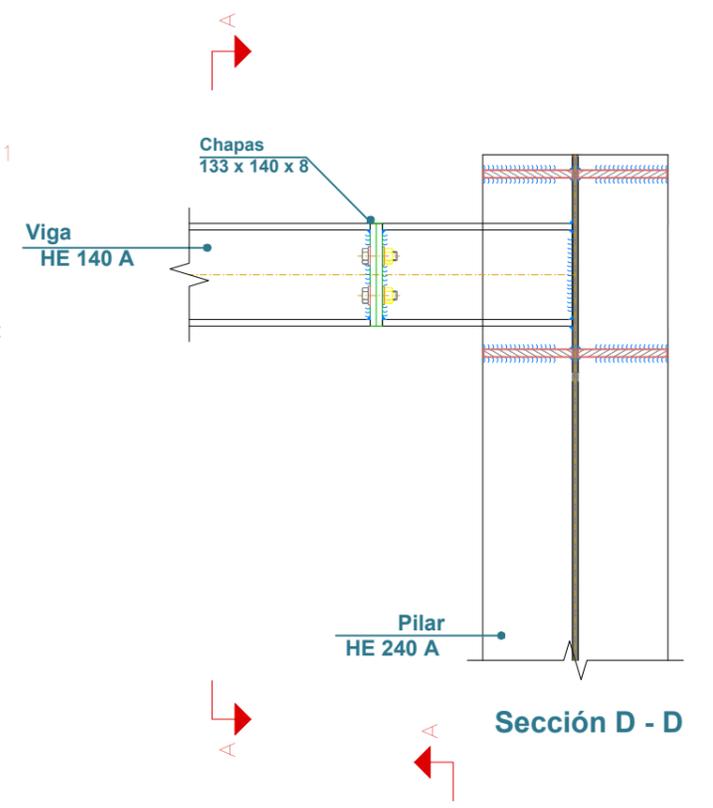
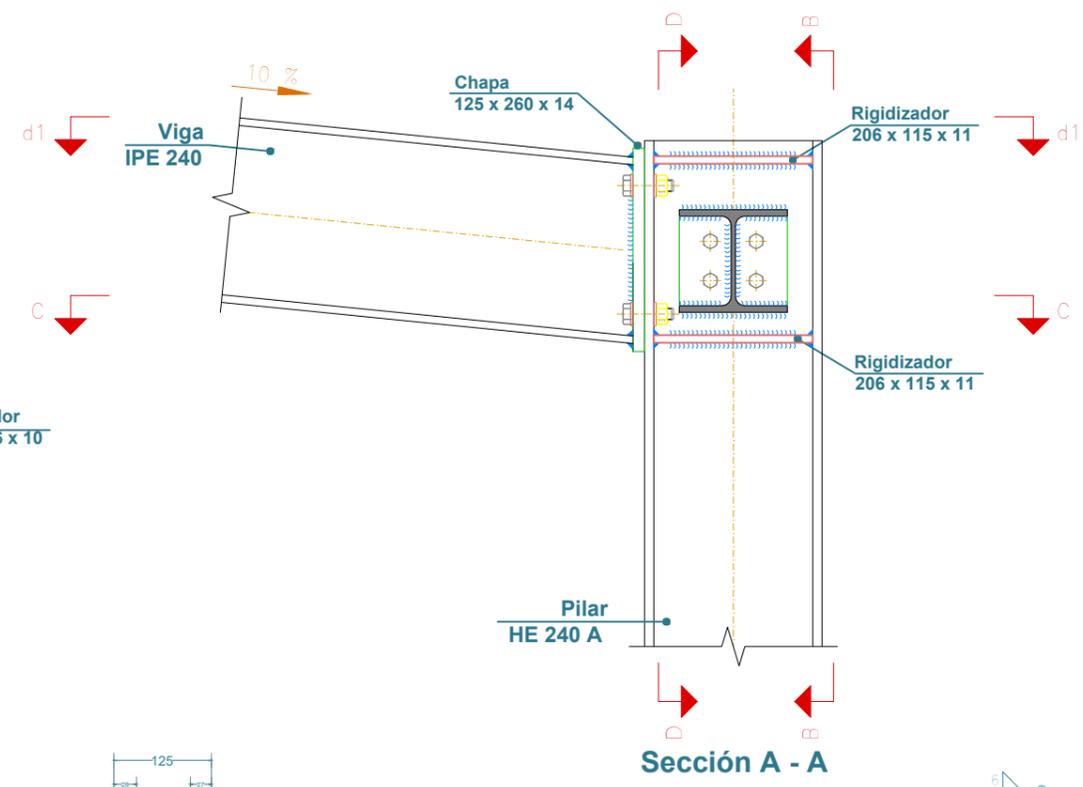
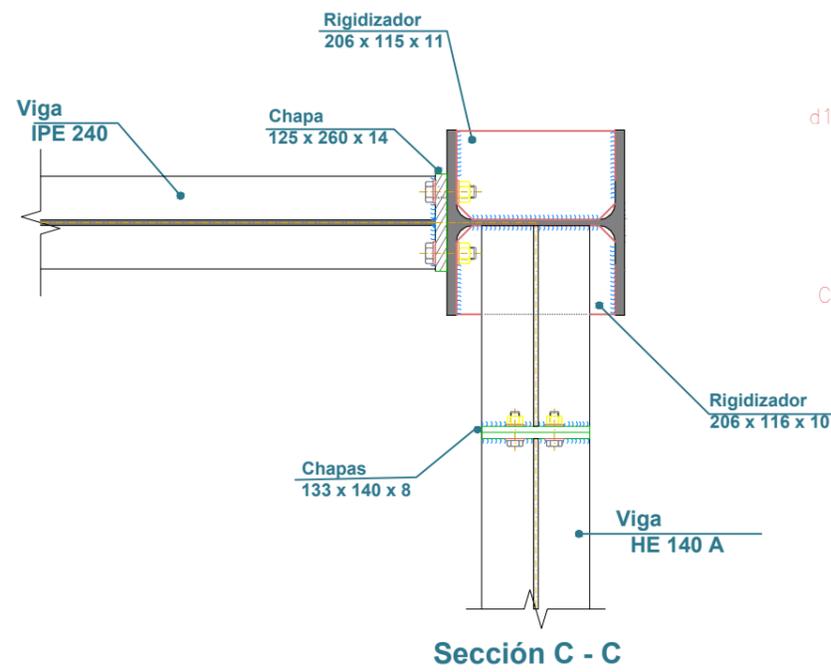
2 Taladros Ø 18 mm

Chapa (e = 10 mm)

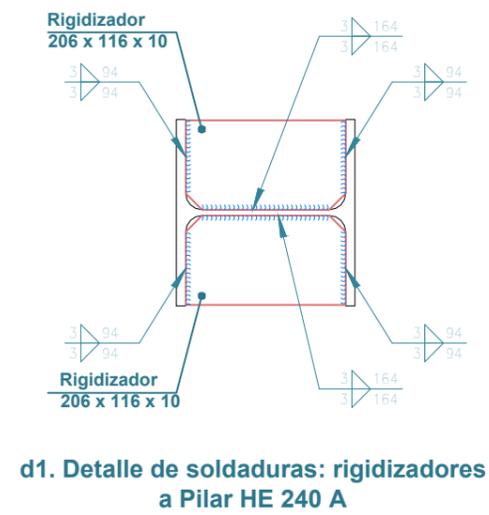
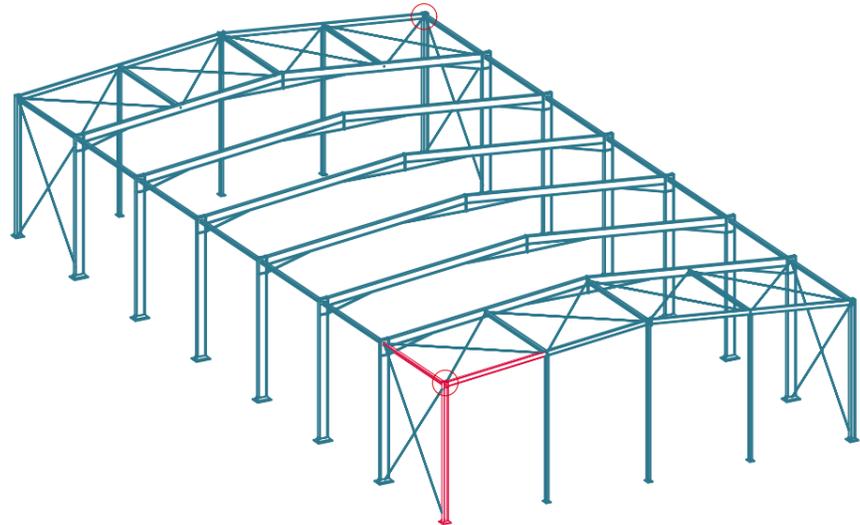
Unión Tipo VIII
Dintel Pórtico Intermedio -
Barra Contraviento



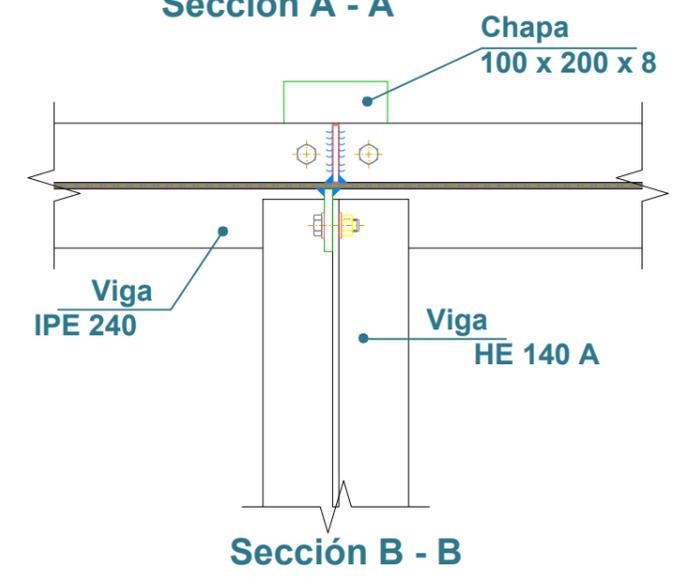
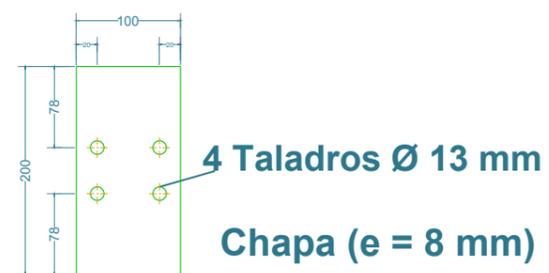
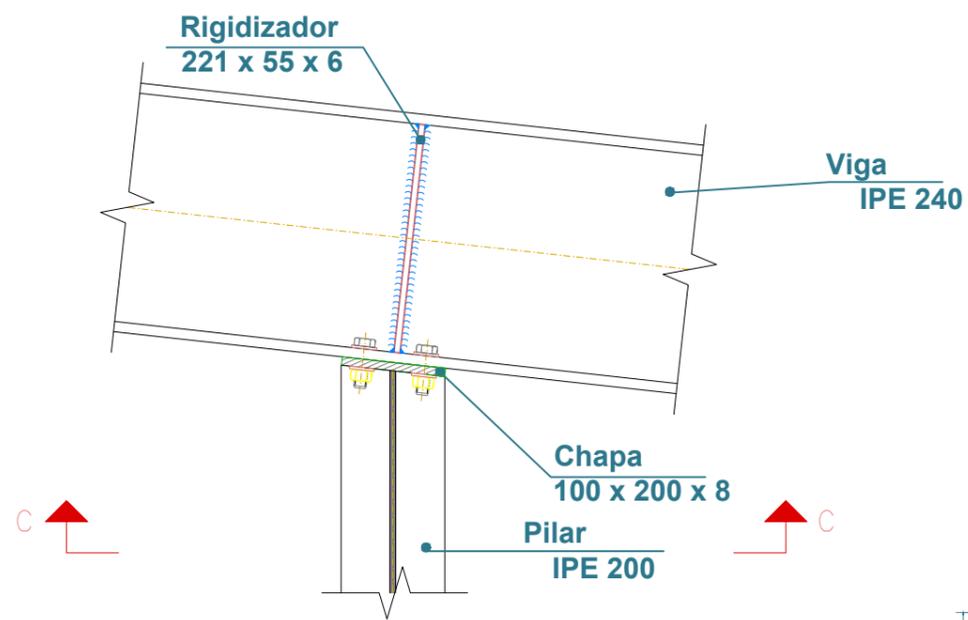
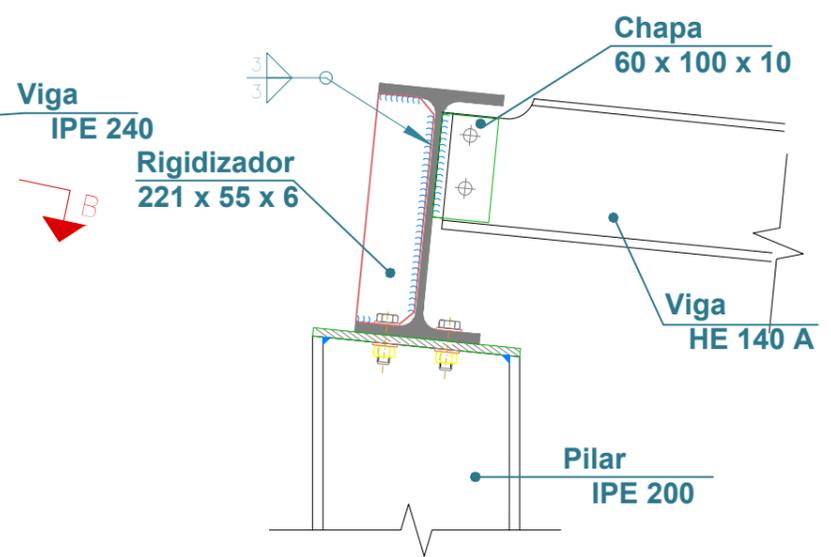
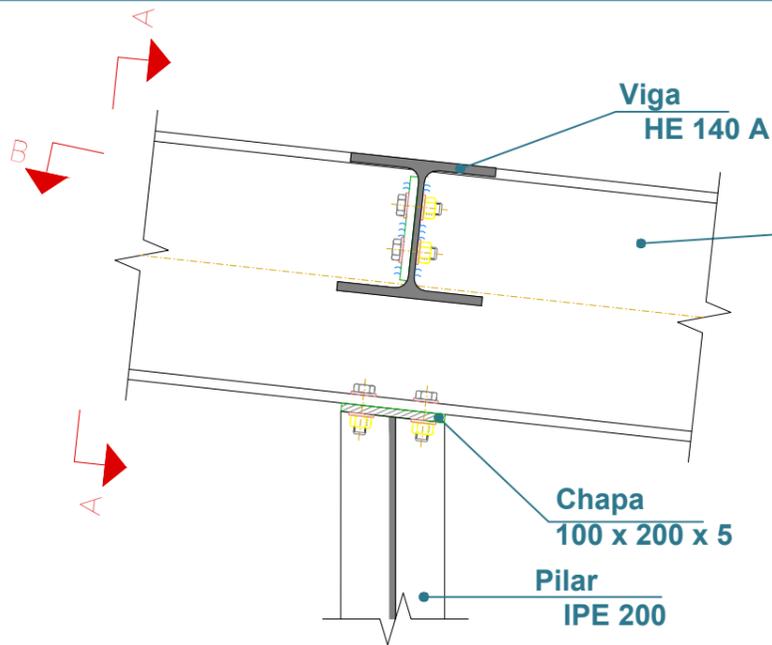
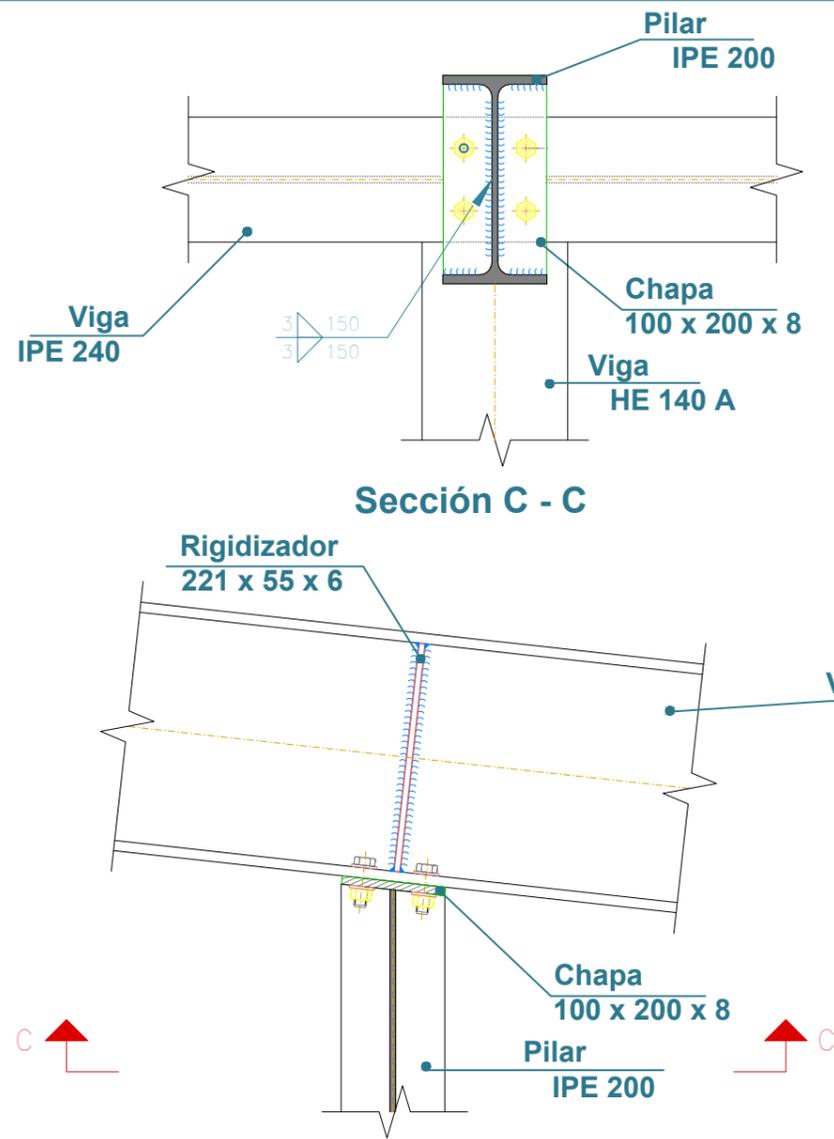
		ANÁLISIS DE DIFERENTES SOLUCIONES DE ESTRUCTURA METÁLICA DE UNA NAVE INDUSTRIAL			
Promotor: D. Alfredo Del Caño Gochi			Trabajo nº: 2122 - TFG - 3		
Plano: U - 9 - UNIÓN TIPO XII					
Autora: ELIZABETH MARINA REY GARCÍA <small>Estudiante de Ingeniería en Tecnologías Industriales DNI: 32737584 - M</small>		Firma: 	Fecha: Diciembre 2021	Escala: 1:3	Nº Planos: 36
			Plano nº: 16		



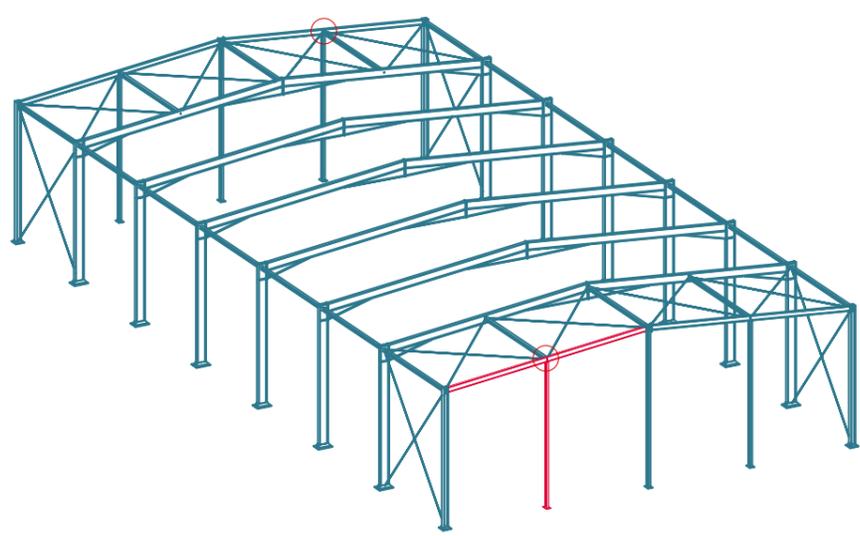
Unión Tipo XIII
Pilar - Dintel Pórtico Testero -
Barra Contraviento



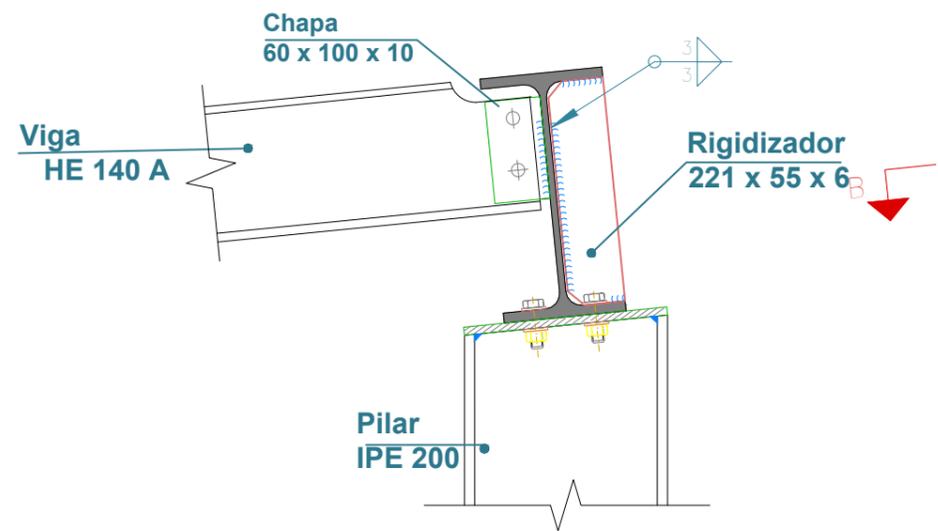
 <p>ANÁLISIS DE DIFERENTES SOLUCIONES DE ESTRUCTURA METÁLICA DE UNA NAVE INDUSTRIAL</p> 			
Promotor: D. Alfredo Del Caño Gochi		Trabajo n°: 2122 - TFG - 3	
Plano: U - 10 - UNIÓN TIPO XIII			
Autora: ELIZABETH MARINA REY GARCÍA <small>Estudiante de Ingeniería en Tecnologías Industriales DNI: 32737584 - M</small>		Firma: 	Fecha: Diciembre 2021
		Nº Planos: 36	Escaleta: 1:10 Plano n°: 17



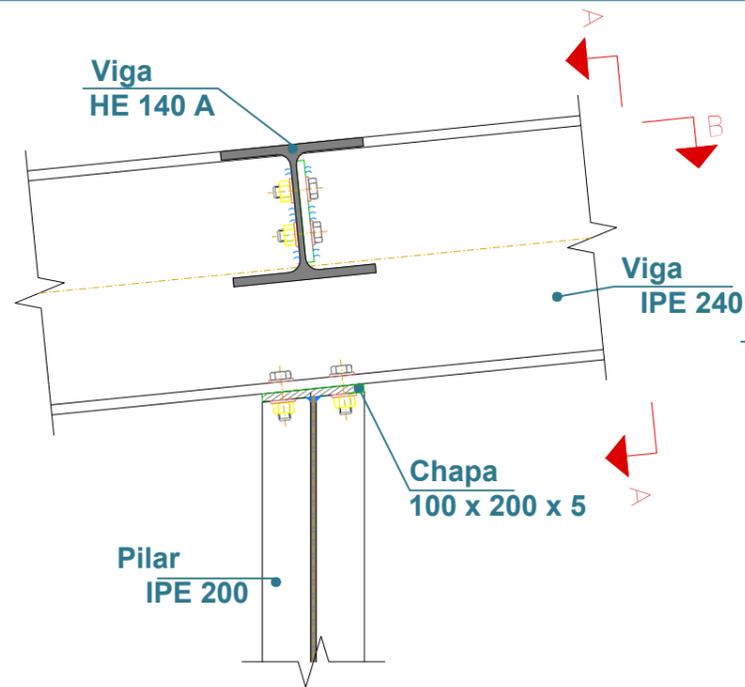
Unión Tipo XIV
Pilar Intermedio - Dintel Pórtico Testero



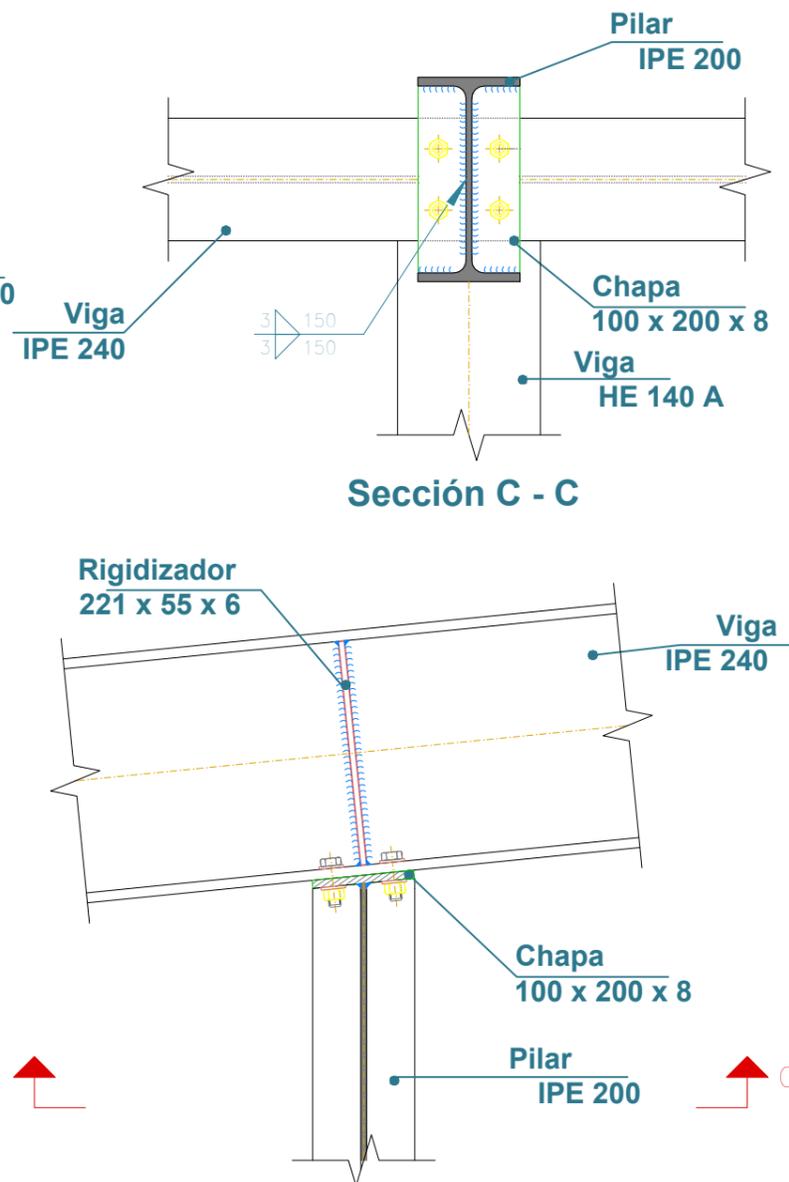
 ANÁLISIS DE DIFERENTES SOLUCIONES DE ESTRUCTURA METÁLICA DE UNA NAVE INDUSTRIAL 			
Promotor: D. Alfredo Del Caño Gochi		Trabajo nº: 2122 - TFG - 3	
Plano: U - 11 - UNIÓN TIPO XIV			
Autora: ELIZABETH MARINA REY GARCÍA <small>Estudiante de Ingeniería en Tecnologías Industriales DNI: 32737584 - M</small>		Firma: 	Fecha: Diciembre 2021
		Nº Planos: 36	Escala: 1:3 Plano nº: 18



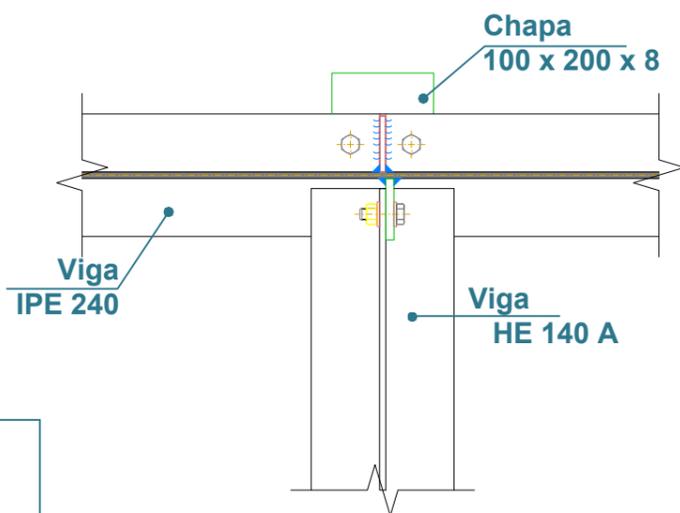
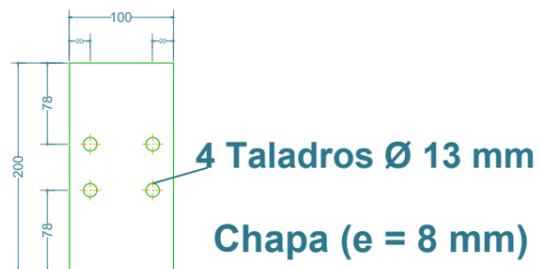
Sección A - A



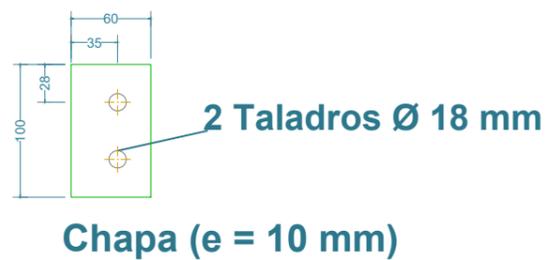
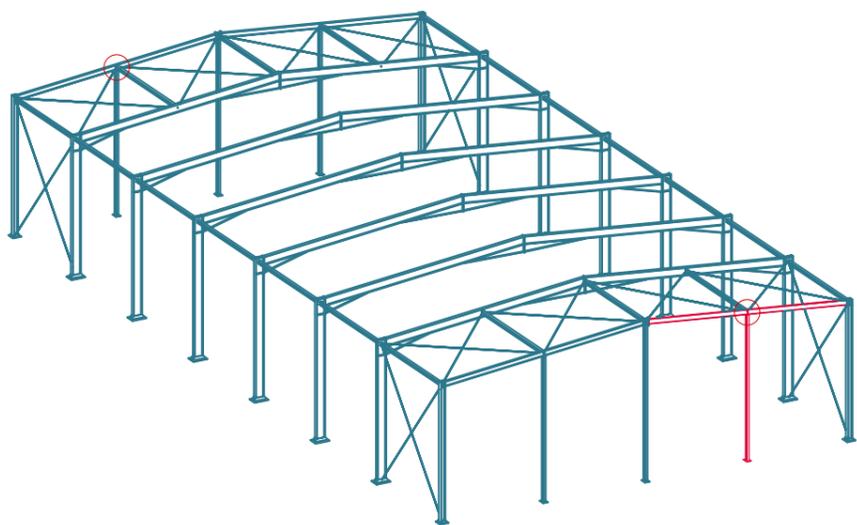
Sección B - B

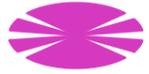


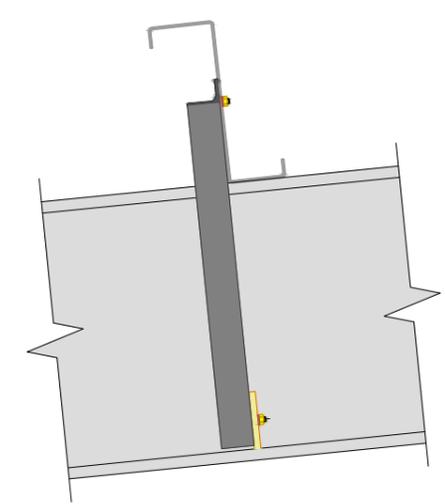
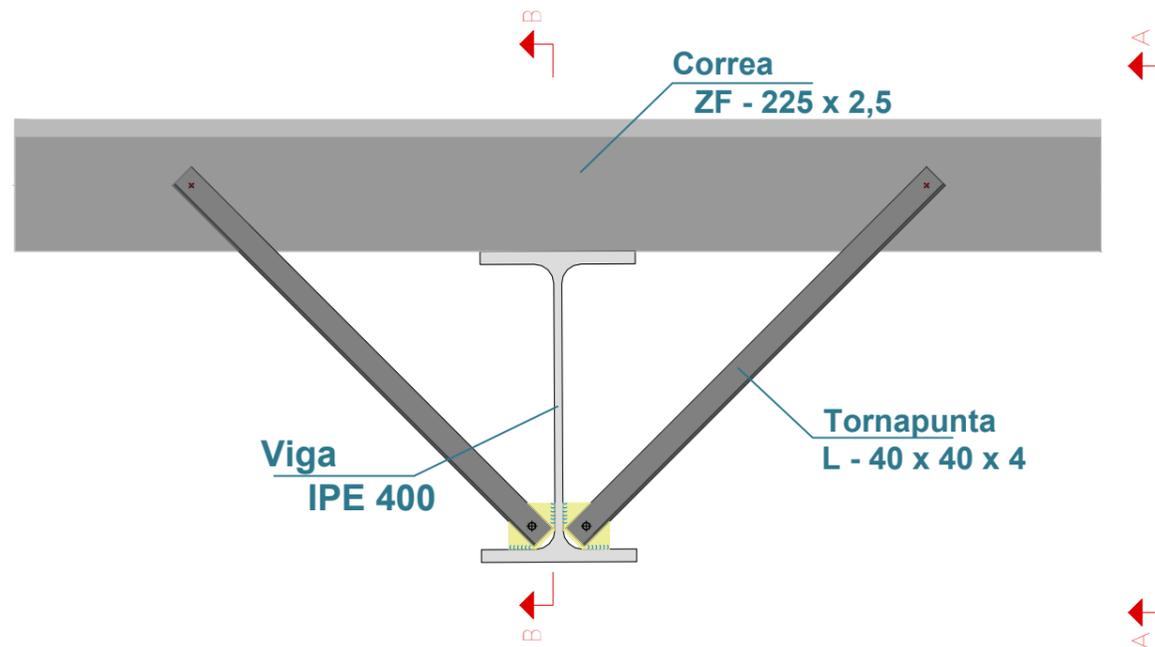
Sección C - C



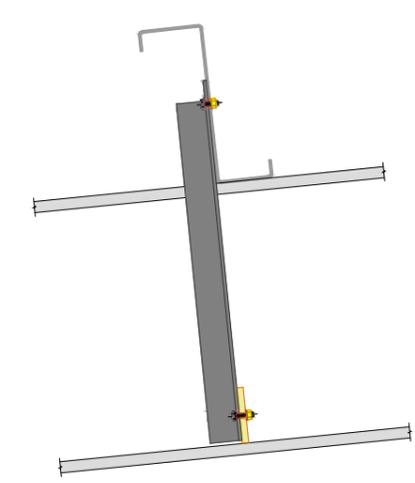
Unión Tipo XIV
Pilar Intermedio - Dintel Pórtico Testero



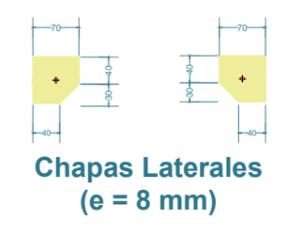
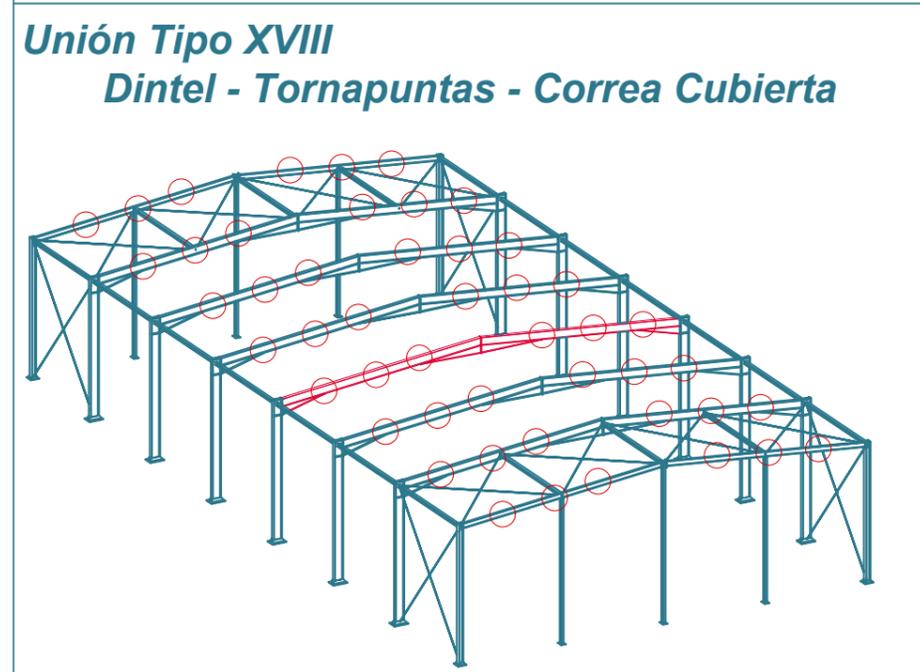
 ANÁLISIS DE DIFERENTES SOLUCIONES DE ESTRUCTURA METÁLICA DE UNA NAVE INDUSTRIAL 			
Promotor: D. Alfredo Del Caño Gochi		Trabajo nº: 2122 - TFG - 3	
Plano: U - 12 - UNIÓN TIPO XV			
Autora: ELIZABETH MARINA REY GARCÍA <small>Estudiante de Ingeniería en Tecnologías Industriales DNI: 32737584 - M</small>		Firma: 	Fecha: Diciembre 2021
		Nº Planos: 36	Escala: 1:3 Plano nº: 19



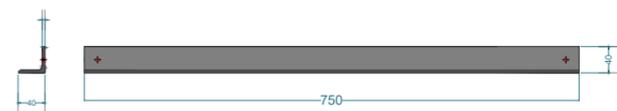
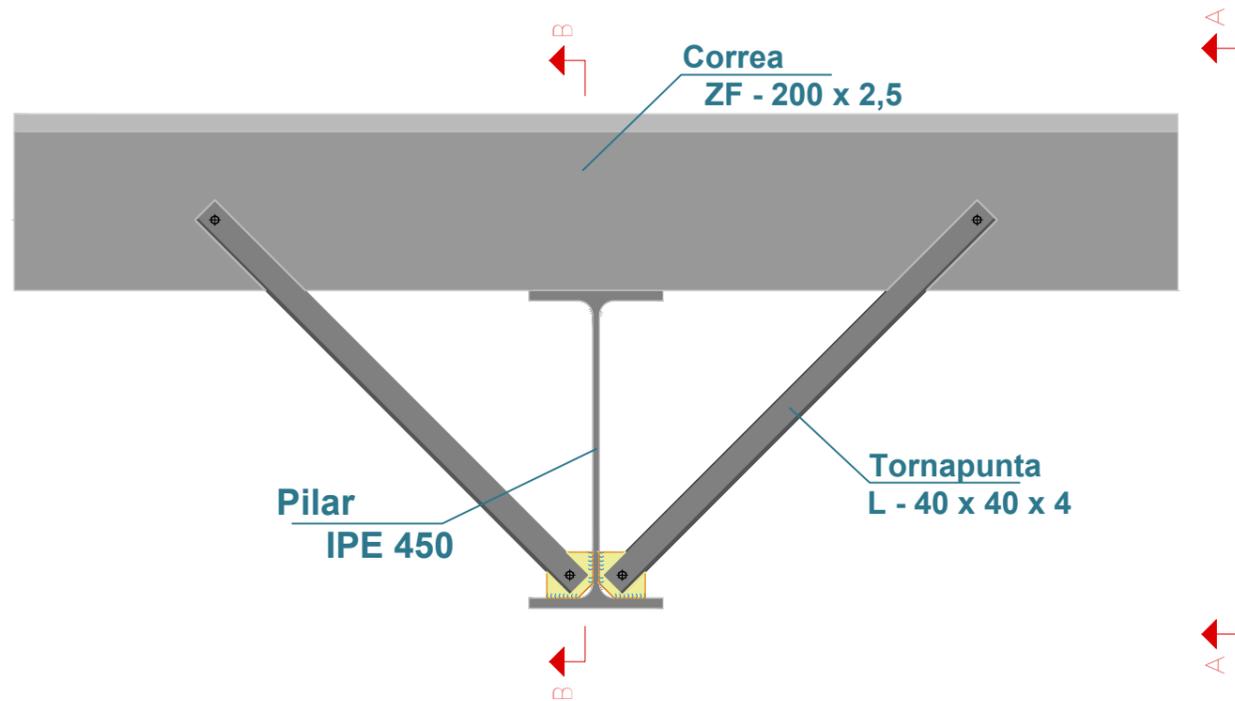
Sección A - A



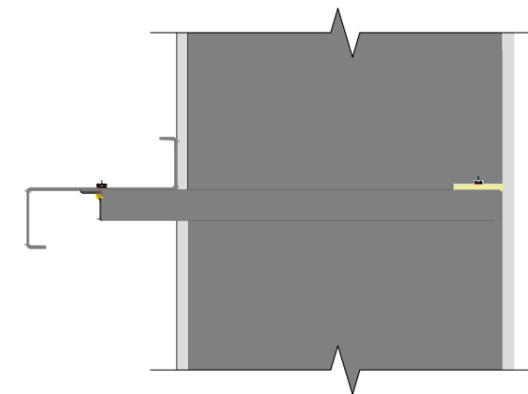
Sección B - B



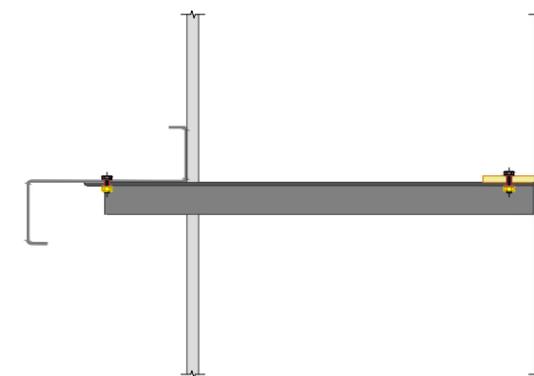
		ANÁLISIS DE DIFERENTES SOLUCIONES DE ESTRUCTURA METÁLICA DE UNA NAVE INDUSTRIAL			
Promotor: D. Alfredo Del Caño Gochi			Trabajo nº: 2122 - TFG - 3		
Plano: U - 13 - TIPO XVIII					
Autora: ELIZABETH MARINA REY GARCÍA <small>Estudiante de Ingeniería en Tecnologías Industriales DNI: 32737584 - M</small>		Firma: 	Fecha: Diciembre 2021	Escala: 1:8	Nº Planos: 36
			Plano nº: 20		



Perfil Laminado en Frío tipo L Simétrico
40 x 40 x 4

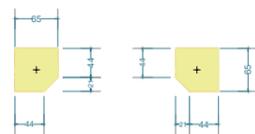
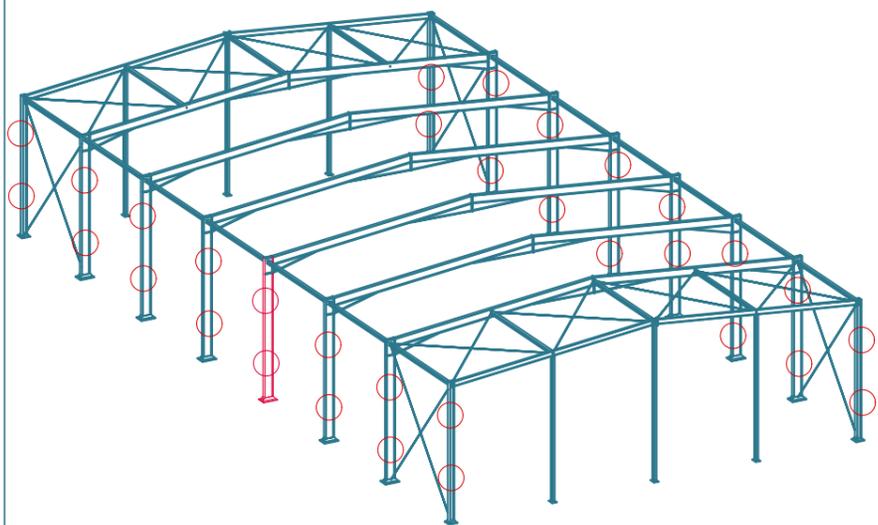


Sección A - A



Sección B - B

Unión Tipo XIX
Dintel - Tornapuntas - Correa Fachada



Chapas Laterales
(e = 8 mm)



ANÁLISIS DE DIFERENTES SOLUCIONES DE ESTRUCTURA METÁLICA DE UNA NAVE INDUSTRIAL



Promotor:
D. Alfredo Del Caño Gochi

Trabajo n°:
2122 - TFG - 3

Plano:
U - 14 - TIPO XIX

Autora:
ELIZABETH MARINA REY GARCÍA
Estudiante de Ingeniería en Tecnologías Industriales
DNI: 32737584 - M

Firma:

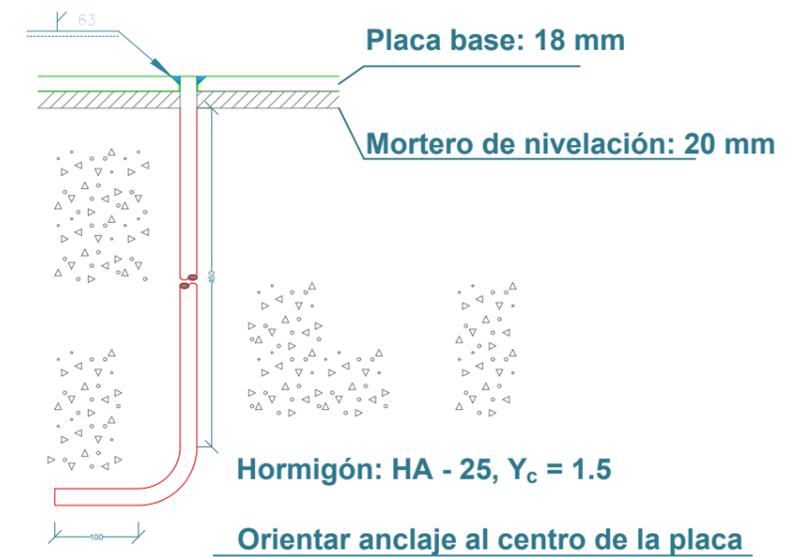
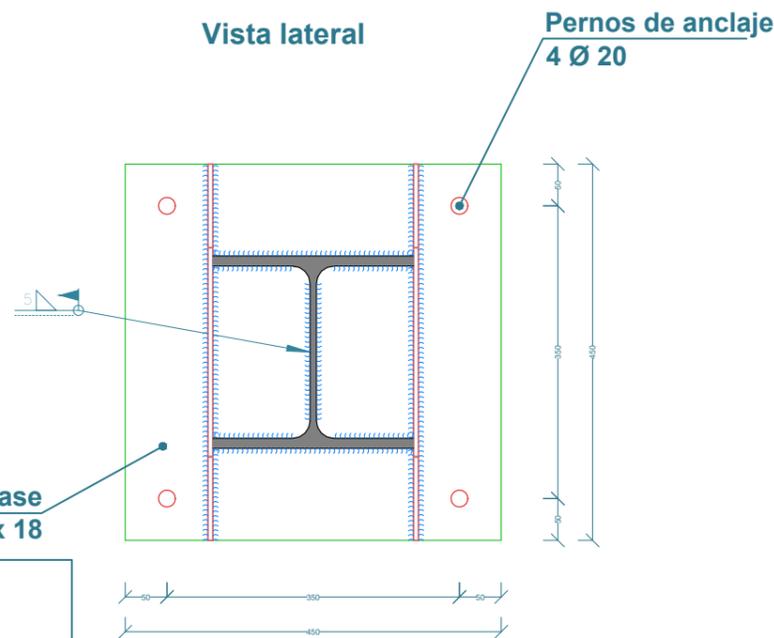
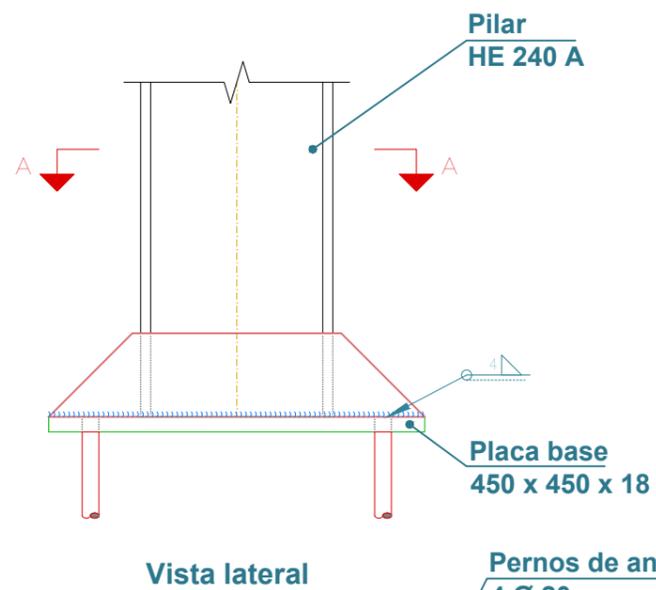
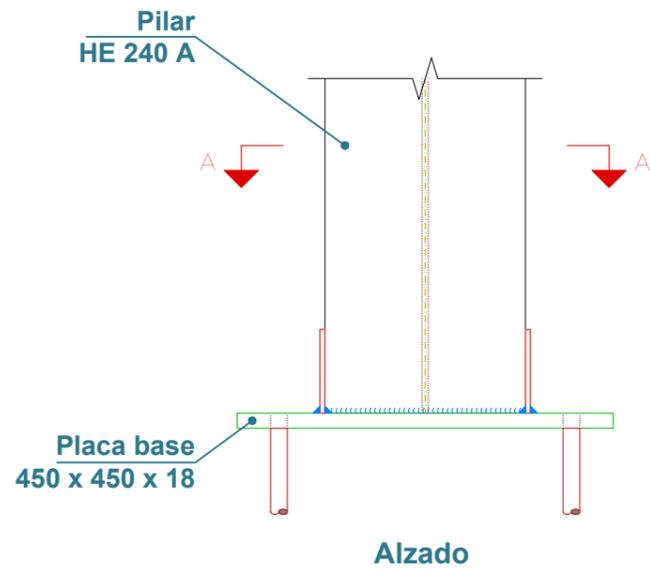


Fecha:
Diciembre 2021

N° Planos:
36

Escala:
1:8

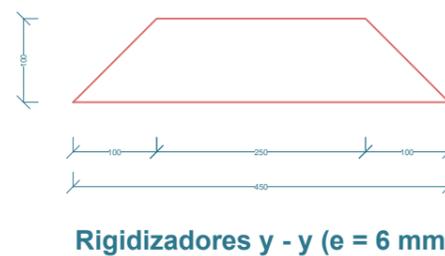
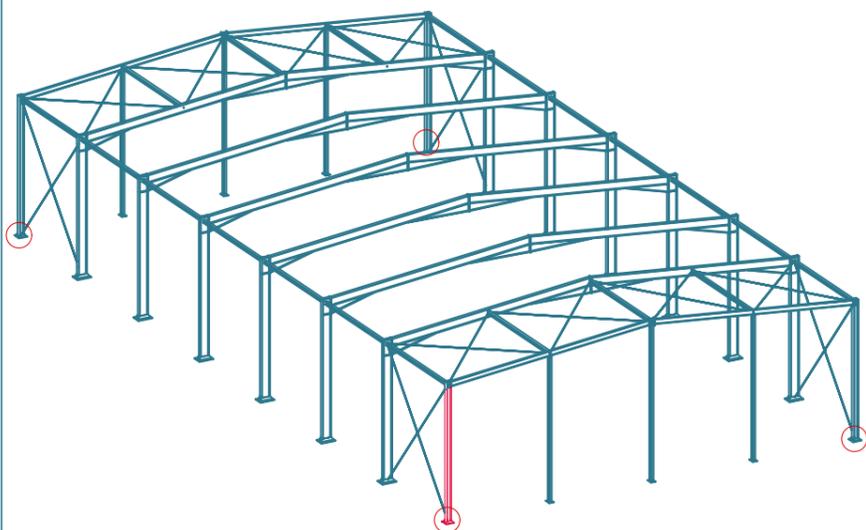
Plano n°:
21



Anclaje de los pernos Ø 20, B 400 S, $Y_s = 1.15$ (corrugado)

Unión Tipo I

Placa de Anclaje - Pilares Externos Pórticos Testeros



ANÁLISIS DE DIFERENTES SOLUCIONES DE ESTRUCTURA METÁLICA DE UNA NAVE INDUSTRIAL



Promotor:
D. Alfredo Del Caño Gochi

Trabajo nº:
2122 - TFG - 3

Plano:
PA - 1 - Placa de Anclaje - Unión Tipo I

Autora:
ELIZABETH MARINA REY GARCÍA
Estudiante de Ingeniería en Tecnologías Industriales
DNI: 32737584 - M

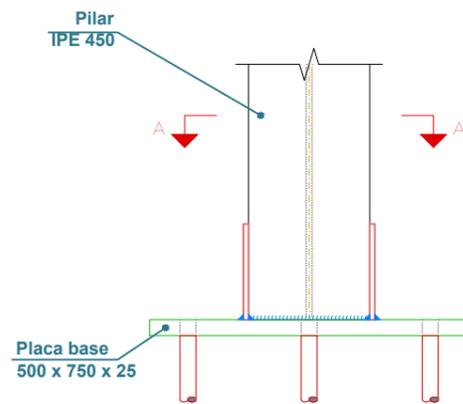
Firma:

Fecha:
Diciembre 2021

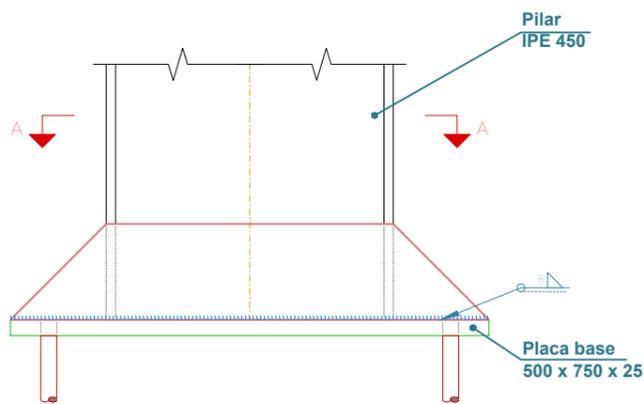
Escala:
1:3

Nº Planos:
36

Plano nº:
22



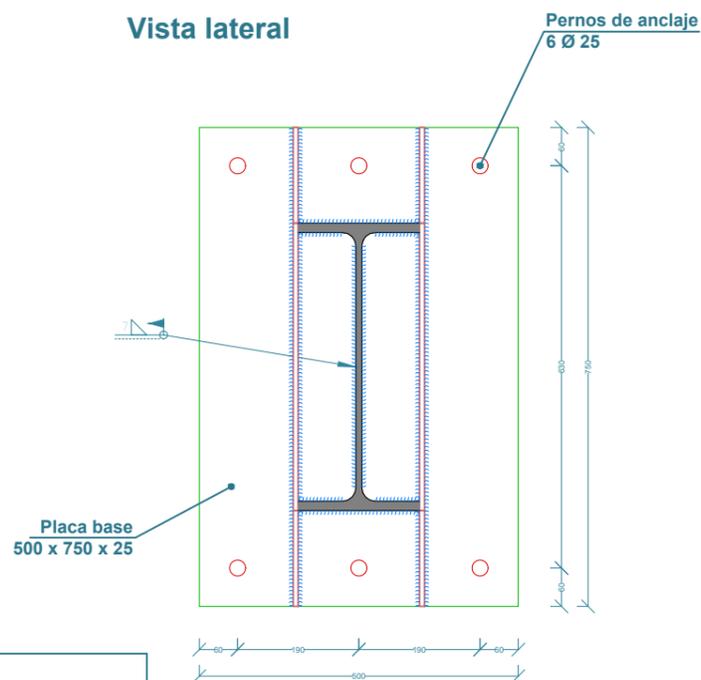
Alzado



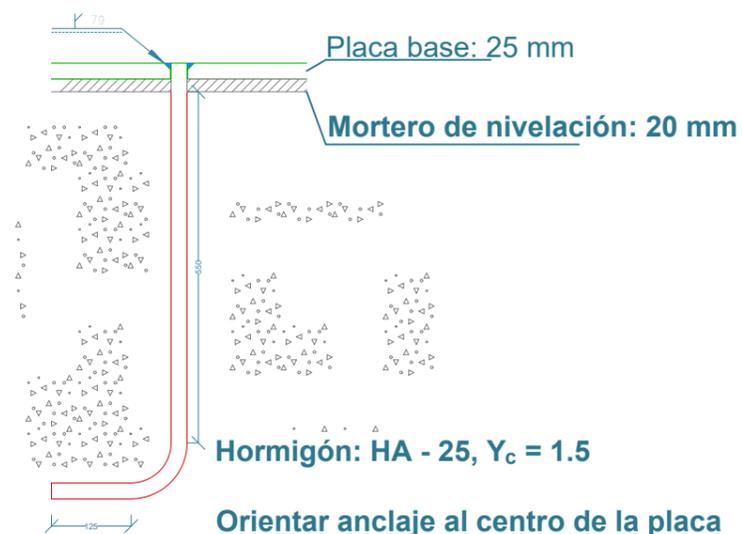
Vista lateral



Rigidizadores y - y (e = 8 mm)

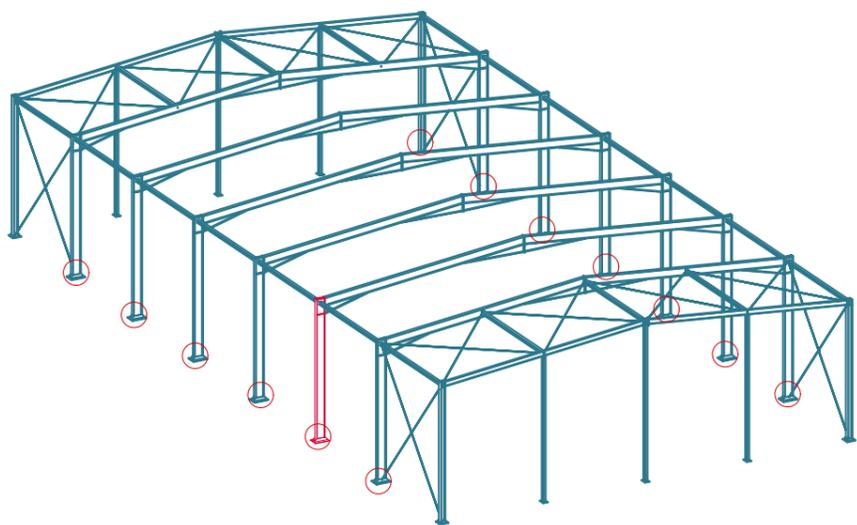


Sección A - A

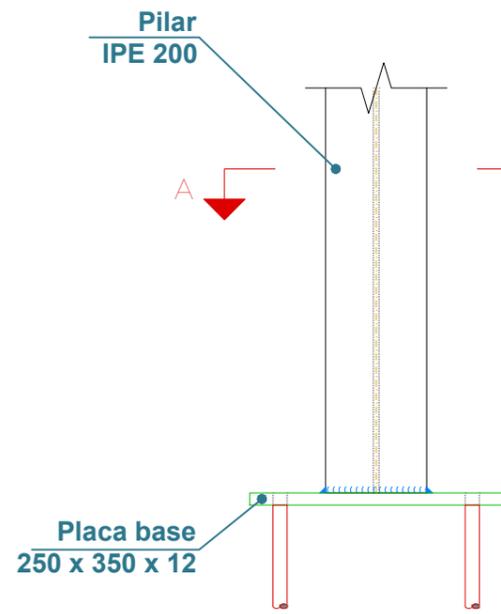


Anclaje de los pernos Ø 25,
B 400 S, $Y_s = 1.15$ (corrugado)

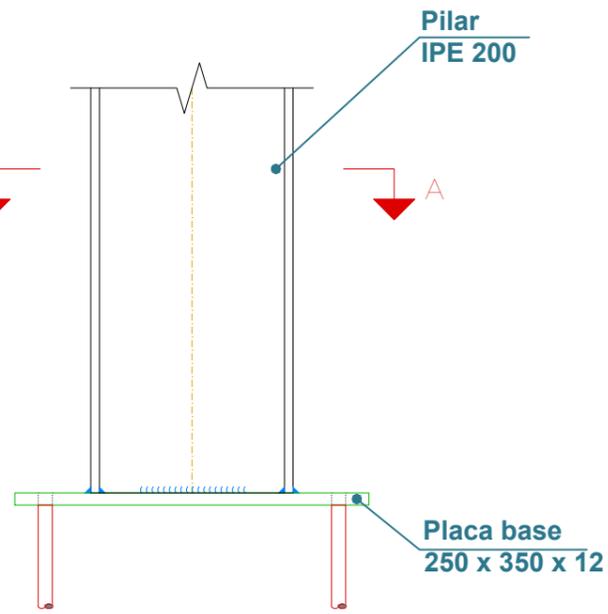
Unión Tipo III
Placa de Anclaje -
Pilares Pórticos Intermedios



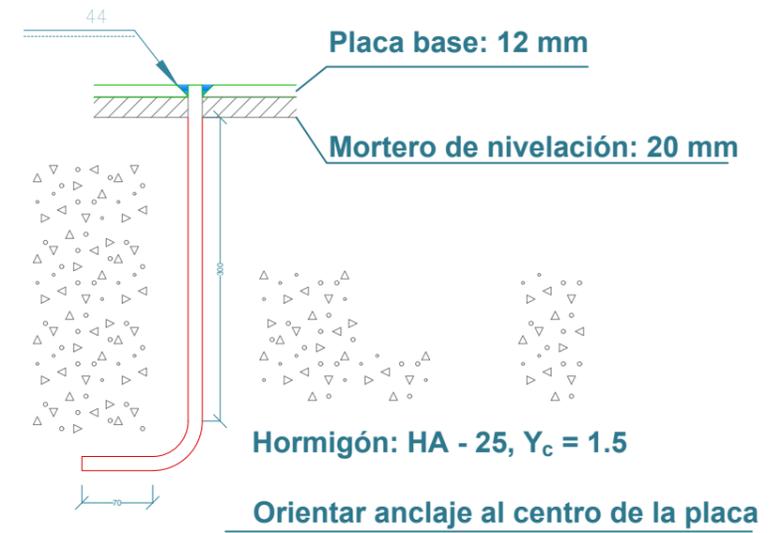
		ANÁLISIS DE DIFERENTES SOLUCIONES DE ESTRUCTURA METÁLICA DE UNA NAVE INDUSTRIAL			
Promotor: D. Alfredo Del Caño Gochi			Trabajo n°: 2122 - TFG - 3		
Plano: PA - 2 - Placa de Anclaje - Unión Tipo III					
Autora: ELIZABETH MARINA REY GARCÍA <small>Estudiante de Ingeniería en Tecnologías Industriales DNI: 32737584 - M</small>		Firma: 	Fecha: Diciembre 2021	Escala: 1:3	Nº Planos: 36
			Plano n°: 23		



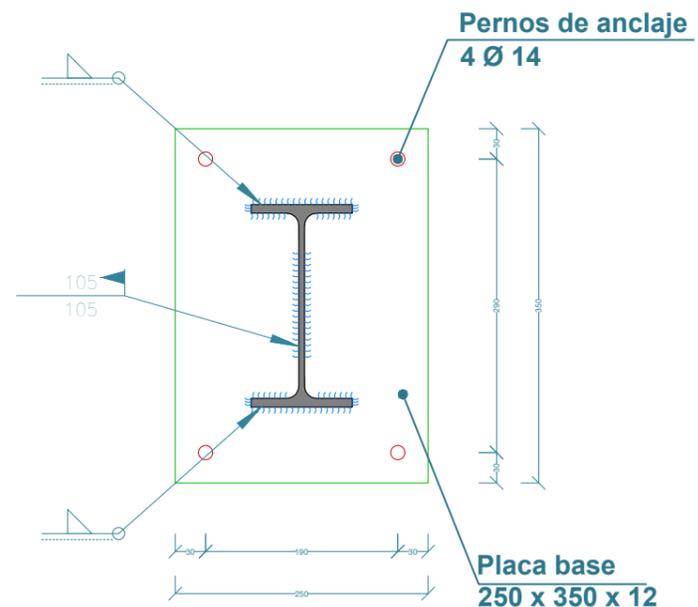
Alzado



Vista lateral



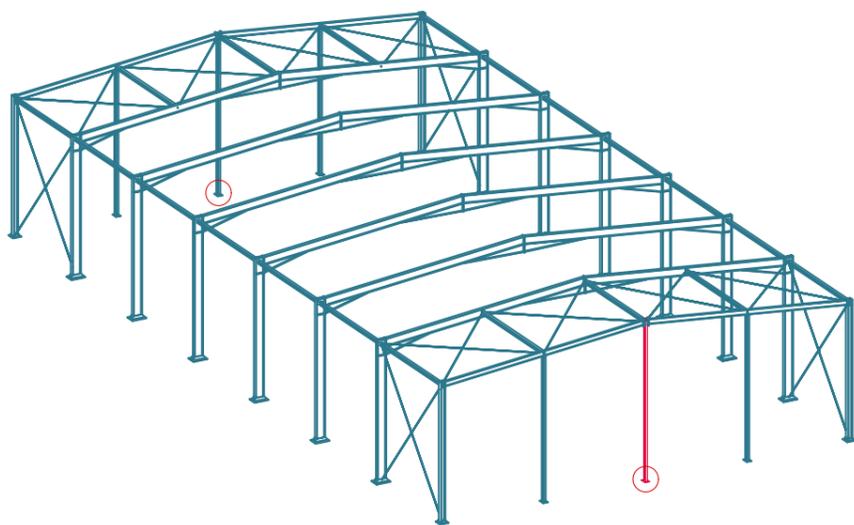
Anclaje de los pernos $\varnothing 14$, B 400 S, $Y_s = 1.15$ (corrugado)



Sección A - A

Unión Tipo XVI

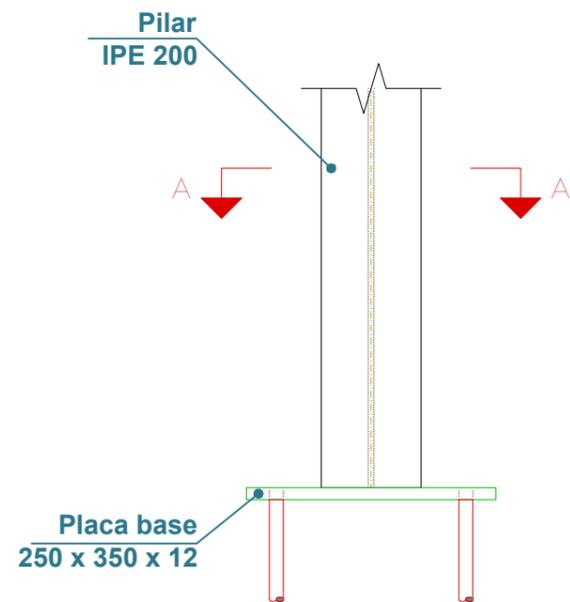
**Placa de Anclaje -
Pilar Cumbre Pórticos Testeros**



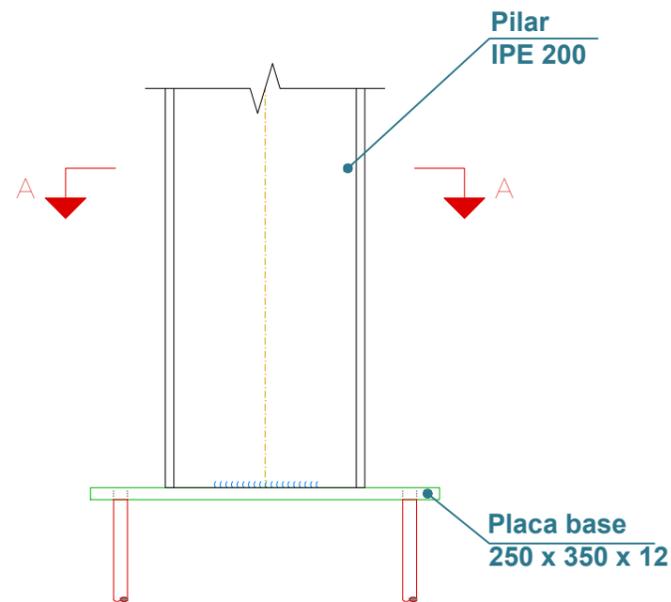
ANÁLISIS DE DIFERENTES SOLUCIONES DE ESTRUCTURA METÁLICA DE UNA NAVE INDUSTRIAL



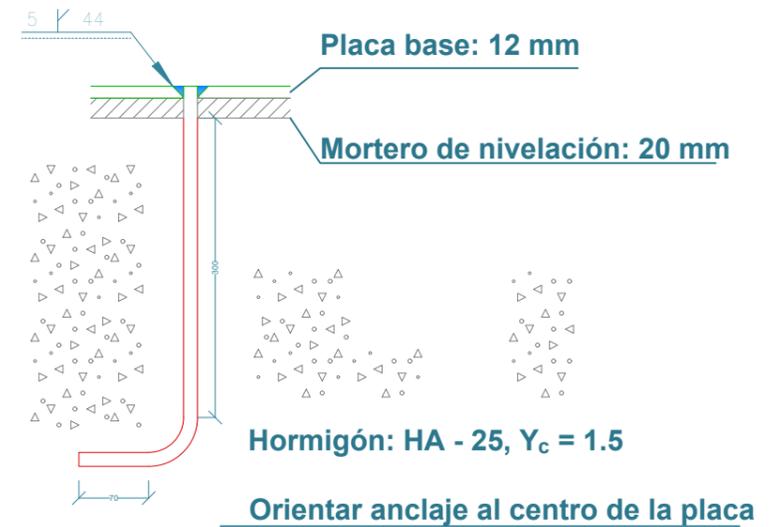
Promotor: D. Alfredo Del Caño Gochi		Trabajo n°: 2122 - TFG - 3	
Plano: PA - 3 - Placa de Anclaje - Unión Tipo XVI			
Autora: ELIZABETH MARINA REY GARCÍA Estudiante de Ingeniería en Tecnologías Industriales DNI: 32737584 - M	Firma: 	Fecha: Diciembre 2021	Escala: 1:2
		N° Planos: 36	Plano n°: 24



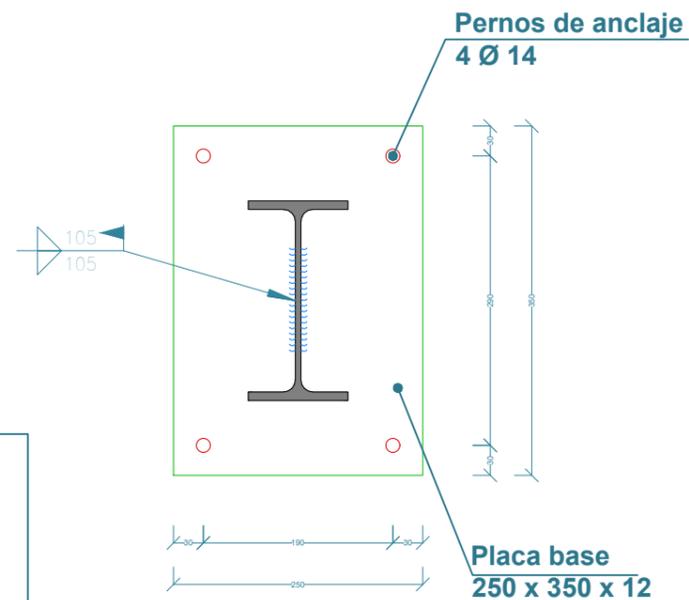
Alzado



Vista lateral



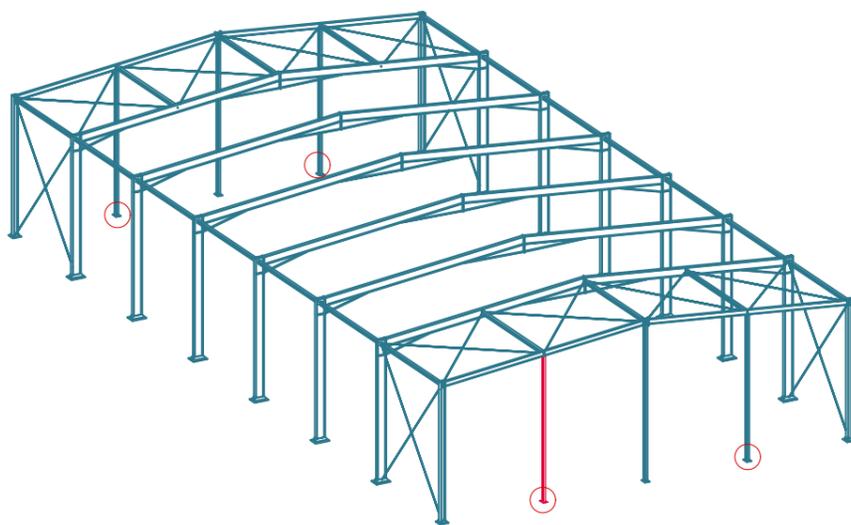
Anclaje de los pernos $\varnothing 14$,
B 400 S, $Y_s = 1.15$ (corrugado)



Sección A - A

Unión Tipo XVII

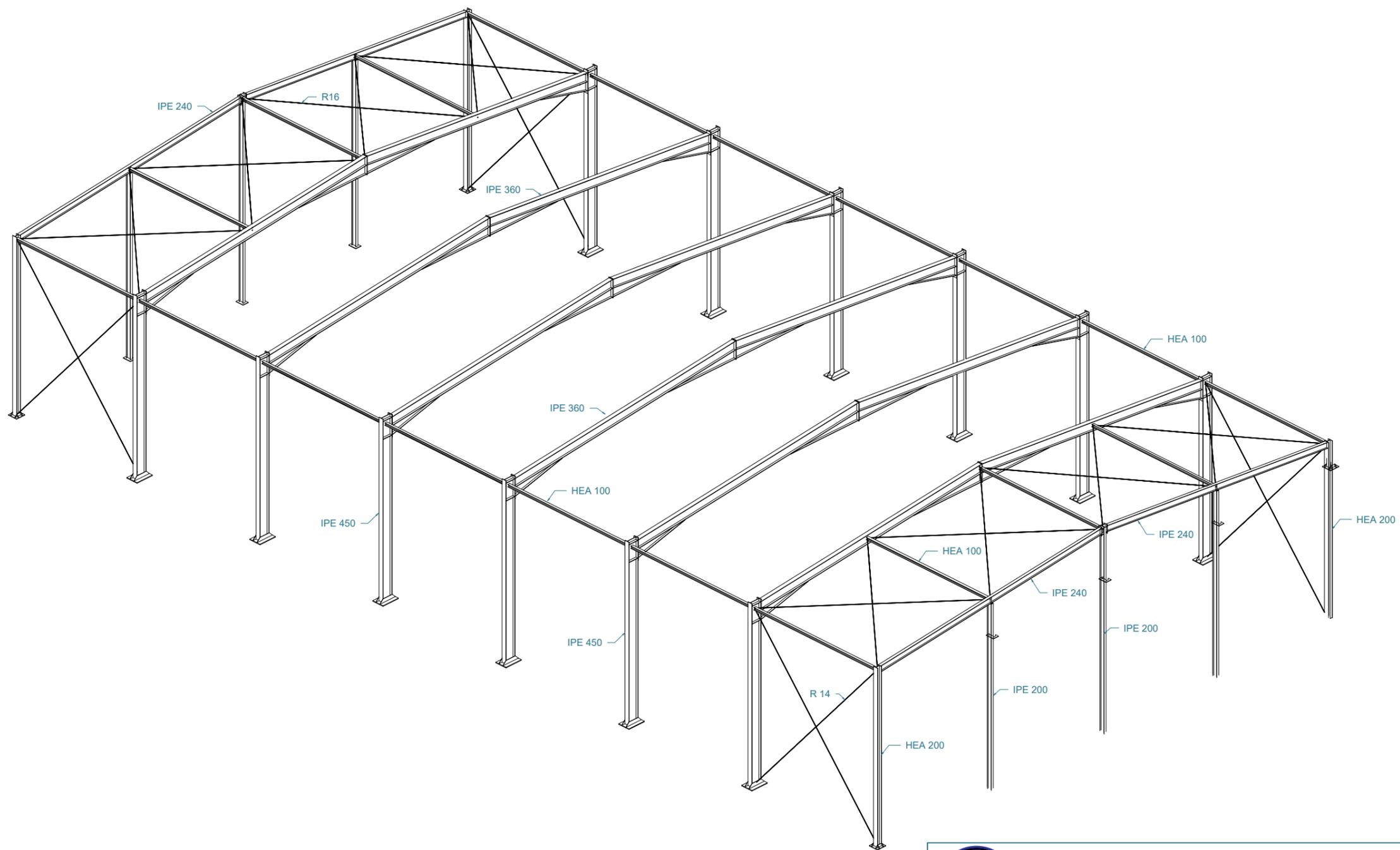
Placa de Anclaje - Pilares Intermedios Pórticos Testeros



ANÁLISIS DE DIFERENTES SOLUCIONES DE ESTRUCTURA METÁLICA DE UNA NAVE INDUSTRIAL



Promotor: D. Alfredo Del Caño Gochi		Trabajo n°: 2122 - TFG - 3	
Plano: PA - 4 - Placa de Anclaje - Unión Tipo XVII			
Autora: ELIZABETH MARINA REY GARCÍA Estudiante de Ingeniería en Tecnologías Industriales DNI: 32737584 - M	Firma: [Redacted]	Fecha: Diciembre 2021	Escala: 1:2
		N° Planos: 36	Plano n°: 25



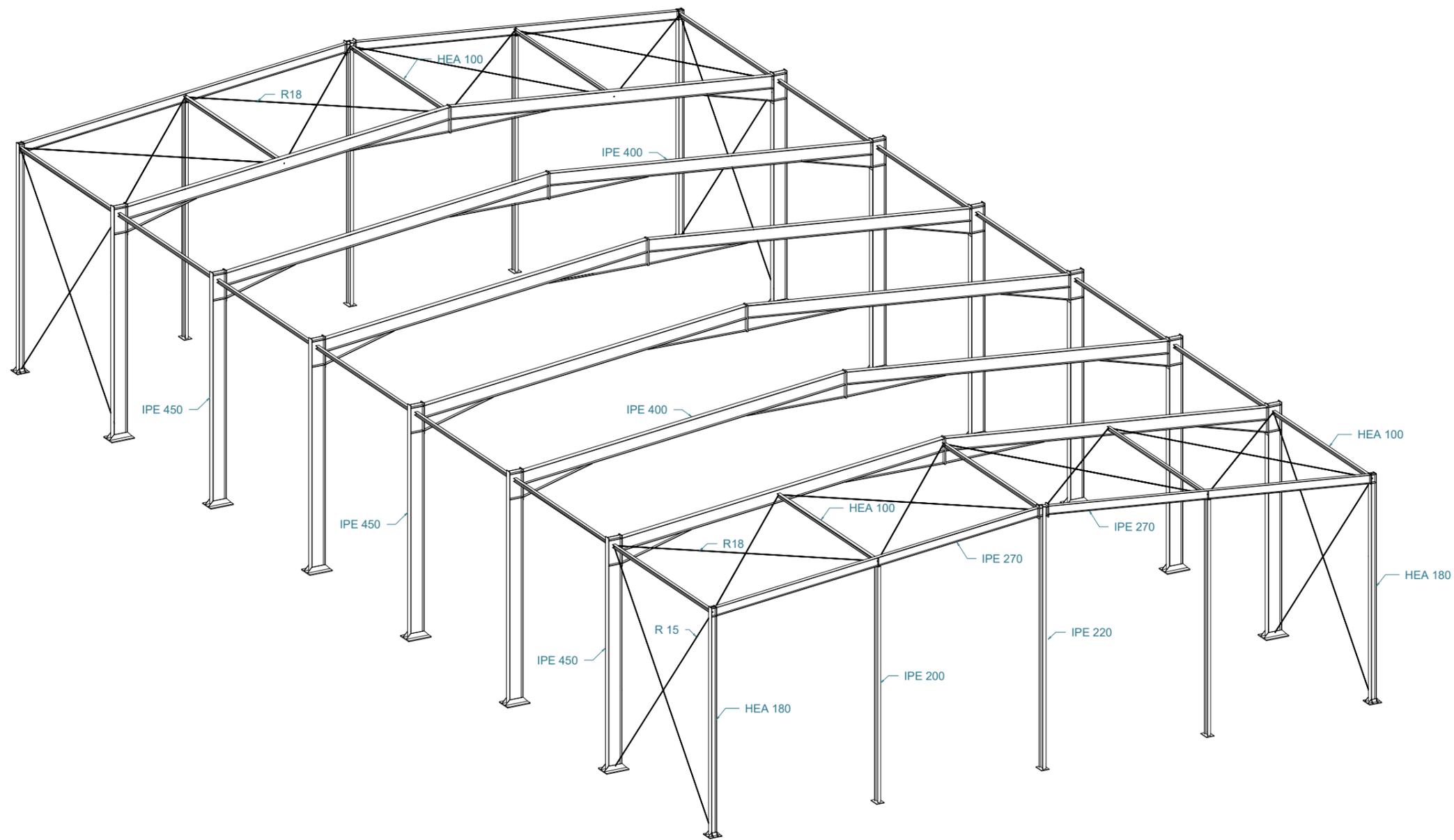
**NORMATIVA
EUROCÓDIGOS**



**ANÁLISIS DE DIFERENTES SOLUCIONES DE
ESTRUCTURA METÁLICA DE UNA NAVE INDUSTRIAL**



Promotor: D. Alfredo Del Caño Gochi		Trabajo nº: 2122 - TFG - 3	
Plano: V - 1 - VARIANTE I			
Autora: ELIZABETH MARINA REY GARCÍA <small>Estudiante de Ingeniería en Tecnologías Industriales DNI: 32737584 - M</small>	Firma: 	Fecha: Diciembre 2021	Escala: 1:100
		Nº Planos: 36	Plano nº: 26



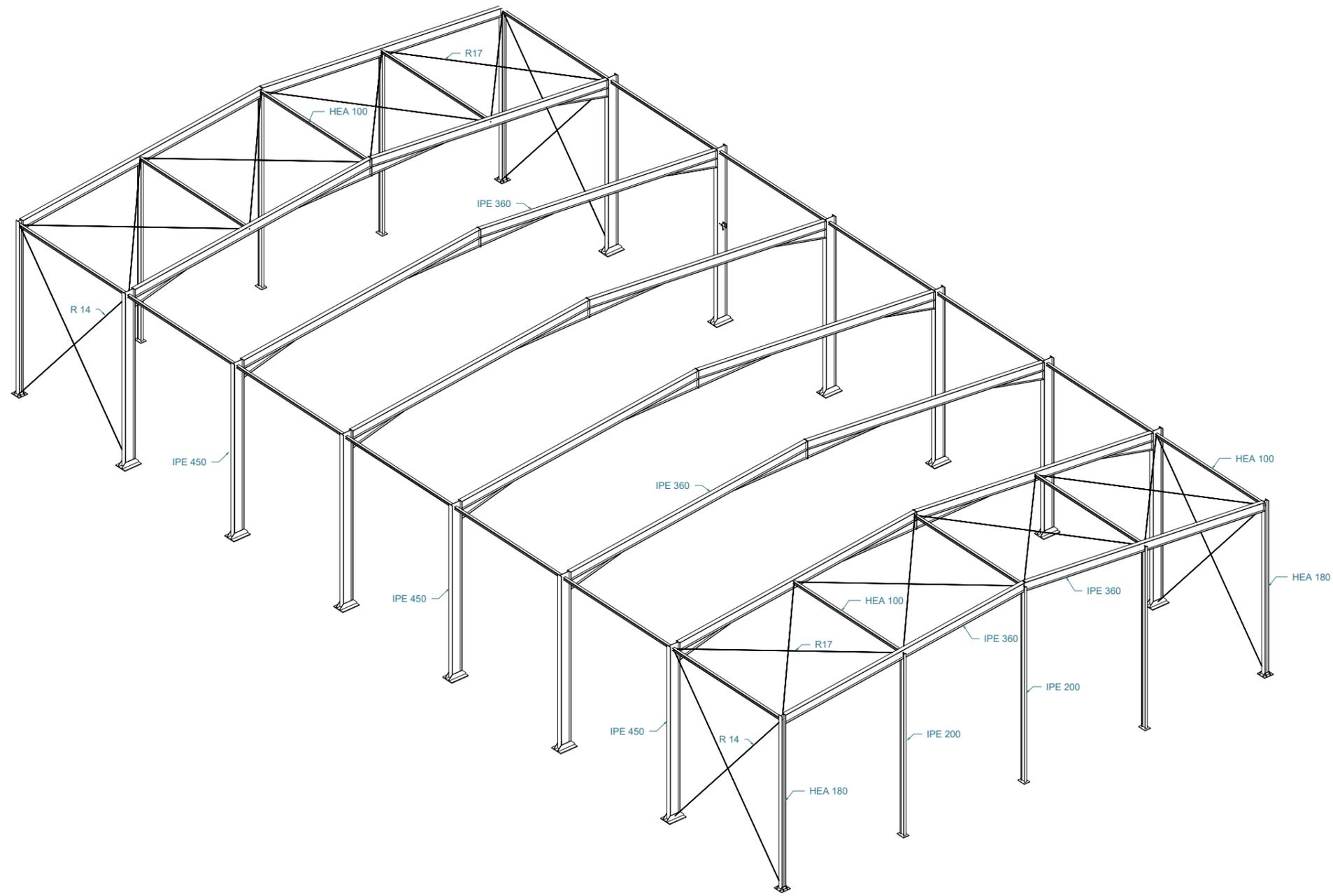
**ACERO ESTRUCTURA
PRINCIPAL S 235**



**ANÁLISIS DE DIFERENTES SOLUCIONES DE
ESTRUCTURA METÁLICA DE UNA NAVE INDUSTRIAL**

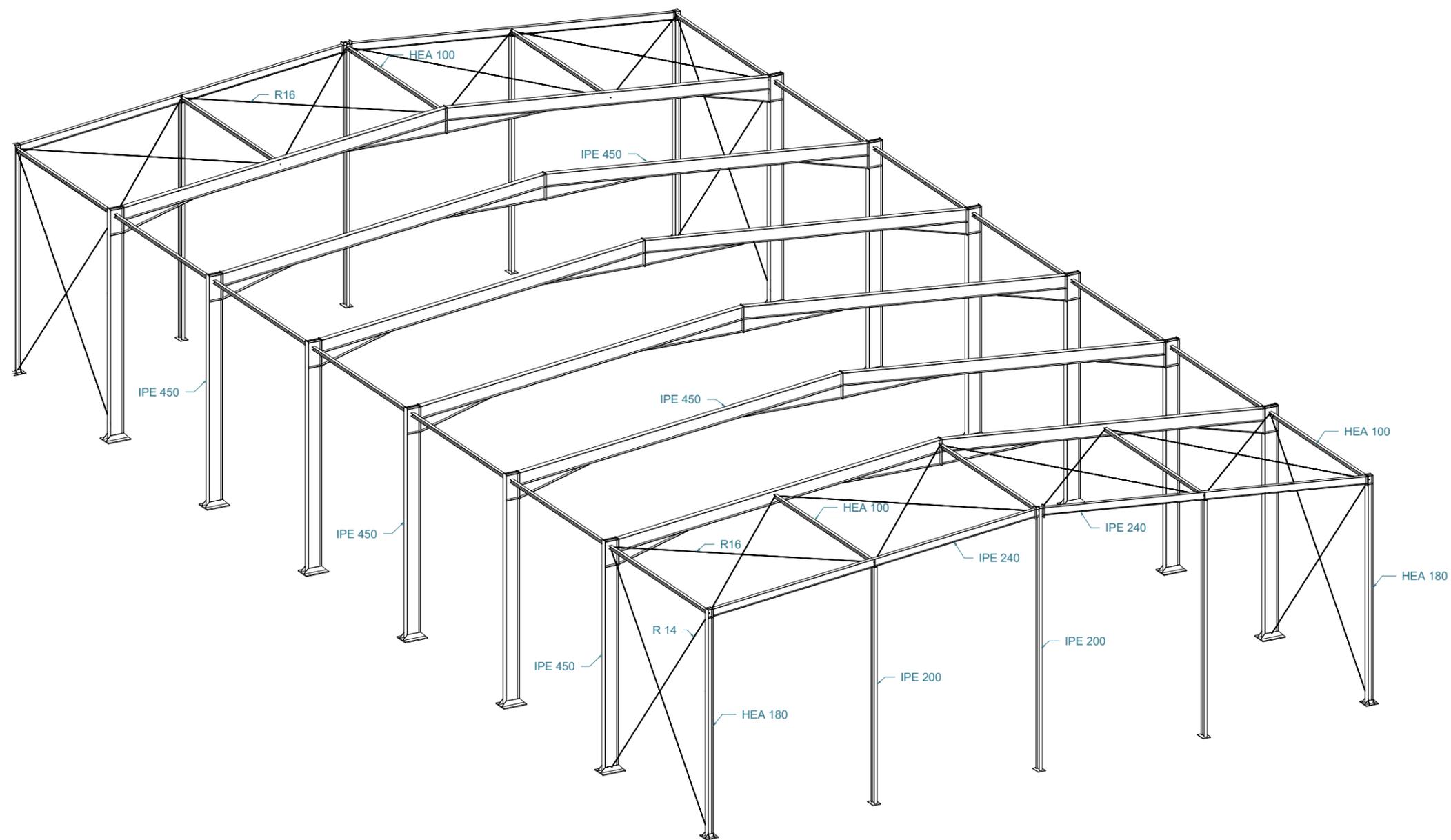


Promotor: D. Alfredo Del Caño Gochi		Trabajo nº: 2122 - TFG - 3	
Plano: V - 2 - VARIANTE II			
Autora: ELIZABETH MARINA REY GARCÍA <small>Estudiante de Ingeniería en Tecnologías Industriales DNI: 32737584 - M</small>	Firma: 	Fecha: Diciembre 2021	Escala: 1:100
		Nº Planos: 36	Plano nº: 27



CORREAS IPE 140

		ANÁLISIS DE DIFERENTES SOLUCIONES DE ESTRUCTURA METÁLICA DE UNA NAVE INDUSTRIAL			
Promotor: D. Alfredo Del Caño Gochi			Trabajo n°: 2122 - TFG - 3		
Plano: V - 3 - VARIANTE III					
Autora: ELIZABETH MARINA REY GARCÍA <small>Estudiante de Ingeniería en Tecnologías Industriales DNI: 32737584 - M</small>		Firma: 	Fecha: Diciembre 2021	Escala: 1:100	
			N° Planos: 36	Plano n°: 28	



**TORNAPUNTAS CADA
3 CORREAS**



**ANÁLISIS DE DIFERENTES SOLUCIONES DE
ESTRUCTURA METÁLICA DE UNA NAVE INDUSTRIAL**



Promotor:
D. Alfredo Del Caño Gochi

Trabajo n°:
2122 - TFG - 3

Plano:
V - 4 - VARIANTE IV

Autora:
ELIZABETH MARINA REY GARCÍA
Estudiante de Ingeniería en Tecnologías Industriales
DNI: 32737584 - M

Firma:

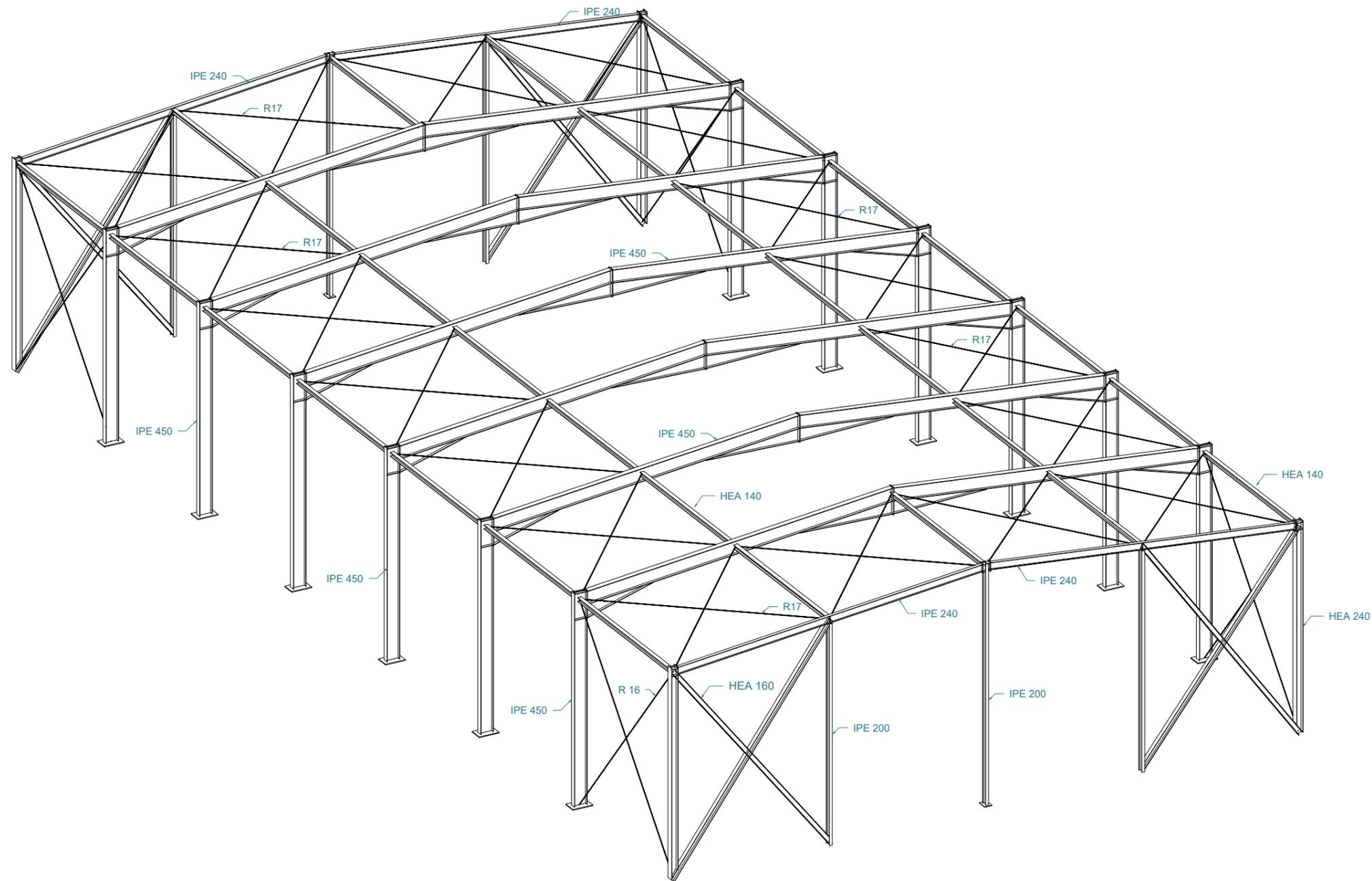


Fecha:
Diciembre 2021

N° Planos:
36

Escala:
1:100

Plano n°:
29



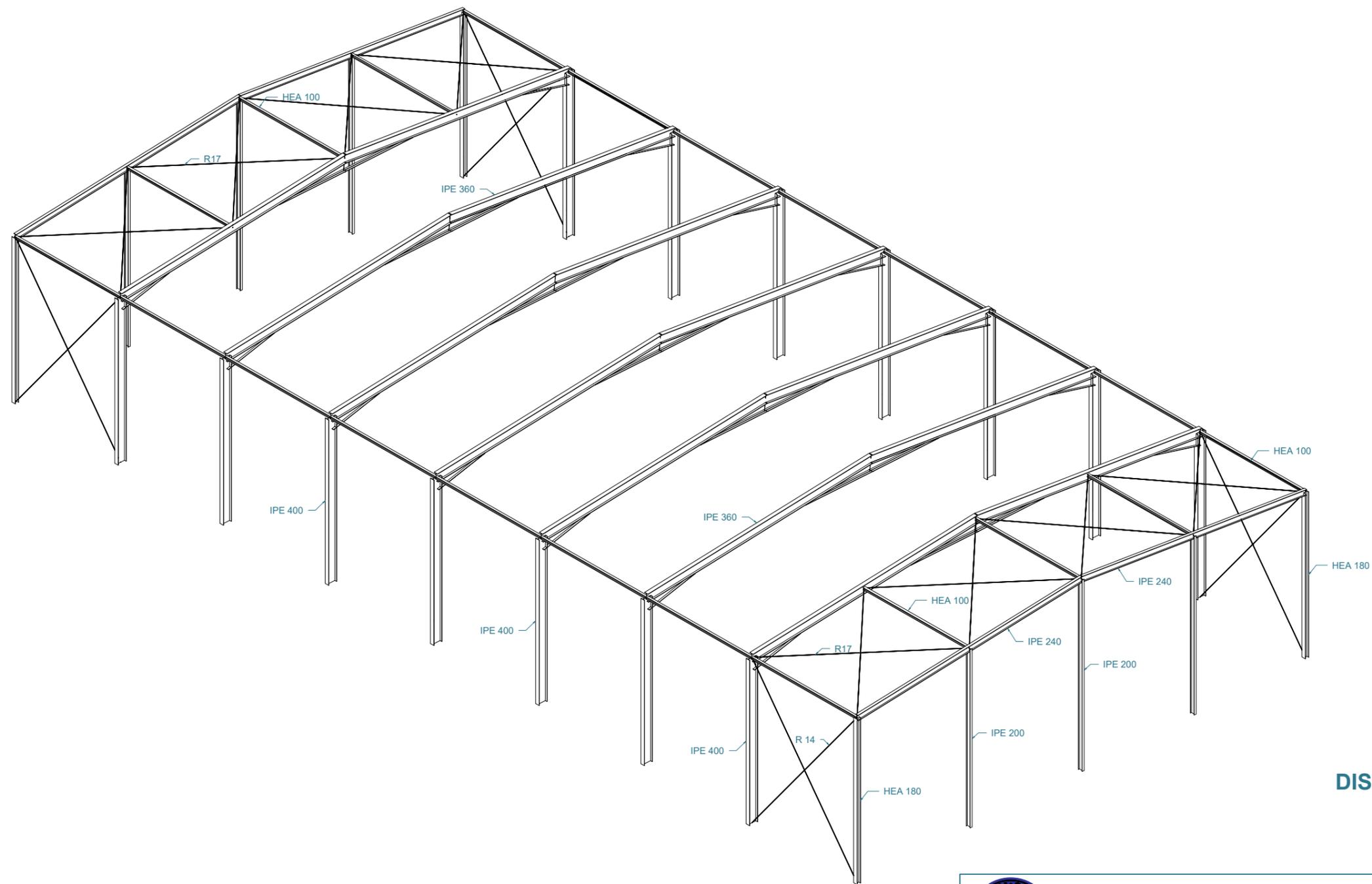
**PÓRTICOS
BIARTICULADOS**



**ANÁLISIS DE DIFERENTES SOLUCIONES DE
ESTRUCTURA METÁLICA DE UNA NAVE INDUSTRIAL**



Promotor: D. Alfredo Del Caño Gochi		Trabajo nº: 2122 - TFG - 3	
Plano: V - 5 - VARIANTE V			
Autora: ELIZABETH MARINA REY GARCÍA <small>Estudiante de Ingeniería en Tecnologías Industriales DNI: 32737584 - M</small>	Firma: [Redacted]	Fecha: Diciembre 2021	Escala: 1:100
		Nº Planos: 36	Plano nº: 30



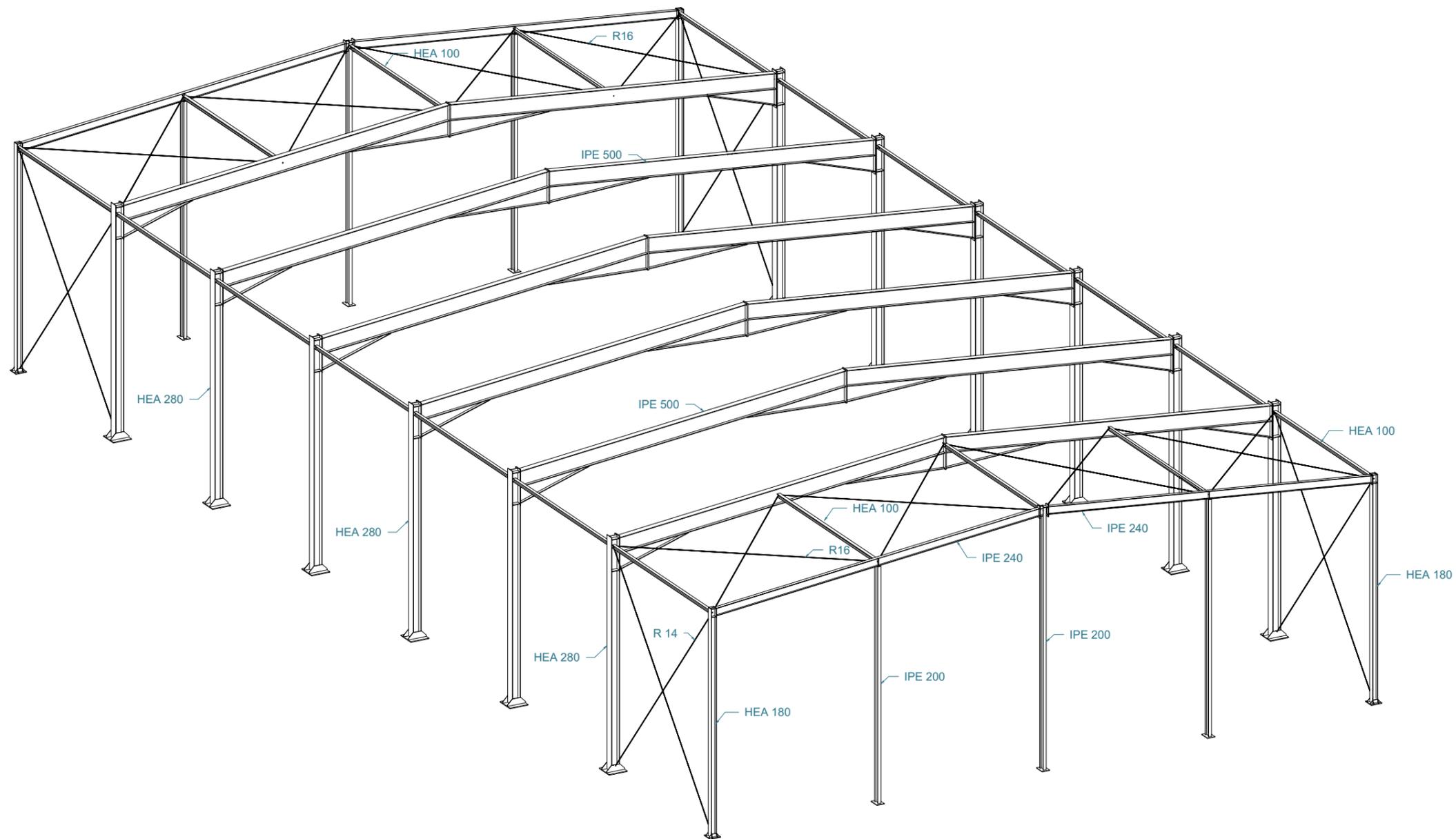
**DISTANCIA ENTRE PÓRTICOS
5,5 metros**



**ANÁLISIS DE DIFERENTES SOLUCIONES DE
ESTRUCTURA METÁLICA DE UNA NAVE INDUSTRIAL**



Promotor: D. Alfredo Del Caño Gochi		Trabajo nº: 2122 - TFG - 3	
Plano: V - 6 - VARIANTE VI			
Autora: ELIZABETH MARINA REY GARCÍA <small>Estudiante de Ingeniería en Tecnologías Industriales DNI: 32737584 - M</small>	Firma: 	Fecha: Diciembre 2021	Escala: 1:100
		Nº Planos: 36	Plano nº: 31



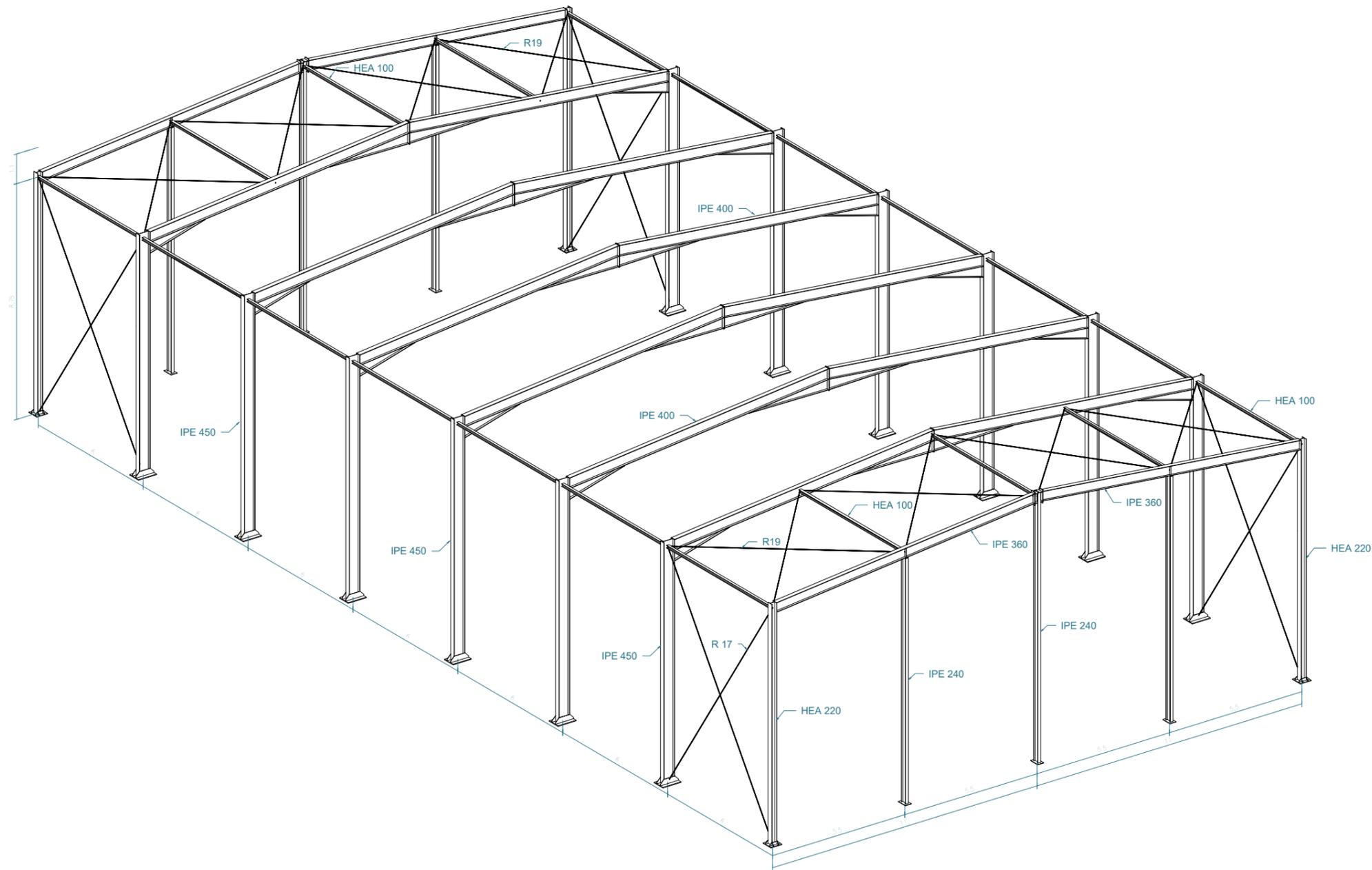
PILARES HEA



ANÁLISIS DE DIFERENTES SOLUCIONES DE ESTRUCTURA METÁLICA DE UNA NAVE INDUSTRIAL



Promotor: D. Alfredo Del Caño Gochi		Trabajo n°: 2122 - TFG - 3	
Plano: V - 7 - VARIANTE VII			
Autora: ELIZABETH MARINA REY GARCÍA <small>Estudiante de Ingeniería en Tecnologías Industriales DNI: 32737584 - M</small>	Firma: [Redacted]	Fecha: Diciembre 2021	Escala: 1:100
		N° Planos: 36	Plano n°: 32



**ALTURA DE PILARES
8,75 metros**



**ANÁLISIS DE DIFERENTES SOLUCIONES DE
ESTRUCTURA METÁLICA DE UNA NAVE INDUSTRIAL**



Promotor:
D. Alfredo Del Caño Gochi

Trabajo nº:
2122 - TFG - 3

Plano:
V - 8 - VARIANTE VIII

Autora:
ELIZABETH MARINA REY GARCÍA
Estudiante de Ingeniería en Tecnologías Industriales
DNI: 32737584 - M

Firma:

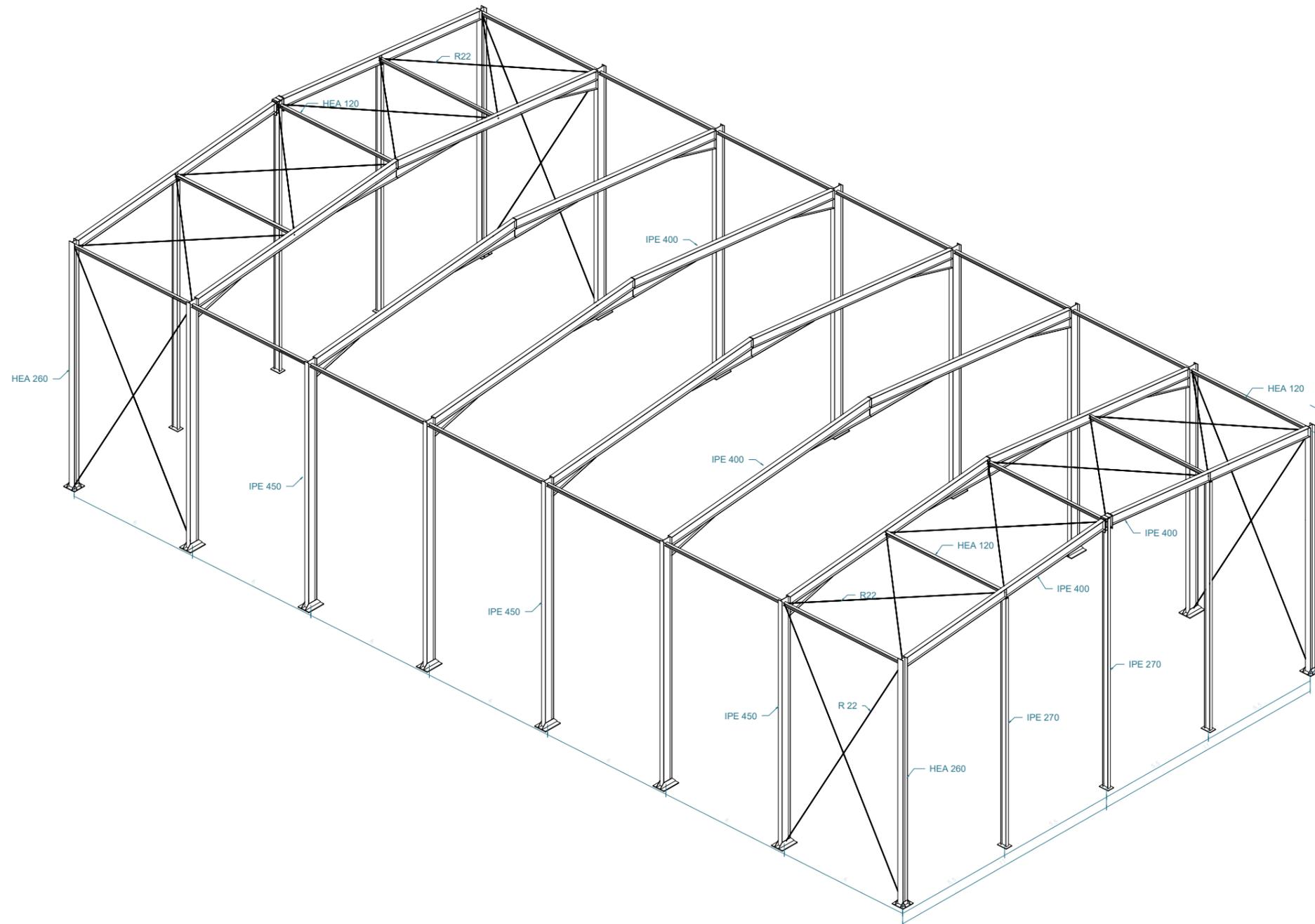


Fecha:
Diciembre 2021

Nº Planos:
36

Escala:
1:100

Plano nº:
33



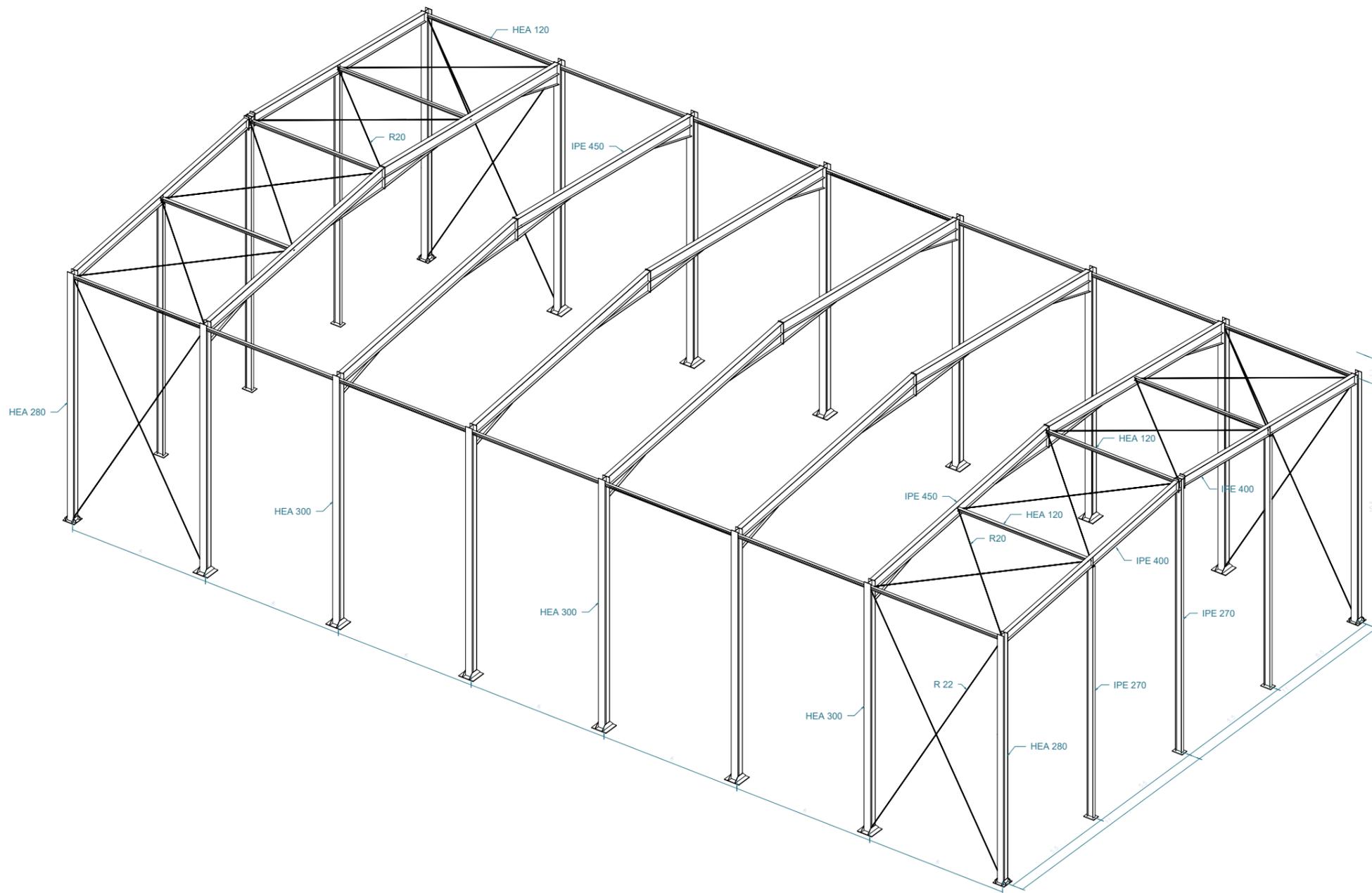
**ALTURA DE PILARES
10,5 metros**



**ANÁLISIS DE DIFERENTES SOLUCIONES DE
ESTRUCTURA METÁLICA DE UNA NAVE INDUSTRIAL**



Promotor: D. Alfredo Del Caño Gochi		Trabajo n°: 2122 - TFG - 3	
Plano: V - 9 - VARIANTE VIII b			
Autora: ELIZABETH MARINA REY GARCÍA <small>Estudiante de Ingeniería en Tecnologías Industriales DNI: 32737584 - M</small>	Firma: 	Fecha: Diciembre 2021	Escala: 1:100
		Nº Planos: 36	Plano n°: 34



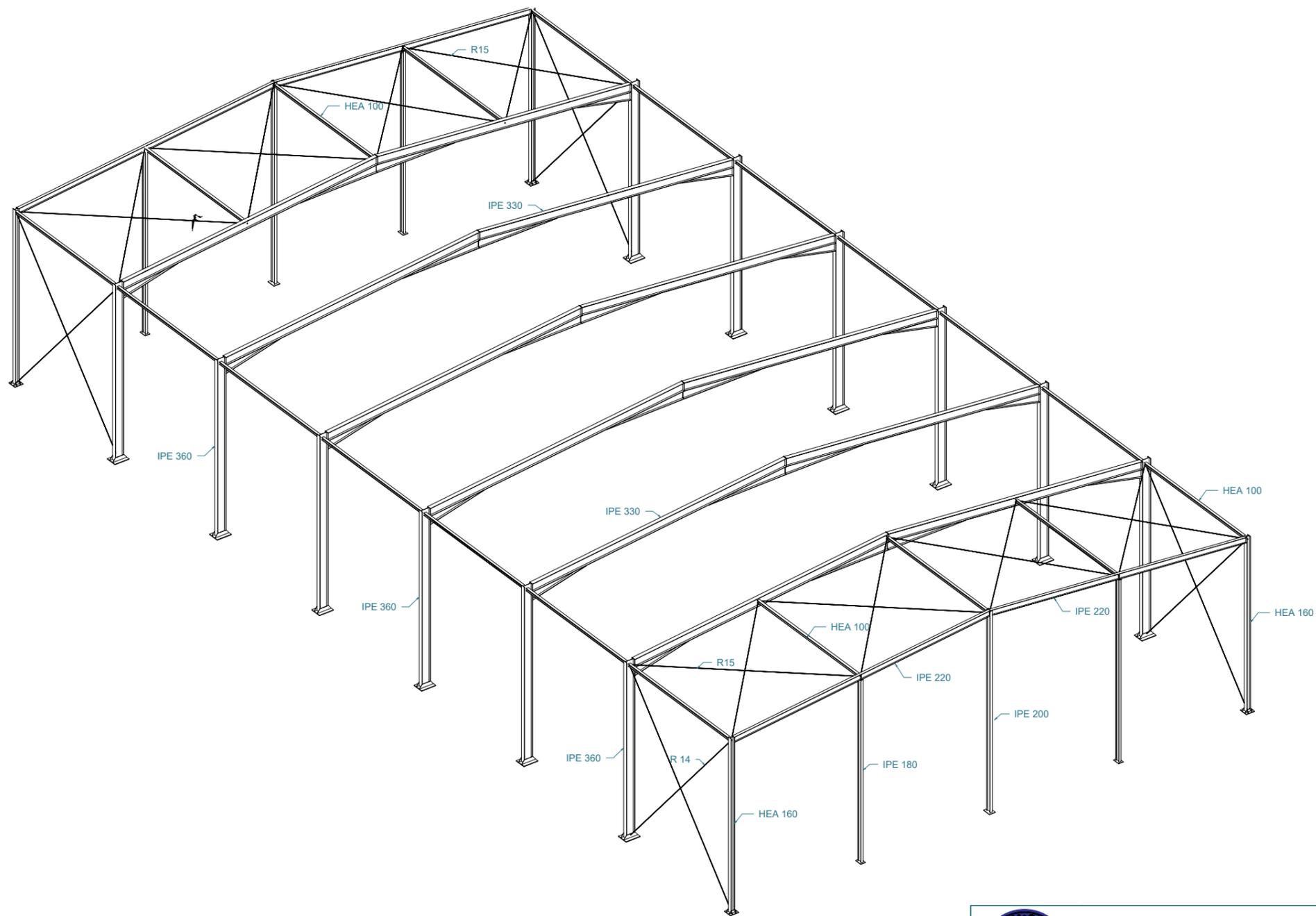
**ALTURA DE PILARES
10,5 metros
PILARES HEA**



**ANÁLISIS DE DIFERENTES SOLUCIONES DE
ESTRUCTURA METÁLICA DE UNA NAVE INDUSTRIAL**



Promotor: D. Alfredo Del Caño Gochi		Trabajo n°: 2122 - TFG - 3	
Plano: V - 10 - VARIANTE VIII c			
Autora: ELIZABETH MARINA REY GARCÍA <small>Estudiante de Ingeniería en Tecnologías Industriales DNI: 32737584 - M</small>	Firma: [Redacted]	Fecha: Diciembre 2021	Escala: 1:100
		Nº Planos: 36	Plano n°: 35



UBICACIÓN SEVILLA



ANÁLISIS DE DIFERENTES SOLUCIONES DE ESTRUCTURA METÁLICA DE UNA NAVE INDUSTRIAL



Promotor:
D. Alfredo Del Caño Gochi

Trabajo nº:
2122 - TFG - 3

Plano:
V - 11 - VARIANTE IX

Autora:
ELIZABETH MARINA REY GARCÍA
Estudiante de Ingeniería en Tecnologías Industriales
DNI: 32737584 - M

Firma:



Fecha:
Diciembre 2021

Nº Planos:
36

Escala:
1:100

Plano nº:
36



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

**TRABAJO FIN DE GRADO
CURSO 2021/22**

*ANÁLISIS DE DIFERENTES SOLUCIONES DE
ESTRUCTURA METÁLICA DE UNA NAVE
INDUSTRIAL*

Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales

DOCUMENTO III

PLIEGO DE CONDICIONES

ÍNDICE PLIEGO DE CONDICIONES

1. CLAÚSULAS ADMINISTRATIVAS	523
1.1 CONDICIONES GENERALES.....	523
1.2 CONDICIONES FACULTATIVAS.....	524
1.2.1. AGENTES INTERVINIENTES EN LA OBRA	524
1.2.1.1 PROMOTOR	524
1.2.1.2 CONTRATISTA	525
1.2.1.3 DIRECCIÓN FACULTATIVA.....	529
1.2.2. DOCUMENTACIÓN DE LA OBRA	530
1.2.3. REPLANTEO Y ACTA DE REPLANTEO	531
1.2.4 LIBRO DE ÓRDENES.....	532
1.2.5 RECEPCIÓN DE LA OBRA	533
1.3 CONDICIONES ECONÓMICAS	534
1.3.1 FIANZAS Y SEGUROS.....	534
1.3.2 PLAZO DE EJECUCIÓN Y SANCIÓN POR RETRASO	534
1.3.3 PRECIOS	534
1.3.4 MEDICIONES Y VALORACIONES.....	535
1.3.5 CERTIFICACIÓN Y ABONO.....	536
1.4 CONDICIONES LEGALES	538
1.4.1 NORMATIVA DE APLICACIÓN.....	538
1.4.2 PRELACIÓN DE DOCUMENTOS	541
2 CONDICIONES TÉCNICAS DE LOS MATERIALES, DE LA EJECUCIÓN Y DE LAS VERIFICACIONES	542
2.1 ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO.....	542
2.2 CIMENTACIÓN.....	546
2.3 ESTRUCTURA	557
2.4 CERRAMIENTOS	573
2.5 CUBIERTAS	576

1. CLAÚSULAS ADMINISTRATIVAS

1.1 CONDICIONES GENERALES

El objeto del presente pliego es la ordenación de las condiciones facultativas, técnicas, económicas y legales que han de regir durante la ejecución de las obras de construcción del proyecto.

La obra ha de ser ejecutada conforme a lo establecido en los documentos que conforman el presente proyecto, siguiendo las condiciones establecidas en el contrato y las órdenes e instrucciones dictadas por la dirección facultativa de la obra, bien oralmente o por escrito.

Cualquier modificación en obra, se pondrá en conocimiento de la Dirección Facultativa, sin cuya autorización no podrá ser realizada.

Se acometerán los trabajos cumpliendo con lo especificado en el apartado de condiciones técnicas de la obra y se emplearán materiales que cumplan con lo especificado en el mismo.

Durante la totalidad de la obra se estará a lo dispuesto en la normativa vigente especialmente a la de obligado cumplimiento.

Es obligación de la contrata, así como del resto de agentes intervinientes en la obra el conocimiento del presente pliego y el cumplimiento de todos sus puntos.

Como documento subsidiario para aquellos aspectos no regulados en el presente pliego se adoptarán las prescripciones recogidas en el Pliego General de Condiciones Técnicas de la Edificación publicado por los Consejos Generales de la Arquitectura y de la Arquitectura Técnica de España.

1.2 CONDICIONES FACULTATIVAS

1.2.1 AGENTES INTERVINIENTES EN LA OBRA

1.2.1.1 PROMOTOR

Será considerado promotor cualquier persona, física o jurídica, pública o privada, que, individual o colectivamente, decide, impulsa, programa y financia, con recursos propios o ajenos, las obras de edificación objeto de este proyecto.

Cuando el promotor realice directamente con medios humanos y materiales propios la totalidad o determinadas partes de la obra, tendrá también la consideración de contratista a los efectos de la Ley 32/2006.

A los efectos del RD 1627/97 cuando el promotor contrate directamente trabajadores autónomos para la realización de la obra o de determinados trabajos de la misma, tendrá la consideración de contratista excepto en los casos estipulados en dicho Real Decreto.

Tendrá la consideración de productor de residuos de construcción y demolición a los efectos de lo dispuesto en el RD 105/2008.

Son obligaciones del promotor:

- Ostentar sobre el solar la titularidad de un derecho que le faculte para construir en él.
- Nombrar a los técnicos proyectistas y directores de obra y de la ejecución material.
- Velar para que la prevención de riesgos laborales se integre en la planificación de los trabajos de la obra. Debe disponer los medios para facilitar al contratista y a las empresas (subcontratistas) y trabajadores autónomos de él dependientes la gestión preventiva de la obra.
- Contratar al técnico redactor del Estudio de Seguridad y Salud y al Coordinador en obra y en proyecto si fuera necesario.
- Facilitar la documentación e información previa necesaria para la redacción del proyecto, así como autorizar al director de obra las posteriores modificaciones del mismo.
- Gestionar y obtener las preceptivas licencias y autorizaciones administrativas, así como suscribir el acta de recepción de la obra.
- Suscribir los seguros o garantías financieras equivalentes exigidos por la Ley de Ordenación de la Edificación.
- Facilitar el Libro del Edificio a los usuarios finales. Dicho Libro incluirá la documentación reflejada en la Ley de Ordenación de la Edificación, el Código Técnico de la Edificación, el certificado de eficiencia energética del edificio y los aquellos otros contenidos exigidos por la normativa.
- Incluir en proyecto un estudio de gestión de residuos de

construcción y demolición. En obras de demolición, rehabilitación, reparación o reforma, hacer un inventario de los residuos peligrosos que se generarán, que deberá incluirse en el estudio de gestión, así como prever su retirada selectiva y asegurar su envío a gestores autorizados de residuos peligrosos.

- Disponer de la documentación que acredite que los residuos de construcción y demolición han sido debidamente gestionados según legislación.
- En su caso constituir la fianza o garantía financiera equivalente que asegure el cumplimiento de los requisitos establecidos en relación con los residuos de construcción y demolición de la obra.
- En promociones de vivienda, en caso de percibir cantidades anticipadas, se habrán de cumplir las condiciones impuestas por la Ley de Ordenación de la Edificación en su disposición adicional primera.

1.2.1.2 CONTRATISTA

Contratista: es la persona física o jurídica, que tiene el compromiso de ejecutar las obras con medios humanos y materiales suficientes, propios o ajenos, dentro del plazo acordado y con sujeción estricta al proyecto técnico que las define, al contrato firmado con el promotor, a las especificaciones realizadas por la Dirección Facultativa y a la legislación aplicable.

Tendrá la consideración de poseedor de residuos de construcción y demolición a los efectos de lo dispuesto en el RD 105/2008.

Son obligaciones del contratista:

- La ejecución de las obras alcanzando la calidad exigida en el proyecto cumpliendo con los plazos establecidos en el contrato.
- Tener la capacitación profesional para el cumplimiento de su cometido como constructor.
- Designar al jefe de obra que asumirá la representación técnica del constructor en la obra, tendrá la capacitación adecuada de acuerdo con las características y la complejidad de la obra y permanecerá en la obra a lo largo de toda la jornada legal de trabajo hasta la recepción de la obra. El jefe de obra deberá cumplir las indicaciones de la Dirección Facultativa y firmar en el libro de órdenes, así como cerciorarse de la correcta instalación de los medios auxiliares, comprobar replanteos y realizar otras operaciones técnicas.
- Asignar a la obra los medios humanos y materiales que su importancia requiera.
- Formalizar las subcontrataciones de determinadas partes

- o instalaciones de la obra dentro de los límites establecidos en el contrato.
- Firmar el acta de replanteo y el acta de recepción de la obra.
- Facilitar al director de obra los datos necesarios para la elaboración de la documentación de la obra ejecutada.
- Suscribir las garantías previstas en el presente pliego y en la normativa vigente.
- Redactar el Plan de Seguridad y Salud.
- Designar al recurso preventivo de Seguridad y Salud en la obra entre su personal técnico cualificado con presencia permanente en la obra y velar por el estricto cumplimiento de las medidas de seguridad y salud precisas según normativa vigente y el plan de seguridad y salud.
- Vigilar el cumplimiento de la Ley 32/2006 por las empresas subcontratistas y trabajadores autónomos con que contraten; en particular, en lo que se refiere a las obligaciones de acreditación e inscripción en el Registro de Empresas Acreditadas, contar con el porcentaje de trabajadores contratados con carácter indefinido aspectos regulados en el artículo 4 de dicha Ley y al régimen de la subcontratación que se regula en el artículo 5.
- Informar a los representantes de los trabajadores de las empresas que intervengan en la ejecución de la obra de las contrataciones y subcontrataciones que se hagan en la misma.
- Estará obligado a presentar al promotor un plan que refleje cómo llevará a cabo las obligaciones que le incumban en relación con los residuos de construcción y demolición que se vayan a producir en la obra.
- Cuando no proceda a gestionar por sí mismo los residuos de construcción y demolición estará obligado a entregarlos a un gestor de residuos o a participar en un acuerdo voluntario o convenio de colaboración para su gestión.
- Estará obligado a mantener los residuos de construcción y demolición en condiciones adecuadas de higiene y seguridad, así como a evitar la mezcla de fracciones ya seleccionadas que impida o dificulte su posterior valorización o eliminación.

PLAZO DE EJECUCIÓN Y PRÓRROGAS

En caso de que las obras no se pudieran iniciar o terminar en el plazo previsto como consecuencia de una causa mayor o por razones ajenas al Contratista, se le otorgará una prórroga previo informe favorable de la Dirección Facultativa. El Contratista explicará la causa que impide la ejecución de los trabajos en los plazos señalados, razonándolo por escrito.

La prórroga solo podrá solicitarse en un plazo máximo de un mes a partir del día en que se originó la causa de esta, indicando su duración prevista y antes de que la contrata pierda vigencia. En cualquier caso, el tiempo prorrogado se ajustará al perdido y el Contratista perderá el derecho de prórroga si no la solicita en el tiempo establecido.

MEDIOS HUMANOS Y MATERIALES EN OBRA

Cada una de las partidas que compongan la obra se ejecutarán con personal adecuado al tipo de trabajo de que se trate, con capacitación suficientemente probada para la labor a desarrollar. La Dirección Facultativa, tendrá la potestad facultativa para decidir sobre la adecuación del personal al trabajo a realizar.

El Contratista proporcionará un mínimo de dos muestras de los materiales que van a ser empleados en la obra con sus certificados y sellos de garantía en vigor presentados por el fabricante, para que sean examinadas y aprobadas por la Dirección Facultativa, antes de su puesta en obra. Los materiales que no reúnan las condiciones exigidas serán retirados de la obra. Aquellos materiales que requieran de marcado CE irán acompañados de la declaración de prestaciones que será facilitada al director de ejecución material de la obra en el formato (digital o papel) que éste disponga al comienzo de la obra.

Las pruebas y ensayos, análisis y extracción de muestras de obra que se realicen para cerciorarse de que los materiales y unidades de obra se encuentran en buenas condiciones y están sujetas al Pliego, serán efectuadas cuando se estimen necesarias por parte de la Dirección Facultativa y en cualquier caso se podrá exigir las garantías de los proveedores.

El transporte, descarga, acopio y manipulación de los materiales será responsabilidad del Contratista.

INSTALACIONES Y MEDIOS AUXILIARES

El proyecto, consecución de permisos, construcción o instalación, conservación, mantenimiento, desmontaje, demolición y retirada de las instalaciones, obras o medios auxiliares de obra necesarias y suficientes para la ejecución de la misma, serán obligación del Contratista y correrán a cargo del mismo. De igual manera, será responsabilidad del contratista, cualquier avería o accidente personal que pudiera ocurrir en la obra por insuficiencia o mal estado de estos medios o instalaciones.

El Contratista instalará una oficina dotada del mobiliario suficiente, donde la Dirección Facultativa podrá consultar la documentación de la obra y en la que se guardará una copia completa del proyecto, visada por el Colegio Oficial en el caso de ser necesario, el libro de órdenes, libro de incidencias según RD 1627/97, libro de visitas de la inspección de trabajo, copia de la licencia de obras y copia del plan de seguridad y salud.

SUBCONTRATAS

Subcontratista es la persona física o jurídica que asume contractualmente ante el contratista u otro subcontratista comitente el compromiso de realizar determinadas partes o unidades de obra.

El Contratista podrá subcontratar capítulos o unidades de obra, bajo su responsabilidad, previo consentimiento del Promotor y la Dirección Facultativa, asumiendo en cualquier caso el contratista las actuaciones de las subcontratas.

Será obligación de los subcontratistas vigilar el cumplimiento de la Ley 32/2006 por las empresas subcontratistas y trabajadores autónomos con que contraten; en particular, en lo que se refiere a las obligaciones de acreditación e inscripción en el Registro de Empresas Acreditadas, contar con el porcentaje de trabajadores contratados con carácter indefinido aspectos regulados en el artículo 4 de dicha Ley y al régimen de la subcontratación que se regula en el artículo 5.

Tendrán la consideración de poseedores de residuos de construcción y demolición a los efectos de lo dispuesto en el RD 105/2008.

RELACIÓN CON LOS AGENTES INTERVINIENTES EN LA OBRA

El orden de ejecución de la obra será determinado por el Contratista, excepto cuando la dirección facultativa crea conveniente una modificación de los mismos por razones técnicas en cuyo caso serán modificados sin contraprestación alguna.

El contratista estará a lo dispuesto por parte de la dirección de la obra y cumplirá sus indicaciones en todo momento, no cabiendo reclamación alguna, en cualquier caso, el contratista puede manifestar por escrito su disconformidad y la dirección firmará el acuse de recibo de la notificación.

En aquellos casos en que el contratista no se encuentre conforme con decisiones económicas adoptadas por la dirección de la obra, este lo pondrá en conocimiento de la propiedad por escrito, haciendo llegar copia de la misma a la Dirección Facultativa.

DEFECTOS DE OBRA Y VICIOS OCULTOS

El Contratista será responsable hasta la recepción de la obra de los posibles defectos o desperfectos ocasionados durante la misma.

En caso de que la Dirección Facultativa, durante las obras o una vez finalizadas, observara vicios o defectos en trabajos realizados, materiales empleados o aparatos que no cumplan con las condiciones exigidas, tendrá el derecho de mandar que las partes afectadas sean demolidas y reconstruidas de acuerdo con lo contratado, antes de la recepción de la obra y a costa de la contrata.

De igual manera, los desperfectos ocasionados en fincas colindantes, vía pública o a terceros por el Contratista o subcontrata del mismo, serán reparados a cuenta de éste, dejándolas en el estado que

estaban antes del inicio de las obras.

MODIFICACIONES EN LAS UNIDADES DE OBRA

Las unidades de obra no podrán ser modificadas respecto a proyecto a menos que la Dirección Facultativa así lo disponga por escrito.

En caso de que el Contratista realizase cualquier modificación beneficiosa (materiales de mayor calidad o tamaño), sin previa autorización de la Dirección Facultativa y del Promotor, sólo tendrá derecho al abono correspondiente a lo que hubiese construido de acuerdo con lo proyectado y contratado.

En caso de producirse modificaciones realizadas de manera unilateral por el Contratista que menoscaben la calidad de lo dispuesto en proyecto, quedará a juicio de la Dirección Facultativa la demolición y reconstrucción o la fijación de nuevos precios para dichas partidas.

Previamente a la ejecución o empleo de los nuevos materiales, convendrán por escrito el importe de las modificaciones y la variación que supone respecto al contratado.

Toda modificación en las unidades de obra será anotada en el libro de órdenes, así como su autorización por la Dirección Facultativa y posterior comprobación.

1.2.1.3 DIRECCIÓN FACULTATIVA

PROYECTISTA

Es el encargado por el promotor para redactar el proyecto de ejecución de la obra con sujeción a la normativa vigente y a lo establecido en contrato.

Será encargado de realizar las copias de proyecto necesarias y, en caso necesario, visarlas en el colegio profesional correspondiente.

Cuando el proyecto se desarrolle o complete mediante proyectos parciales o documentos técnicos, cada proyectista asumirá la titularidad de su proyecto.

El proyectista suscribirá el certificado de eficiencia energética del proyecto a menos que exista un proyecto parcial de instalaciones térmicas, en cuyo caso el certificado lo suscribirá el autor de este proyecto parcial.

DIRECTOR DE LA OBRA

Forma parte de la Dirección Facultativa, dirige el desarrollo de la obra en aspectos técnicos, estéticos, urbanísticos y medioambientales, de conformidad con el proyecto, la licencia de edificación y demás autorizaciones preceptivas y las condiciones del contrato, con el objeto de asegurar su adecuación al fin propuesto.

Son obligaciones del director de obra:

- Verificar el replanteo y la adecuación de la cimentación y de la estructura proyectada a las características geotécnicas del terreno.
- Resolver las contingencias que se produzcan en la obra y consignar en el Libro de Órdenes y Asistencias las instrucciones precisas para la correcta interpretación del proyecto.
- Elaborar modificaciones del proyecto, que vengan exigidas por la marcha de la obra.
- Suscribir el acta de replanteo o de comienzo de obra y el certificado final de obra, así como conformar las certificaciones de las unidades de obra ejecutadas.
- Elaborar y suscribir la documentación de la obra ejecutada para entregarla al promotor, con los visados que en su caso fueran preceptivos.
- Suscribir el certificado de eficiencia energética del edificio terminado.

DIRECTOR DE LA EJECUCIÓN DE LA OBRA

Forma parte de la dirección facultativa, asume la función técnica de dirigir la ejecución material de la obra y de controlar cualitativa y cuantitativamente la construcción y la calidad de lo edificado.

Son obligaciones del director de la ejecución de la obra:

- Verificar la recepción en obra de los productos de construcción, ordenando la realización de ensayos y pruebas precisas.
- Dirigir la ejecución material de la obra comprobando los replanteos, los materiales, la correcta ejecución y disposición de los elementos constructivos y de las instalaciones, de acuerdo con el proyecto y con las instrucciones del director de obra.
- Consignar en el Libro de Órdenes y Asistencias las instrucciones precisas.
- Suscribir el acta de replanteo o de comienzo de obra y el certificado final de obra, así como elaborar y suscribir las certificaciones de las unidades de obra ejecutadas.
- Colaborar con los restantes agentes en la elaboración de la documentación de la obra ejecutada, aportando los resultados del control realizado.
- Suscribir el certificado de eficiencia energética del edificio terminado.

1.2.2 DOCUMENTACIÓN DE LA OBRA

En obra se conservará una copia íntegra y actualizada del proyecto para la ejecución de la obra incorporando el estudio de gestión

de residuos de construcción y demolición. Todo ello estará a disposición de todos los agentes intervinientes en la obra.

Tanto las dudas que pueda ofrecer el proyecto al contratista como los documentos con especificaciones incompletas se pondrán en conocimiento de la Dirección Facultativa tan pronto como fueran detectados con el fin de estudiar y solucionar el problema. No se procederá a realizar esa parte de la obra, sin previa autorización de la Dirección Facultativa.

La existencia de contradicciones entre los documentos integrantes de proyecto o entre proyectos complementarios dentro de la obra se salvará atendiendo al criterio que establezca el Director de Obra no existiendo prelación alguna entre los diferentes documentos del proyecto.

La ampliación del proyecto de manera significativa por cualquiera de las razones: nuevos requerimientos del promotor, necesidades de obra o imprevistos, contará con la aprobación del director de obra que confeccionará la documentación y del Promotor que realizará la tramitación administrativa que dichas modificaciones requieran, así como la difusión a todos los agentes implicados.

Una vez finalizada la obra, el proyecto, con la incorporación en su caso de las modificaciones debidamente aprobadas, será facilitado al promotor por el director de obra para la formalización de los correspondientes trámites administrativos.

A dicha documentación adjuntará el Promotor el acta de recepción, la relación identificativa de los agentes que han intervenido durante el proceso de edificación, las instrucciones de uso y mantenimiento del edificio y sus instalaciones, de conformidad con la normativa que le sea de aplicación y aquellos datos requeridos según normativa para conformar el Libro del Edificio que será entregado a los usuarios finales del edificio.

Una vez finalizada la obra, la "documentación del seguimiento de la obra" y la "documentación del seguimiento del control de la obra", según contenidos especificados en el Anexo II de la Parte I del Código Técnico de la Edificación, serán depositadas por el Director de la Obra y por el Director de Ejecución Material de la Obra respectivamente, en el Colegio Profesional correspondiente o, en su caso, en la Administración Pública competente, que aseguren su conservación y se comprometan a emitir certificaciones de su contenido a quienes acrediten un interés legítimo.

1.2.3 REPLANTEO Y ACTA DE REPLANTEO

El Contratista estará obligado a comunicar por escrito el inicio de las obras a la Dirección Facultativa como mínimo tres días antes de su inicio.

El replanteo será realizado por el Constructor siguiendo las indicaciones de alineación y niveles especificados en los planos y comprobado por la Dirección Facultativa. No se comenzarán las obras si no hay conformidad del replanteo por parte de la Dirección Facultativa.

Todos los medios materiales, personal técnico especializado y

mano de obra necesarios para realizar el replanteo, que dispondrán de la cualificación adecuada, serán proporcionadas por el Contratista a su cuenta.

Se utilizarán hitos permanentes para materializar los puntos básicos de replanteo, y dispositivos fijos adecuados para las señales niveladas de referencia principal.

Los puntos movidos o eliminados serán sustituidos a cuenta del Contratista, responsable de conservación mientras el contrato esté en vigor y será comunicado por escrito a la Dirección Facultativa, quien realizará una comprobación de los puntos repuestos.

El Acta de comprobación de Replanteo que se suscribirá por parte de la Dirección Facultativa y de la Contrata, contendrá, la conformidad o disconformidad del replanteo en comparación con los documentos contractuales del Proyecto, las referencias a las características geométricas de la obra y autorización para la ocupación del terreno necesario y las posibles omisiones, errores o contradicciones observadas en los documentos contractuales del Proyecto, así como todas las especificaciones que se consideren oportunas.

El Contratista asistirá a la Comprobación del Replanteo realizada por la Dirección, facilitando las condiciones y todos los medios auxiliares técnicos y humanos para la realización del mismo y responderá a la ayuda solicitada por la Dirección.

Se entregará una copia del Acta de Comprobación de Replanteo al Contratista, donde se anotarán los datos, cotas y puntos fijados en un anexo del mismo.

1.2.4 LIBRO DE ÓRDENES

El Director de Obra dispondrá al comienzo de la obra un libro de Órdenes, Asistencias e Incidencias que se mantendrá permanente en obra a disposición de la Dirección Facultativa.

En el libro se anotarán:

- Las contingencias que se produzcan en la obra y las instrucciones de la Dirección Facultativa para la correcta interpretación del proyecto.
- Las operaciones administrativas relativas a la ejecución y la regulación del contrato.
- Las fechas de aprobación de muestras de materiales y de precios nuevos o contradictorios.
- Anotaciones sobre la calidad de los materiales, cálculo de precios, duración de los trabajos, personal empleado...
- Las hojas del libro serán foliadas por triplicado quedando la original en poder del Director de Obra, copia para el Director de la Ejecución y la tercera para el contratista.
- La Dirección facultativa y el Contratista, deberán firmar al pie de cada orden constatando con dicha firma que se dan por enterados de lo dispuesto en el Libro.

1.2.5 RECEPCIÓN DE LA OBRA

La recepción de la obra es el acto por el cual, el constructor, una vez concluida ésta, hace entrega de la misma al promotor y es aceptada por éste. Podrá realizarse con o sin reservas y deberá abarcar la totalidad de la obra o fases completas y terminadas de la misma.

La recepción deberá realizarse dentro de los 30 días siguientes a la notificación al promotor del certificado final de obra emitido por la Dirección Facultativa y consignarse en un acta firmada, al menos, por el promotor y el constructor, y en la misma se hará constar: las partes que intervienen, la fecha del certificado final de la obra, el coste final de la ejecución material de la obra, la declaración de recepción de la obra con o sin reservas, especificando, en su caso, éstas de manera objetiva y el plazo en que deberán quedar subsanados los defectos observados y las garantías que en su caso se exijan al constructor para asegurar sus responsabilidades.

Una vez subsanados los defectos, se hará constar en un acta aparte, suscrita por los firmantes de la recepción.

Asimismo, se adjuntará el certificado final de obra suscrito por el director de obra y el director de la ejecución de la obra.

El promotor podrá rechazar la recepción de la obra por considerar que la misma no está terminada o que no se adecua a las condiciones contractuales. El rechazo deberá ser motivado por escrito en el acta, en la que se fijará el nuevo plazo para efectuar la recepción.

La recepción se entenderá tácitamente producida si transcurridos los 30 días el promotor no hubiera puesto de manifiesto reservas o rechazo motivado por escrito.

El cómputo de los plazos de responsabilidad y garantía establecidos se iniciará a partir de la fecha en que se suscriba el acta de recepción, o cuando se entienda ésta tácitamente producida según lo previsto en el apartado anterior.

El Contratista deberá dejar el edificio desocupado y limpio en la fecha fijada por la Dirección Facultativa, una vez que se hayan terminado las obras.

El Propietario podrá ocupar parcialmente la obra, en caso de que se produzca un retraso excesivo de la Recepción imputable al Contratista, sin que por ello le exima de su obligación de finalizar los trabajos pendientes, ni significar la aceptación de la Recepción.

1.3 CONDICIONES ECONÓMICAS

El Contratista debe percibir el importe de todos los trabajos ejecutados, cuando hayan sido realizados de acuerdo con el Proyecto, al contrato firmado con el promotor, a las especificaciones realizadas por la Dirección y a las Condiciones generales y particulares del pliego de condiciones.

1.3.1 FIANZAS Y SEGUROS

A la firma del contrato, el Contratista presentara las fianzas y seguros obligados a presentar por Ley, así mismo, en el contrato suscrito entre Contratista y Promotor se podrá exigir todas las garantías que se consideren necesarias para asegurar la buena ejecución y finalización de la obra en los términos establecidos en el contrato y en el proyecto de ejecución.

El Contratista está obligado a asegurar la obra contratada mientras dure el plazo de ejecución, hasta su recepción.

1.3.2 PLAZO DE EJECUCIÓN Y SANCIÓN POR RETRASO

Si la obra no está terminada para la fecha prevista, el Propietario podrá disminuir las cuantías establecidas en el contrato, de las liquidaciones, fianzas o similares.

La indemnización por retraso en la terminación de las obras se establecerá por cada día natural de retraso desde el día fijado para su terminación en el calendario de obra o en el contrato. El importe resultante será descontado con cargo a las certificaciones o a la fianza.

El Contratista no podrá suspender los trabajos o realizarlos a ritmo inferior que lo establecido en el Proyecto, alegando un retraso de los pagos.

1.3.3 PRECIOS

PRECIOS CONTRADICTORIOS

Los precios contradictorios se originan como consecuencia de la introducción de unidades o cambios de calidad no previstas en el Proyecto por iniciativa del Promotor o la Dirección Facultativa. El Contratista está obligado a presentar propuesta económica para la realización de dichas modificaciones y a ejecutarlo en caso de haber acuerdo.

El Contratista establecerá los descompuestos, que deberán ser presentados y aprobados por la Dirección Facultativa y el Promotor antes de comenzar a ejecutar las unidades de obra correspondientes.

Se levantarán actas firmadas de los precios contradictorios por triplicado firmadas por la Dirección Facultativa, el Contratista y el Propietario.

En caso de ejecutar partidas fuera de presupuesto sin la aprobación previa especificada en los párrafos anteriores, será la Dirección Facultativa la que determine el precio justo a abonar al

contratista.

PROYECTOS ADJUDICADOS POR SUBASTA O CONCURSO

Los precios del presupuesto del proyecto serán la base para la valoración de las obras que hayan sido adjudicadas por subasta o concurso. A la valoración resultante, se le añadirá el porcentaje necesario para la obtención del precio de contrata, y posteriormente, se restará el precio correspondiente a la baja de subasta o remate.

REVISIÓN DE PRECIOS

No se admitirán revisiones de los precios contratados, excepto obras extremadamente largas o que se ejecuten en épocas de inestabilidad con grandes variaciones de los precios en el mercado, tanto al alza como a la baja y en cualquier caso, dichas modificaciones han de ser consensuadas y aprobadas por Contratista, Dirección Facultativa y Promotor.

En caso de aumento de precios, el Contratista solicitará la revisión de precios a la Dirección Facultativa y al Promotor, quienes caso de aceptar la subida convendrán un nuevo precio unitario, antes de iniciar o continuar la ejecución de las obras. Se justificará la causa del aumento, y se especificará la fecha de la subida para tenerla en cuenta en el acopio de materiales en obra.

En caso de bajada de precios, se convendrá el nuevo precio unitario de acuerdo entre las partes y se especificará la fecha en que empiecen a regir.

1.3.4 MEDICIONES Y VALORACIONES

El Contratista de acuerdo con la Dirección Facultativa deberá medir las unidades de obra ejecutadas y aplicar los precios establecidos en el contrato entre las partes, levantando actas correspondientes a las mediciones parciales y finales de la obra, realizadas y firmadas por la Dirección Facultativa y el Contratista.

Todos los trabajos y unidades de obra que vayan a quedar ocultos en el edificio una vez que se haya terminado, el Contratista pondrá en conocimiento de la Dirección Facultativa con antelación suficiente para poder medir y tomar datos necesarios, de otro modo, se aplicarán los criterios de medición que establezca la Dirección Facultativa.

Las valoraciones de las unidades de obra, incluidos materiales accesorios y trabajos necesarios se calculan multiplicando el número de unidades de obra por el precio unitario (incluidos gastos de transporte, indemnizaciones o pagos, impuestos fiscales y todo tipo de cargas sociales).

El Contratista entregará una relación valorada de las obras ejecutadas en los plazos previstos, a origen, a la Dirección Facultativa, en cada una de las fechas establecidas en el contrato realizado entre Promotor y Contratista.

La medición y valoración realizadas por el Contratista deberán ser aprobadas por la Dirección Facultativa, o por el contrario ésta deberá efectuar las observaciones convenientes de acuerdo con las mediciones y anotaciones tomadas en obra. Una vez que se hayan corregido dichas observaciones, la Dirección Facultativa dará su certificación firmada al Contratista y al Promotor.

El Contratista podrá oponerse a la resolución adoptada por la Dirección Facultativa ante el Promotor, previa comunicación a la Dirección Facultativa. La certificación será inapelable en caso de que, transcurridos 10 días, u otro plazo pactado entre las partes, desde su envío, la Dirección Facultativa no recibe ninguna notificación, que significará la conformidad del Contratista con la resolución.

UNIDADES POR ADMINISTRACIÓN

La liquidación de los trabajos se realizará en base a la siguiente documentación presentada por el Constructor: facturas originales de los materiales adquiridos y documento que justifique su empleo en obra, nóminas de los jornales abonados indicando número de horas trabajadas por cada operario en cada oficio y de acuerdo con la legislación vigente, facturas originales de transporte de materiales a obra o retirada de escombros, recibos de licencias, impuestos y otras cargas correspondientes a la obra.

Las obras o partes de obra realizadas por administración deberán ser autorizadas por el Promotor y la Dirección Facultativa, indicando los controles y normas que deben cumplir.

El Contratista estará obligado a redactar un parte diario de jornales y materiales que se someterán a control y aceptación de la Dirección Facultativa, en obras o partidas de la misma contratadas por administración.

ABONO DE ENSAYOS Y PRUEBAS

Los gastos de los análisis y ensayos ordenados por la Dirección Facultativa serán a cuenta del Contratista cuando el importe máximo corresponde al 1% del presupuesto de la obra contratada, y del Promotor el importe que supere este porcentaje.

1.3.5 CERTIFICACIÓN Y ABONO

Las obras se abonarán a los precios de ejecución material establecidos en el presupuesto contratado para cada unidad de obra, tanto en las certificaciones como en la liquidación final.

Las partidas alzadas una vez ejecutadas, se medirán en unidades de obra y se abonarán a la contrata. Si los precios de una o más unidades de obra no están establecidos en los precios, se considerarán como si fuesen contradictorios.

Las obras no terminadas o incompletas no se abonarán o se abonarán en la parte en que se encuentren ejecutadas, según el criterio establecido por la Dirección Facultativa.

Las unidades de obra sin acabar, fuera del orden lógico de la obra o que puedan sufrir deterioros, no serán calificadas como certificables hasta que la Dirección Facultativa no lo considere oportuno.

Las certificaciones se remitirán al Propietario, con carácter de documento y entregas a buena cuenta, sin que supongan aprobación o recepción en obra, sujetos a rectificaciones y variaciones derivadas de la liquidación final.

El Promotor deberá realizar los pagos al Contratista o persona autorizada por el mismo, en los plazos previstos y su importe será el correspondiente a las especificaciones de los trabajos expedidos por la Dirección Facultativa.

Se podrán aplicar fórmulas de depreciación en aquellas unidades de obra, que, tras realizar los ensayos de control de calidad correspondientes, su valor se encuentre por encima del límite de rechazo, muy próximo al límite mínimo exigido, aunque no llegue a alcanzarlo, pero que obtenga la calificación de aceptable. Las medidas adoptadas no implicarán la pérdida de funcionalidad, seguridad o que no puedan ser subsanadas posteriormente, en las unidades de obra afectadas, según el criterio de la Dirección Facultativa.

1.4 CONDICIONES LEGALES

1.4.1 NORMATIVA DE APLICACIÓN

Tanto la Contrata como a Propiedad, asumen someterse al arbitrio de los tribunales con jurisdicción en el lugar de la obra.

Es obligación de la contrata, así como del resto de agentes intervinientes en la obra el conocimiento del presente pliego y el cumplimiento de todos sus puntos.

El contratista será el responsable a todos los efectos de las labores de policía de la obra y del solar hasta la recepción de la misma, solicitará los preceptivos permisos y licencias necesarias y vallará el solar cumpliendo con las ordenanzas o consideraciones municipales. Todas las labores citadas serán a su cargo exclusivamente.

Podrán ser causas suficientes para la rescisión de contrato las que a continuación se detallan:

- Muerte o incapacidad del Contratista.
- La quiebra del Contratista.
- Modificaciones sustanciales del Proyecto que conlleven la variación en un 50 % del presupuesto contratado.
- No iniciar la obra en el mes siguiente a la fecha convenida.
- Suspender o abandonar la ejecución de la obra de forma injustificada por un plazo superior a dos meses.
- No concluir la obra en los plazos establecidos o aprobados.
- Incumplimiento de las condiciones de contrato, proyecto en ejecución o determinaciones establecidas por parte de la Dirección Facultativa.
- Incumplimiento de la normativa vigente de Seguridad y Salud en el trabajo.

Durante la totalidad de la obra se estará a lo dispuesto en la normativa vigente, especialmente la de obligado cumplimiento entre las que cabe destacar:

NORMAS GENERAL del SECTOR

Decreto 462/1971. Normas sobre redacción de proyectos y dirección de obras de edificación

Ley 38/1999. Ley de Ordenación de la Edificación. LOE.

Real Decreto 314/2006 de 17 de Marzo por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.

Real Decreto 1371/2007 de 19 de Octubre por el que se aprueba el Documento Básico de Protección contra el Ruido DB-HR del Código Técnico de la Edificación.

Real Decreto 105/2008 por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.

Real Decreto 235/2013 por el que se aprueba el procedimiento básico para la certificación de la eficiencia energética de los edificios.

ESTRUCTURALES

Real Decreto 997/2002. Norma de construcción sismorresistente NCSR-02.

Real Decreto 1247/2008. Instrucción de hormigón estructural EHE-08.

Real Decreto 751/2011. Instrucción de Acero Estructural EAE.

MATERIALES

Orden 1974 de 28 de julio Pliego de prescripciones técnicas generales para tuberías de abastecimiento de agua.

Orden 1986 de 15 de septiembre Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Tuberías de Saneamiento de Poblaciones.

Reglamento 305/2011 del Parlamento Europeo y del Consejo por el que se establecen condiciones armonizadas para la comercialización de productos de construcción y se deroga la Directiva 89/106/CEE.

Real Decreto 842/2013 clasificación de los productos de construcción y de los elementos constructivos en función de sus propiedades de reacción y de resistencia frente al fuego.

Reglamento Delegado (UE) 2016/364, relativo a la clasificación de las propiedades de reacción al fuego de los productos de construcción de conformidad con el Reglamento (UE) nº 305/2011.

Real Decreto 256/2016, de 10 de junio, por el que se aprueba la Instrucción para la recepción de cementos (RC-16).

SEGURIDAD y SALUD

Ley 31/1995 Prevención de riesgos laborales

Real Decreto 1627/1997 Disposiciones mínimas de seguridad y salud en obras de construcción

Real Decreto 39/1997 Reglamento de los Servicios de Prevención de Riesgos Laborales.

Real Decreto 485/1997 Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.

Real Decreto 486/1997 Establece las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.

Real Decreto 487/1997 Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores.

Real Decreto 488/1997 Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas al trabajo con equipos que incluyen pantallas de visualización.

Real Decreto 665/1997 Protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo.

Real Decreto 664/1997 Protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo.

Real Decreto 773/1997 Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de los EPI.

Real Decreto 1215/1997 Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización de los trabajadores de los equipos de trabajo.

Real Decreto 614/2001 Disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.

Real Decreto 374/2001 Protección de la Salud y Seguridad de los Trabajadores contra los Riesgos relacionados con los Agentes Químicos durante el Trabajo.

Ley 54/2003 Reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales.

Real Decreto 171/2004 Desarrolla L.P.R.L. en materia de coordinación de actividades empresariales.

Real Decreto 2177/2004 Modifica R.D. 1215/1997 que establece disposiciones mínimas de seguridad y salud para el uso de equipos en trabajos temporales de altura.

Real Decreto 1311/2005, protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los riesgos derivados o que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas.

Real Decreto 286/2006, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.

Real Decreto 396/2006, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud aplicables a los trabajos con riesgo de exposición al amianto.

Real Decreto 604/2006, que modifica el Real Decreto 39/1997 y el Real Decreto 1627/1997 antes mencionados.

Ley 32/2006, reguladora de la subcontratación en el sector de la construcción y Real Decreto 1109/2007 que la desarrolla.

Real Decreto 1644/2008, de 10 de octubre, por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas.

Resolución de 21 de septiembre de 2017, de la Dirección General de Empleo, por la que se registra y publica el VI Convenio colectivo general del sector de la construcción 2017-2021.

ADMINISTRATIVAS

Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público, por la que se transponen al ordenamiento jurídico español las Directivas del Parlamento Europeo y del Consejo 2014/23/UE y 2014/24/UE, de 26

de febrero de 2014.

En todas las normas citadas anteriormente que con posterioridad a su publicación y entrada en vigor hayan sufrido modificaciones, corrección de errores o actualizaciones se quedará a lo dispuesto en estas últimas.

1.4.2 PRELACIÓN DE DOCUMENTOS

A menos que el contrato de obra establezca otra cosa, el orden de prelación entre los distintos documentos del proyecto para casos de contradicciones, dudas o discrepancias entre ellos, será el siguiente:

- 1 - Presupuesto y, dentro de este, en primer lugar, las definiciones y descripciones de texto de las partidas, en segundo lugar, los descompuestos de las partidas y finalmente el detalle de mediciones.
- 2 - Planos.
- 3 - Pliego de Condiciones.
- 4 - Memoria.

2. CONDICIONES TÉCNICAS DE LOS MATERIALES, DE LA EJECUCIÓN Y DE LAS VERIFICACIONES

Se describen en este apartado las *CONDICIONES TÉCNICAS PARTICULARES* incluyendo los siguientes aspectos:

PRESCRIPCIONES SOBRE LOS MATERIALES

Características técnicas mínimas que deben reunir los productos, equipos y sistemas que se incorporen a la obra, así como sus condiciones de suministro, recepción y conservación, almacenamiento y manipulación, las garantías de calidad y el control de recepción que deba realizarse incluyendo el muestreo del producto, los ensayos a realizar, los criterios de aceptación y rechazo, y las acciones a adoptar y los criterios de uso, conservación y mantenimiento.

PRESCRIPCIONES EN CUANTO A LA EJECUCIÓN POR UNIDADES DE OBRA

Características técnicas de cada unidad de obra indicando su proceso de ejecución, normas de aplicación, condiciones previas que han de cumplirse antes de su realización, tolerancias admisibles, condiciones de terminación, conservación y mantenimiento, control de ejecución, ensayos y pruebas, garantías de calidad, criterios de aceptación y rechazo, criterios de medición y valoración de unidades, etc.

Las medidas para asegurar la compatibilidad entre los diferentes productos, elementos y sistemas constructivos.

PRESCRIPCIONES SOBRE VERIFICACIONES EN EL EDIFICIO TERMINADO

Las verificaciones y pruebas de servicio que deben realizarse para comprobar las prestaciones finales del edificio.

2.1 ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO

Engloba todas las operaciones necesarias para que el terreno adquiera las cotas y superficies definidas en el proyecto. Dichas actividades son excavación en vaciado, excavación de pozos y zanjas para albergar los elementos de cimentación e instalaciones, explanación y estabilización de taludes.

EXCAVACIÓN EN VACIADO

Descripción

Excavación a cielo abierto o cubierto, realizada con medios manuales y/o mecánicos, para rebajar el nivel del terreno. Dentro de estas tareas se encuentran las destinadas a nivelar el terreno con el fin de obtener las pendientes, dimensiones y alineaciones definidas en proyecto.

Puesta en obra

El vaciado se hará por franjas horizontales de altura máxima 3 m. En los bordes con elementos estructurales de contención y/o medianerías, la máquina

no trabajará en dirección perpendicular a ellos. Si se excava por bataches, éstos se harán de forma alterna.

El contratista extremará las precauciones durante los trabajos de vaciado al objeto de que no disminuya la resistencia del terreno no excavado, se asegure la estabilidad de taludes y se eviten deslizamientos y desprendimientos, que pudieran provocar daños materiales o personales. Deberá evitar también erosiones locales y encharcamientos debido a un drenaje defectuoso. También se han de proteger los elementos de Servicio Público que pudieran ser afectados por la excavación.

Cuando al excavar se encuentre cualquier anomalía no prevista (instalaciones, rocas...) o construcciones que traspasen los límites del vaciado se comunicará a la Dirección Facultativa antes de continuar con la excavación.

Los trabajos se realizarán con medios manuales y/o mecánicos apropiados para las características, volumen y plazo de ejecución de las obras, contando siempre con la aprobación de la dirección facultativa previa.

Control y criterios de aceptación y rechazo

Se comprobarán cotas de fondo y de replanteo, bordes de la excavación, zona de protección de elementos estructurales y pendiente de taludes rechazando las irregularidades que excedan de las tolerancias admitidas por la dirección facultativa que deberán ser corregidas por el contratista.

Las tolerancias máximas admitidas serán:

- replanteo: 2,5 por mil y variaciones de +-10 cm.
- ángulo de talud: +2%

Criterios de medición y valoración

En caso de que en el presupuesto del proyecto o el contrato de obra no se especifiquen otros criterios, se adoptarán las siguientes pautas de medición y valoración:

La medición se calculará según levantamiento topográfico de los perfiles transversales de excavación necesarios ordenados por la Dirección Facultativa de las obras.

RELLENOS

Descripción

Consiste en la extensión y compactación de suelos procedentes de excavaciones o de cantera para relleno de zanjas, pozos, trasdós de obras de fábrica o zonas de relleno para recrecer su rasante y alcanzar la cota indicada en proyecto.

Puesta en obra

Si en el terreno en el que ha de asentarse el relleno existen corrientes de agua superficial o subterránea será necesario desviarlas lo suficientemente alejadas del área donde se vaya a realizar el relleno antes de comenzar la ejecución.

Las aportaciones de material de relleno se realizarán en tongadas de 20 cm. máximo, con un espesor de las mismas lo más homogéneo posible y cuidando de evitar terrones mayores de 9 cm. El contenido en materia orgánica del material de relleno será inferior al 2%. La densidad de compactación será la dispuesta en los otros documentos del proyecto y en el caso de que esta no esté definida será de 100% de la obtenida en el ensayo Próctor Normal en las 2 últimas tongadas y del 95% en el resto.

No se trabajará con temperaturas menores a 2° C ni con lluvia sin la aprobación de la dirección facultativa. Después de lluvias no se extenderá una nueva tongada hasta que la última se haya secado, o se escarificará añadiendo la siguiente más seca de forma que la humedad final sea la adecuada. En caso de tener que humedecer una tongada se hará de forma uniforme sin encharcamientos.

Las tongadas se compactarán de manera uniforme, todas las tongadas recibirán el mismo número de pasadas, y se prohibirá o reducirá al máximo el paso de maquinaria sobre el terreno sin compactar.

Para tierras de relleno arenosas, se utilizará la bandeja vibratoria como maquinaria de compactación.

Control y criterios de aceptación y rechazo

Se realizará una inspección cada 50 m³, y al menos una por zanja o pozo rechazando el relleno si su compactación no coincide con las calidades especificadas por la dirección facultativa o si presenta asientos superficiales.

Criterios de medición y valoración

En caso de que en el presupuesto del proyecto o el contrato de obra no se especifiquen otros criterios, se adoptarán las siguientes pautas de medición y valoración:

La medición se calculará según levantamiento topográfico de los perfiles transversales de relleno necesarios ordenados por la Dirección Facultativa de las obras.

ZANJAS y POZOS

Descripción

Quedan incluidas dentro de este apartado las tareas necesarias para ejecutar las zanjas y pozos destinados a la cimentación, drenaje, saneamiento, abastecimiento, etc. realizados con medios manuales o mecánicos con anchos de excavación máximos de 2 m. y 7 m. de profundidad.

Puesta en obra

Previo a los trabajos de excavación, la dirección facultativa deberá tener aprobado el replanteo, para lo cual este ha de estar definido en obra mediante camillas y cordeles.

El contratista deberá conocer la situación de las instalaciones existentes tanto en el subsuelo como aéreas con el fin de mantener la distancia de

seguridad requerida para evitar accidentes. En esta misma línea se valorarán las cimentaciones próximas para evitar descalces o desprendimientos. Se protegerán los elementos de servicio público que pudieran ser afectados por la excavación.

Cuando al excavar se encuentre cualquier anomalía no prevista (instalaciones, rocas...) o construcciones que traspasen los límites del vaciado se comunicará a la Dirección Facultativa antes de continuar con la excavación.

En las excavaciones realizadas con el objeto de encontrar firme de cimentación, es el director de la obra el encargado de señalar la cota fondo de excavación, determinando dicha cota en obra en función del material aparecido. En este tipo de excavaciones destinados a cimentación, no se excavarán los últimos 40 cm. hasta el mismo momento del hormigonado para evitar la disgregación del fondo de excavación, limpiando la misma de material suelto mediante medios manuales.

Se evitará el acceso de agua a zanjas excavadas, evacuando la misma inmediatamente en caso de no poder evitarse.

Se harán las entibaciones necesarias para asegurar la estabilidad de los taludes. La entibación permitirá desentibar una franja dejando las restantes franjas entibadas.

Se tomarán las medidas necesarias para que no caigan materiales de excavados u otros a la zanja o pozo.

Control y criterios de aceptación y rechazo

Se inspeccionarán las zanjas cada 20 m. o fracción y los pozos cada unidad.

Durante la excavación se controlarán los terrenos atravesados, compacidad, cota de fondo, excavación colindante a medianerías, nivel freático y entibación.

Una vez terminada la excavación se comprobarán las formas, dimensiones, escuadrías, cotas y pendientes exigidas rechazando las irregularidades superiores a las tolerancias admitidas que se corregirán de acuerdo con las instrucciones de la dirección facultativa.

Las tolerancias máximas admisibles serán:

- replanteo: 2,5 % en errores y +-10 cm. en variaciones.
- formas y dimensiones: +-10 cm.
- refino de taludes: 15 cm.

Criterios de medición y valoración

En caso de que en el presupuesto del proyecto o el contrato de obra no se especifiquen otros criterios, se adoptarán las siguientes pautas de medición y valoración:

La medición se calculará según los perfiles teóricos de excavación según el tipo de terreno excavado, considerando la profundidad necesaria de excavación realizada.

TRANSPORTE DE TIERRAS

Descripción

Operaciones necesarias para trasladar a vertedero los materiales sobrantes procedentes de la excavación y los escombros.

Puesta en obra

Se establecerán recorridos de circulación en el interior de la obra para los camiones, realizando los vaciados, rampas o terraplenes necesarios y contando con la ayuda de un auxiliar que guíe al conductor en las maniobras.

Las rampas para la maquinaria tendrán el talud natural que exija el terreno y si se transportan tierras situadas por debajo de la cota 0,00 su anchura mínima será de 4,5 m, ensanchándose en las curvas y con pendientes máximas del 12% en tramos rectos o del 8% en tramos curvos.

El camión se cargará por los laterales o por la parte trasera no pasando en ningún caso por encima de la cabina.

Control y criterios de aceptación y rechazo

Tanto la disposición de las vías de circulación como las rampas y terraplenes realizados contarán con la supervisión y aprobación de la dirección facultativa.

La carga de los camiones no excederá en ningún caso la máxima permitida para cada aparato y en cualquier caso el material no excederá la parte superior de la bañera, se protegerá con lona y se limpiará el vehículo de barro antes de acceder a la calzada pública.

Criterios de medición y valoración

En caso de que en el presupuesto del proyecto o el contrato de obra no se especifiquen otros criterios, se adoptarán las siguientes pautas de medición y valoración:

La medición se calculará aplicando el coeficiente de esponjamiento al material a transportar y considerando la distancia a vertedero.

2.2 CIMENTACIÓN

La cimentación está constituida por elementos de hormigón, cuya misión es transmitir las cargas del edificio al terreno y anclar el edificio contra empujes horizontales.

Antes de proceder a la ejecución de los trabajos es necesario ubicar las acometidas de los distintos servicios, tanto los existentes como los previstos para el propio edificio.

El contratista no rellenará ninguna estructura hasta que se lo indique la dirección facultativa.

La construcción de cimentaciones está regulada por el Código Técnico de la Edificación en su Documento Básico de Seguridad Estructural-Cimientos.

FABRICACIÓN de HORMIGÓN ARMADO

Descripción

Dentro de este apartado se engloban todas las condiciones propias de la fabricación de hormigón armado. La norma básica de referencia será el Real Decreto 1247/2008 Instrucción de Hormigón Estructural EHE-08.

Materiales

El constructor dispondrá de un sistema de gestión de materiales, productos y elementos a poner en obra que garantice la trazabilidad de los mismos según 66.2 de la EHE-08.

Cemento: Según el artículo 26 de la EHE-08, RC-16, normas armonizadas UNE-EN 197 y RD 1313/1988.

Se emplearán cementos de clase resistente 32,5 o superior y, en cualquier caso, el cemento de la menor clase resistente posible compatible con la resistencia del hormigón.

El cemento contará con la documentación de suministro y etiquetado dispuesto en el anejo IV del RC-16.

No llegará a obra u otras instalaciones de uso excesivamente caliente. Cuando el suministro se realice en sacos se almacenará sobre pallets o similar, en locales cubiertos, ventilados y protegidos de la intemperie, humedad y de la exposición directa del sol.

El almacenamiento de los cementos a granel se efectuará en silos estancos y protegidos de la humedad y se evitará, en particular, su contaminación con otros cementos de tipo y/o clase de resistencia distintos.

El almacenamiento del cemento se prolongará en obra durante un máximo de 3 meses, 2 y 1, respectivamente, para las clases resistentes 32.5, 42.5 y 52.5, si el periodo es superior, se comprobará que las características del cemento siguen siendo adecuadas mediante ensayos según anejo VI del RC-16.

Se utilizarán los tipos de cementos adecuados según el tipo de hormigón y su uso teniendo en cuenta lo especificado en el anejo VIII del RC-16 y la tabla 26 de la EHE-08.

Hay que destacar particularmente que no se emplearán cementos de albañilería para la fabricación de hormigones.

Para hormigones en contacto con suelos con sulfatos (> 3.000 mg/kg) o con aguas con sulfatos (>600 mg/l) se empleará cemento resistente a los mismos. Del mismo modo hormigones en contacto con agua de mar requerirán cementos aptos para el mismo.

Agua: Se atenderá a lo dispuesto en el artículo 27 de la EHE-08.

El agua utilizada tanto para amasado como para curado no contendrá ningún ingrediente perjudicial en cantidades tales que afecten a las propiedades del hormigón o a la protección de las armaduras frente a la corrosión.

Cuando no sean potables, no posean antecedentes de su utilización o

en caso de duda, deberán analizarse las aguas, y salvo justificación especial deberán cumplir las condiciones de exponente de hidrógeno pH, sustancias disueltas, sulfatos, ion cloruro, hidratos de carbono y sustancias orgánicas solubles en éter indicadas en el artículo 27 de la EHE-08.

Se prohíbe el uso de aguas de mar o salinas análogas para el amasado o curado de hormigón armado.

Áridos: Cumplirán las condiciones del artículo 28 de la EHE-08. Pueden emplearse gravas de machaqueo o rodadas, arenas y escorias siderúrgicas apropiadas que dispongan de marcado CE.

Los áridos deberán cumplir las condiciones químicas, físico-mecánicas, de granulometría, tamaño y forma indicadas en artículo 28 de la EHE-08 y en la norma armonizada UNE-EN 12.620 aportando declaración de prestaciones.

En caso de que la dirección facultativa lo considere necesario, se realizarán ensayos de identificación mediante análisis mineralógicos, petrológicos, físicos o químicos. En el caso de utilizar escorias siderúrgicas como árido, se comprobará previamente que son estables.

Se prohíbe el empleo de áridos que contengan sulfuros oxidables.

Cada carga irá acompañada por hoja de suministro que estará en todo momento a disposición de la Dirección Facultativa, en la que figuren los datos indicados en la EHE-08, el marcado CE y la declaración de prestaciones según este marcado.

Los áridos deben ser transportados y acopiados de manera que se evite su segregación y contaminación, debiendo mantener las características granulométricas de cada una de sus fracciones.

Para el empleo de áridos reciclados será preciso el consentimiento expreso por escrito de la Dirección Facultativa, se limitará a un 20 % en peso sobre el contenido de árido, procederá de hormigón no admitiéndose materiales de otra naturaleza y adaptará sus características a lo expresado en el anejo 15 de la EHE-08.

La utilización de áridos ligeros estará limitada a las especificaciones del anejo 16 de la EHE-08.

Aditivos: Cumplirán lo establecido en el artículo 29 de la EHE-08 y en las normas armonizadas UNE-EN 934-2. Básicamente se contemplan: reductores de agua, modificadores del fraguado, inclusores de aire y multifuncionales.

El fabricante garantizará que las características y el comportamiento del aditivo, agregado en las proporciones y condiciones previstas, son tales que produce la función deseada sin perturbar excesivamente las restantes características del hormigón, ni representar peligro para las armaduras.

Los aditivos se transportarán y almacenarán de manera que se evite su contaminación y que sus propiedades no se vean afectadas por factores físicos o químicos.

El fabricante suministrará el aditivo correctamente etiquetado y dispondrá de marcado CE aportando la preceptiva declaración de prestaciones.

La Dirección Facultativa deberá autorizar su utilización y en su

incorporación a la mezcla se seguirá estrictamente lo dispuesto por el fabricante.

El suministrador del hormigón será informado de la posible incorporación de aditivos en obra.

Adiciones: Cumplirán lo establecido en el artículo 30 de la EHE-08.

Tan solo se utilizarán en el momento de su fabricación, exclusivamente en central, podrán ser cenizas volantes o humo de sílice, siempre en hormigones con cementos tipo CEM I y su empleo contará con el visto previo de la Dirección Facultativa.

La cantidad máxima de cenizas volantes adicionadas será del 35 % del peso del cemento y de humo de sílice del 10 %.

No podrán contener elementos perjudiciales en cantidades tales que puedan afectar a la durabilidad del hormigón o causar fenómenos de corrosión de las armaduras, y cumplirán las especificaciones indicadas en 30.1 y 30.2 de la EHE-08.

Armaduras: Armaduras pasivas: Cumplirán lo establecido en la UNE-EN 10080 y el artículo 32 de la EHE-08.

Las barras y alambres no presentarán defectos superficiales ni grietas y tendrán una sección equivalente no inferior al 95,5% de la nominal. Las características mecánicas mínimas estarán garantizadas por el fabricante según la tabla 32.2.a de la EHE-08. Se suministrarán con una etiqueta de identificación conforme a lo especificado en normas UNE-EN y llevarán grabadas las marcas de identificación de acuerdo con dichas normas.

Las mallas electrosoldadas se fabricarán con barras o alambres corrugados que no se mezclarán entre sí por distintas tipologías de acero y cumplirán lo dispuesto en el artículo 33.1.1 de la EHE-08.

Armaduras activas: Cumplirán lo establecido en las UNE 36094 y el artículo 34 de la EHE-08.

Los elementos constituyentes de las armaduras activas pueden ser alambres, barras o cordones. El fabricante facilitará, además, si se le solicita, copia de los resultados de los ensayos de control de producción correspondientes a la partida servida de los ensayos correspondientes a la composición química, características mecánicas y geométricas, que justifiquen que el acero cumple las características exigidas por la EHE-08.

Además, irá acompañada, en el caso de barras o alambres corrugados, del certificado específico de adherencia.

El acero puesto en obra ha de mantener sus cualidades y características intactas desde su fabricación por lo que en su almacenamiento y transporte estarán protegidas de la lluvia, humedad del terreno u otros agentes o materias agresivas.

En el momento de su utilización, las armaduras deben estar exentas de sustancias extrañas en su superficie tales como grasa, aceite, pintura, polvo, tierra o cualquier otro material perjudicial para su buena conservación o su adherencia.

Puesta en obra

La puesta en obra se atenderá estrictamente a lo dispuesto en las Instrucciones EHE-08 y NCSE-02.

Las armaduras se dispondrán sujetas entre sí de manera que no varíe su posición durante el transporte, montaje y hormigonado, y permitan al hormigón envolverlas sin dejar coqueas. En el corte de la ferralla se pueden emplear cizallas o maquinaria de corte no estando permitido el uso del arco eléctrico, sopletes u otros métodos que alteren las características físico-metalúrgicas del material. El despiece, enderezado, corte y doblado de las barras se hará de acuerdo con el artículo 69.3 de la EHE-08. Los empalmes de armaduras en obra deberán realizarse con la aprobación expresa de la dirección facultativa y los realizados por soldadura deberán atenerse a los procedimientos de soldadura descritos en la UNE 36832, las superficies estarán secas y limpias, y no se realizarán con viento intenso, lluvia o nieve, a menos que se adopten las debidas precauciones. Bajo ninguna circunstancia se llevará a cabo una soldadura sobre una superficie que se encuentre a una temperatura igual o inferior a 0° C. Queda prohibida la soldadura de armaduras galvanizadas o con recubrimientos epoxídicos. Se dispondrán separadores o calzos en obra, según 69.8.2 EHE-08, para garantizar la posición de las armaduras y los recubrimientos.

El hormigón estructural requiere estar fabricado en central conforme al artículo 71 de la EHE-08 pudiendo estar la central en obra o en instalaciones exclusivas en cuyo caso se denomina hormigón preparado. El hormigón deberá quedar mezclado de forma homogénea empleando la dosificación de todos sus componentes por peso, según lo dispuesto en proyecto y la EHE-08, quedando el árido bien recubierto de pasta de cemento. La dosificación mínima de cemento será la señalada en 37.3 EHE-08. El hormigón no experimentará, durante el transporte, variación sensible en las características que posea recién amasado.

Cada carga de hormigón irá acompañada de una hoja de suministro que estará en todo momento a disposición de la Dirección de Obra, y en la que figurarán como mínimo, los datos indicados en el anejo 21 de la EHE-08. El fabricante de este hormigón deberá documentar debidamente la dosificación empleada, que deberá ser aceptada por la Dirección de la Obra. En hormigones fabricados en central ubicada en obra el constructor dejará un libro de registro a disposición de la dirección facultativa firmado por persona física en el que constarán las dosificaciones, proveedores, equipos empleados, referencia al documento de calibrado de la balanza de dosificación, registro de amasadas empleadas en cada lote, fechas de hormigonado y resultados de los ensayos realizados.

El tiempo transcurrido entre la adición del agua de amasado y la colocación del hormigón no debe ser mayor de una hora y media para hormigón sin promotores o retardadores de fraguado y en ningún caso se tolerará la colocación en obra de masas que acusen un principio de fraguado. Queda expresamente prohibida la adición de agua en obra al hormigón. Se puede añadir en obra plastificante o superplastificante siempre que no se sobrepasen los límites establecidos y siempre con el visto bueno del fabricante. En el vertido y colocación de las masas se adoptarán las debidas precauciones para evitar la disgregación de la mezcla. A partir de 1 metro de altura, el hormigonado no puede hacerse por vertido libre siendo necesario el empleo de canaletas o conductos que eviten el golpeo del hormigón. No se efectuará el hormigonado sin la conformidad de la Dirección de la Obra, una vez se hayan

revisado las armaduras. La compactación de hormigones se realizará de manera tal que se eliminen los huecos y se obtenga un perfecto cerrado de la masa, sin que llegue a producirse segregación. Se realizará según lo expuesto en 71.5.2 EHE-08.

Las juntas de hormigonado se situarán en dirección lo más normal posible a las de las tensiones de compresión, y allí donde su efecto sea menos perjudicial, alejándolas de las zonas en las que la armadura esté sometida a fuertes tracciones, en cualquier caso, el lugar de las juntas deberá ser aprobado por la Dirección Facultativa. Antes de reanudar el hormigonado, se retirará la capa superficial de mortero, dejando los áridos al descubierto y se limpiará la junta de toda suciedad o árido que haya quedado suelto, se humedecerá la superficie y deberán eliminarse, en su caso, las partes dañadas por el hielo empleando promotores de adherencia si fuese necesario.

Queda terminantemente prohibido hormigonar si llueve, nieva, hay viento excesivo, temperaturas superiores a 40° C, soleamiento directo, o se prevea una temperatura de 0 ° C en las próximas 48 horas. Si el hormigonado es imprescindible se adaptarán las medidas pertinentes y se contará con la autorización expresa de la Dirección Facultativa y el fabricante.

Durante el fraguado y primer período de endurecimiento del hormigón, deberá asegurarse el mantenimiento de la humedad mediante un adecuado curado, durante el plazo necesario en función del tipo y clase del cemento, de la temperatura y grado de humedad del ambiente, etc. según lo especificado en el punto 71.6 de la EHE-08. Si el curado se realiza por riego directo, no producirá deslavado. En caso de optar por la protección del hormigón con recubrimientos plásticos, agentes filmógenos o similares ofrecerán las suficientes garantías y no resultarán perjudiciales para las prestaciones del hormigón endurecido o posteriores recubrimientos.

Los productos desencofrantes serán de naturaleza adecuada y no serán perjudiciales para las propiedades o el aspecto del hormigón y no perjudicarán a la posterior aplicación de revestimientos. Expresamente queda prohibido el empleo de grasa, gasóleo u otros productos no apropiados. Las superficies vistas no presentarán coqueras o irregularidades que perjudiquen al comportamiento de la obra o a su aspecto.

CONTROL, CRITERIOS DE ACEPTACIÓN Y RECHAZO Y VERIFICACIONES EN EL EDIFICIO TERMINADO

El contratista aportará un programa de control de calidad según contenidos estipulados en 79.1 de la EHE-08 que deberá ser aprobado por la Dirección Facultativa y que desarrollará el plan de control que se incluye en proyecto. La Dirección Facultativa podrá disponer en cualquier momento la realización de comprobaciones o ensayos adicionales.

El control de recepción del cemento será acorde a lo especificado en el anejo IV del RC-16: a) control de la documentación: albarán, etiquetado, declaración de prestaciones del marcado CE si lo tuviera o certificación de cumplimiento de requisitos reglamentarios firmado por persona física del fabricante si no contara con marcado CE y distintivos de calidad si los tuviere. b) inspección visual y c) en caso de que lo exigiera el responsable de la recepción, ensayos de identificación o complementarios según anejo VIII del RC-16.

Los aditivos contarán con marcado CE en caso contrario se deberá

aportar certificado de ensayo con antigüedad inferior a 6 meses según los dispuesto en 85.3 EHE-08.

Para la recepción de aceros se comprobará que disponen de un distintivo de calidad con reconocimiento oficial en vigor, en caso contrario se realizarán ensayos según 87 EHE-08.

En caso de que las armaduras elaboradas o ferralla armada no cuente con un distintivo de calidad oficialmente reconocido conforme anejo 19 EHE-08 se realizará control experimental del para comprobar características mecánicas, adherencia, dimensiones o de soldadura.

Los ensayos del hormigón se realizarán según lo dispuesto en el programa de control y en el artículo 86 EHE-08. Los ensayos de docilidad serán según UNE-EN 12350 y los de resistencia y resistencia a la penetración de agua según UNE-EN 12390.

Se realizarán ensayos de hormigón previos y característicos si se dan las circunstancias especificadas en 86.4 y anejo 20 EHE-08.

Se hará un control de la ejecución por lotes según artículo 92 de la EHE-08, haciendo comprobaciones previas al comienzo de la ejecución, control de acopios, comprobaciones de replanteo y geométricas, cimbras y andamiajes, armaduras, encofrados, transporte, vertido y compactación, juntas de trabajo, contracción o dilatación, curado, desmoldeo y descimbrado, tolerancias y dimensiones finales.

Las tolerancias máximas admisibles serán:

- Dosificación: +-3 % en cemento, áridos, agua y adiciones y +-5 % en aditivos.
- Recubrimiento armaduras activas: +-5 mm. en elementos prefabricado y +-10 mm. in situ.
- Resistencia característica del hormigón según EHE-08.
- Consistencia del hormigón según tabla 86.5.2.1 de la EHE-08.
- Desviaciones admisibles según anejo 11 EHE-08.

Las características higrotérmicas de los materiales contemplados en el proyecto serán:

MATERIAL	TRANSMITANCIA (W/m² °K)	ABSORTIVIDAD
Hormigón armado	5,7	0,7
Hormigón en masa	4	0,7

Las características de los materiales puestos en obra tendrán las prestaciones señaladas anteriormente o superiores, de otro modo, habrán de ser autorizados previamente por la dirección facultativa.

ZAPATAS

Descripción

Zapatas de hormigón en masa o armado con planta cuadrada, rectangular o de desarrollo lineal, como cimentación de soportes verticales pertenecientes a estructuras de edificación.

Puesta en obra

Antes de verter el hormigón se nivelará, limpiará y apisonará ligeramente el fondo de la excavación. Se garantizará que las zapatas apoyen en condiciones homogéneas. En suelos permeables, se agotará el agua durante la excavación sin comprometer la estabilidad de taludes o de obras vecinas.

Se verterá una capa de mínimo 10 cm. de hormigón de limpieza sobre la superficie de la excavación previa a la colocación de armaduras. La excavación del fondo tendrá lugar inmediatamente antes de la puesta en obra del hormigón de limpieza para que el suelo mantenga las condiciones inalteradas.

El hormigonado se realizará por tongadas cuyo espesor permita una compactación completa de la masa. Se realizará un vibrado mecánico debiendo refluir la pasta a la superficie según 71.5.2 EHE-08.

En zapatas aisladas el hormigonado será continuo y no se permitirá el paso de instalaciones mientras que en las zapatas corridas se deberá contar con el consentimiento de la Dirección Facultativa para ello. Las juntas de hormigonado se harán según el artículo 71.5.4 EHE-08, se situarán en los tercios de la distancia entre pilares, alejadas de zonas rígidas y muros de esquina, eliminando la lechada del antiguo y humedeciendo antes de verter el fresco.

El recubrimiento de la armadura se garantizará mediante la disposición de separadores y se ajustará a las especificaciones del 37.2 EHE-08. Los separadores serán elementos especialmente diseñados para tal fin, de naturaleza no atacable por la alcalinidad del hormigón, no introducirán corrosión en las armaduras, serán tan impermeables como el propio hormigón. Expresamente queda prohibido el uso de separadores de madera, ladrillo u otros elementos residuales de la obra.

Para el anclaje y empalme de armaduras se atenderá a lo dispuesto en 69.5 EHE-08.

CONTROL, CRITERIOS DE ACEPTACIÓN Y RECHAZO Y VERIFICACIONES EN EL EDIFICIO TERMINADO

Antes de la ejecución, se realizará la confirmación del estudio geotécnico, comprobando visualmente o con pruebas, que el terreno se corresponde con las previsiones de proyecto. Informe del resultado de tal inspección, la profundidad de la cimentación, su forma, dimensiones, y el tipo y consistencia del terreno se incorporará a la documentación final de obra asumiendo el director de obra la máxima responsabilidad en esta cuestión.

En su caso, se comprobarán cimentaciones y edificios colindantes para garantizar que no se ven afectadas.

Se debe comprobar que: el nivel de apoyo de la cimentación se ajusta al previsto, la estratigrafía coincide con la estimada en el estudio geotécnico, el nivel freático y las condiciones hidrogeológicas se ajustan a las previstas, el terreno presenta una resistencia y humedad similar a la supuesta en el estudio geotécnico, no se detectan defectos evidentes como cavernas, fallas, galerías, pozos, corrientes subterráneas, etc.

Se realizará un control por cada zapata, comprobando la distancia entre ejes de replanteo, dimensiones y orientación de los pozos, correcta colocación de los encofrados, hormigón de limpieza con espesor y planeidad suficiente, tipo, disposición, número y dimensiones de armaduras, armaduras de esperas correctamente situadas y de la longitud prevista, recubrimiento de las armaduras previsto, vertido, compactación y curado del hormigón, planeidad, horizontalidad y verticalidad de la superficie, adherencia entre hormigón y acero, unión con otros elementos de cimentación y juntas de hormigonado.

Las tolerancias máximas admisibles serán las establecidas en el anejo 11 de la EHE-08.

Criterios de medición y valoración

En caso de que en el presupuesto del proyecto o el contrato de obra no se especifiquen otros criterios, se adoptarán las siguientes pautas de medición y valoración:

La medición de zapatas se realizará considerando el volumen teórico de proyecto. El hormigón de limpieza se valorará según planta teórica de proyecto multiplicado por profundidad real ordenada por la dirección facultativa.

MUROS

Descripción

Muros de hormigón armado con cimentación superficial, directriz recta y sección constante, cuya función es sostener rellenos y/o soportar cargas verticales del edificio.

Materiales

El constructor dispondrá de un sistema de gestión de materiales, productos y elementos a poner en obra que garantice la trazabilidad de los mismos según 66.2 de la EHE-08.

Hormigón armado, según lo dispuesto en el punto específico de este mismo Pliego. En el caso de utilizar elementos prefabricados de hormigón para muros de contención dispondrán de marcado CE según lo expuesto en la norma armonizada UNE-EN 15258 aportando declaración de prestaciones con el suministro.

Perfil de estanquidad: Perfil de sección formada por óvalo central hueco y dos alas de espesor no menor de 3 mm, de material elástico resistente a la tracción, al alargamiento de rotura, al ataque químico y al envejecimiento. Se utilizarán además separadores y selladores.

Lodos tixotrópicos: Es posible su empleo para contener las paredes de la excavación. Tendrán una suspensión homogénea y estable, dosificación no

mayor del 10 %, densidad de 1,02 a 1.10 g/cm³, viscosidad normal, medida en cono de Marsh igual o superior a 32 s.

Puesta en obra

Los encofrados deberán ser estancos para que impidan pérdidas apreciables de pasta, rígidos para que se cumplan las tolerancias dimensionales y no sufran asientos ni deformaciones perjudiciales, y podrán desmontarse fácilmente, sin peligro y sin producir sacudidas ni daños en el hormigón. Han de estar limpios y húmedos antes de verter el hormigón y el empleo de desencofrante ha de contar con autorización de la dirección de obra. Se prohíbe el uso de aluminio en moldes. Los apeos no deberán aflojarse antes de transcurridos 7 días desde el hormigonado, ni suprimirse hasta que el hormigón haya alcanzado la resistencia característica, nunca antes de los 7 días, salvo que se realice un estudio especial. El diseño y disposición de los encofrados será tal que quede garantizada la estabilidad de los mismos durante su montaje, el hormigonado y posterior retirada.

El muro se hormigonará en una jornada y en un tiempo menor al 70 % del de inicio de fraguado. En caso de realizarse juntas horizontales de hormigonado se dejarán adarajas y antes de verter el nuevo hormigón, se picará la superficie, dejando los áridos al descubierto y se limpiará y humedecerá. Se tomarán las precauciones necesarias para asegurar la estanquidad de la junta. El vertido del hormigón se realizará por tongadas de espesor no mayor de la longitud de la aguja del vibrador o barra, siendo la altura máxima de vertido de 100 cm. No se realizará el relleno del trasdós hasta transcurrido un mínimo de 28 días.

El perfil de estanquidad se sujetará al encofrado antes de hormigonar de forma que cada ala del perfil quede embebida en el hormigón y su óvalo central libre, en la junta de 2 cm de ancho. Se introducirá un separador en la junta y se sellará la junta limpia y seca antes de hormigonar el tramo siguiente.

Cuando se utilicen lodos tixotrópicos para la excavación, el hormigonado se realizará de modo continuo bajo los lodos, de forma que la tubería que coloca el hormigón irá introducida 4 m como mínimo, dentro del hormigón ya vertido. Se mantendrán las características de los lodos, se recuperarán correctamente y se hará un vertido controlado de residuo.

Se renovarán los lodos cuando su contenido en arena sea superior al 3 % o cuando su viscosidad Marsh sea superior a 45 s. Una vez fraguado el hormigón se eliminarán los últimos 50 cm del muro.

No se rellenarán coqueras sin autorización de la dirección facultativa.

Los conductos que atraviesen el muro se colocarán sin cortar las armaduras y en dirección perpendicular. En cualquier caso, estas perforaciones deberán estar autorizadas por la dirección facultativa y su estanquidad garantizada.

El recubrimiento de la armadura se garantizará mediante la disposición de separadores y se ajustará a las especificaciones del 37.2 EHE-08. Los separadores serán elementos especialmente diseñados para tal fin, de naturaleza no atacable por la alcalinidad del hormigón, no introducirán corrosión en las armaduras, serán tan impermeables como el propio hormigón. Expresamente queda prohibido el uso de separadores de madera, ladrillo u otros elementos residuales de la obra.

Para el anclaje y empalme de armaduras se atenderá a lo dispuesto en 69.5 EHE-08.

CONTROL, CRITERIOS DE ACEPTACIÓN Y RECHAZO Y VERIFICACIONES EN EL EDIFICIO TERMINADO

Se realizará control del replanteo, nivelado, dimensiones, desplome, de la distancia entre juntas y de las juntas su anchura, perfil, separador y sellado.

Se comprobará además la impermeabilización, drenaje, y barrera antihumedad del trasdós.

Las tolerancias máximas admisibles serán las establecidas en el anejo 11 de la EHE-08.

Criterios de medición y valoración

En caso de que en el presupuesto del proyecto o el contrato de obra no se especifiquen otros criterios, se adoptarán las siguientes pautas de medición y valoración:

La medición se realizará considerando el volumen teórico de proyecto.

Condiciones de conservación y mantenimiento

Se exponen a continuación las condiciones básicas y generales de conservación y mantenimiento. En el preceptivo "Libro del Edificio", a redactar tras la finalización de la obra, se incluirá mayor detalle de las mismas.

Cualquier modificación de las condiciones estructurales del muro, así como de las condiciones del entorno al mismo, contará con la intervención de un técnico.

Se revisará anualmente, tras el periodo de lluvias, los paramentos, drenajes y terreno colindante. Las juntas y su sellado al igual que el estado general del muro deben ser revisadas cada 5 años por un técnico competente.

2.3 ESTRUCTURA

FABRICACIÓN de HORMIGÓN ARMADO

Descripción

Dentro de este apartado se engloban todas las condiciones propias de la fabricación de hormigón armado. La norma básica de referencia será el Real Decreto 1247/2008 Instrucción de Hormigón Estructural EHE-08.

Materiales

El constructor dispondrá de un sistema de gestión de materiales, productos y elementos a poner en obra que garantice la trazabilidad de los mismos según 66.2 de la EHE-08.

Cemento: Según el artículo 26 de la EHE-08, RC-16, normas armonizadas UNE-EN 197 y RD 1313/1988. Se emplearán cementos de clase resistente 32,5 o superior y en cualquier caso, el cemento de la menor clase resistente posible compatible con la resistencia del hormigón.

El cemento contará con la documentación de suministro y etiquetado dispuesto en el anejo IV del RC-16. No llegará a obra u otras instalaciones de uso excesivamente caliente. Cuando el suministro se realice en sacos se almacenará sobre pallets o similar, en locales cubiertos, ventilados y protegidos de la intemperie, humedad y de la exposición directa del sol.

El almacenamiento de los cementos a granel se efectuará en silos estancos y protegidos de la humedad y se evitará, en particular, su contaminación con otros cementos de tipo y/o clase de resistencia distintos.

El almacenamiento del cemento se prolongará en obra durante un máximo de 3 meses, 2 y 1, respectivamente, para las clases resistentes 32.5, 42.5 y 52.5, si el periodo es superior, se comprobará que las características del cemento siguen siendo adecuadas mediante ensayos según anejo VI del RC-1.

Se utilizarán los tipos de cementos adecuados según el tipo de hormigón y su uso teniendo en cuenta lo especificado en el anejo VIII del RC-16 y la tabla 26 de la EHE-08. Hay que destacar particularmente que no se emplearán cementos de albañilería para la fabricación de hormigones. Para hormigones en contacto con suelos con sulfatos (> 3.000 mg/kg) o con aguas con sulfatos (>600 mg/l) se empleará cemento resistente a los mismos. Del mismo modo hormigones en contacto con agua de mar requerirán cementos aptos para el mismo.

Agua: Se atenderá a lo dispuesto en el artículo 27 de la EHE-08.

El agua utilizada tanto para amasado como para curado no contendrá ningún ingrediente perjudicial en cantidades tales que afecten a las propiedades del hormigón o a la protección de las armaduras frente a la corrosión.

Cuando no sean potables, no posean antecedentes de su utilización o en caso de duda, deberán analizarse las aguas, y salvo justificación especial deberán cumplir las condiciones de exponente de hidrógeno pH, sustancias

disueltas, sulfatos, ion cloruro, hidratos de carbono y sustancias orgánicas solubles en éter indicadas en el artículo 27 de la EHE-08.

Se prohíbe el uso de aguas de mar o salinas análogas para el amasado o curado de hormigón armado.

Áridos: Cumplirán las condiciones del artículo 28 de la EHE-08.

Pueden emplearse gravas de machaqueo o rodadas, arenas y escorias siderúrgicas apropiadas que dispongan de marcado CE.

Los áridos deberán cumplir las condiciones químicas, físico-mecánicas, de granulometría, tamaño y forma indicadas en artículo 28 de la EHE-08 y en la norma armonizada UNE-EN 12620, en caso de duda, el fabricante deberá realizar ensayos de identificación mediante análisis mineralógicos, petrológicos, físicos o químicos.

En el caso de utilizar escorias siderúrgicas como árido, se comprobará previamente que son estables.

Se prohíbe el empleo de áridos que contengan sulfuros oxidables.

Cada carga irá acompañada por hoja de suministro que estará en todo momento a disposición de la Dirección Facultativa, en la que figuren los datos indicados en la EHE-08, el marcado CE y la declaración de prestaciones.

Los áridos deben ser transportados y acopiados de manera que se evite su segregación y contaminación, debiendo mantener las características granulométricas de cada una de sus fracciones.

Para el empleo de áridos reciclados será preciso el consentimiento expreso por escrito de la Dirección Facultativa, se limitará a un 20 % en peso sobre el contenido de árido, procederá de hormigón no admitiéndose materiales de otra naturaleza y adaptará sus características a lo expresado en el anejo 15 de la EHE-08.

La utilización de áridos ligeros estará limitada a las especificaciones del anejo 16 de la EHE-08.

Aditivos: Cumplirán lo establecido en el artículo 29 de la EHE-08 y en las normas armonizadas UNE-EN 934-2. Básicamente se contemplan: reductores de agua, modificadores del fraguado, inclusores de aire y multifuncionales.

El fabricante garantizará que las características y el comportamiento del aditivo, agregado en las proporciones y condiciones previstas, son tales que produce la función deseada sin perturbar excesivamente las restantes características del hormigón, ni representar peligro para las armaduras.

Los aditivos se transportarán y almacenarán de manera que se evite su contaminación y que sus propiedades no se vean afectadas por factores físicos o químicos. El fabricante suministrará el aditivo correctamente etiquetado y dispondrá de marcado CE aportando la preceptiva declaración de prestaciones.

La Dirección Facultativa deberá autorizar su utilización y en su incorporación a la mezcla se seguirá estrictamente lo dispuesto por el fabricante. El suministrador del hormigón será informado de la posible incorporación de aditivos en obra.

Adiciones: Cumplirán lo establecido en el artículo 30 de la EHE-08.

Tan solo se utilizarán en el momento de su fabricación, exclusivamente en central, podrán ser cenizas volantes o humo de sílice, siempre en hormigones con cementos tipo CEM I y su empleo contará con el visto previo de la Dirección Facultativa.

La cantidad máxima de cenizas volantes adicionadas será del 35 % del peso del cemento y de humo de sílice del 10 %.

No podrán contener elementos perjudiciales en cantidades tales que puedan afectar a la durabilidad del hormigón o causar fenómenos de corrosión de las armaduras, y cumplirán las especificaciones indicadas en 30.1 y 30.2 de la EHE-08.

Armaduras: Armaduras pasivas: Cumplirán lo establecido en la UNE-EN 10080 y el artículo 32 de la EHE-08.

Las barras y alambres no presentarán defectos superficiales ni grietas y tendrán una sección equivalente no inferior al 95,5% de la nominal.

Las características mecánicas mínimas estarán garantizadas por el fabricante según la tabla 32.2.a de la EHE-08. Se suministrarán con una etiqueta de identificación conforme a lo especificado en normas UNE-EN y llevarán grabadas las marcas de identificación de acuerdo con dichas normas.

Las mallas electrosoldadas se fabricarán con barras o alambres corrugados que no se mezclarán entre sí por distintas tipologías de acero y cumplirán lo dispuesto en el artículo 33.1.1 de la EHE-08.

Armaduras activas: Cumplirán lo establecido en las UNE 36094 y el artículo 34 de la EHE-08.

Los elementos constituyentes de las armaduras activas pueden ser alambres, barras o cordones.

El fabricante facilitará además, si se le solicita, copia de los resultados de los ensayos de control de producción correspondientes a la partida servida de los ensayos correspondientes a la composición química, características mecánicas y geométricas, que justifiquen que el acero cumple las características exigidas por la EHE-08. Además irá acompañada, en el caso de barras o alambres corrugados, del certificado específico de adherencia.

El acero puesto en obra ha de mantener sus cualidades y características intactas desde su fabricación por lo que en su almacenamiento y transporte estarán protegidas de la lluvia, humedad del terreno u otros agentes o materias agresivas. En el momento de su utilización, las armaduras deben estar exentas de sustancias extrañas en su superficie tales como grasa, aceite, pintura, polvo, tierra o cualquier otro material perjudicial para su buena conservación o su adherencia.

Puesta en obra

La puesta en obra se atenderá estrictamente a lo dispuesto en las Instrucciones EHE-08 y NCSE-02.

Las armaduras se dispondrán sujetas entre sí de manera que no varíe su posición durante el transporte, montaje y hormigonado, y permitan al hormigón envolverlas sin dejar coqueas. En el corte de la ferralla se pueden emplear cizallas o maquinaria de corte no estando permitido el uso del arco eléctrico, sopletes u otros métodos que alteren las características físico-metalúrgicas del material. El despiece, enderezado, corte y doblado de las barras se hará de acuerdo con el artículo 69.3 de la EHE-08. Los empalmes de armaduras en obra deberán realizarse con la aprobación expresa de la dirección facultativa y los realizados por soldadura deberán atenerse a los procedimientos de soldadura descritos en la UNE 36832, las superficies estarán secas y limpias, y no se realizarán con viento intenso, lluvia o nieve, a menos que se adopten las debidas precauciones. Bajo ninguna circunstancia se llevará a cabo una soldadura sobre una superficie que se encuentre a una temperatura igual o inferior a 0° C. Queda prohibida la soldadura de armaduras galvanizadas o con recubrimientos epoxídicos. Se dispondrán separadores o calzos en obra, según 69.8.2 EHE-08, para garantizar la posición de las armaduras y los recubrimientos.

El hormigón estructural requiere estar fabricado en central conforme al artículo 71 de la EHE-08 pudiendo estar la central en obra o en instalaciones exclusivas en cuyo caso se denomina hormigón preparado. El hormigón deberá quedar mezclado de forma homogénea empleando la dosificación de todos sus componentes por peso, según lo dispuesto en proyecto y la EHE-08, quedando el árido bien recubierto de pasta de cemento. La dosificación mínima de cemento será la señalada en 37.3 EHE-08. El hormigón no experimentará, durante el transporte, variación sensible en las características que posea recién amasado.

Cada carga de hormigón irá acompañada de una hoja de suministro que estará en todo momento a disposición de la Dirección de Obra, y en la que figurarán como mínimo, los datos indicados en el anejo 21 de la EHE-08. El fabricante de este hormigón deberá documentar debidamente la dosificación empleada, que deberá ser aceptada por la Dirección de la Obra. En hormigones fabricados en central ubicada en obra el constructor dejará un libro de registro a disposición de la dirección facultativa firmado por persona física en el que constarán las dosificaciones, proveedores, equipos empleados, referencia al documento de calibrado de la balanza de dosificación, registro de amasadas empleadas en cada lote, fechas de hormigonado y resultados de los ensayos realizados.

El tiempo transcurrido entre la adición del agua de amasado y la colocación del hormigón no debe ser mayor de una hora y media para hormigón sin promotores o retardadores de fraguado y en ningún caso se tolerará la colocación en obra de masas que acusen un principio de fraguado. Queda expresamente prohibida la adición de agua en obra al hormigón. Se puede añadir en obra plastificante o superplastificante siempre que no se sobrepasen los límites establecidos y siempre con el visto bueno del fabricante. En el vertido y colocación de las masas se adoptarán las debidas precauciones para evitar la disgregación de la mezcla. A partir de 1 metro de altura, el hormigonado no puede hacerse por vertido libre siendo necesario el empleo de canaletas o conductos que eviten el golpeo del hormigón. No se efectuará el hormigonado sin la conformidad de la Dirección de la Obra, una vez se hayan revisado las armaduras. La compactación de hormigones se realizará de manera tal que se eliminen los huecos y se obtenga un perfecto cerrado de la masa, sin que llegue a producirse segregación. Se realizará según lo expuesto en 71.5.2 EHE-08.

Las juntas de hormigonado se situarán en dirección lo más normal posible a las de las tensiones de compresión, y allí donde su efecto sea menos perjudicial, alejándolas de las zonas en las que la armadura esté sometida a fuertes tracciones, en cualquier caso el lugar de las juntas deberá ser aprobado por la Dirección Facultativa. Antes de reanudar el hormigonado, se retirará la capa superficial de mortero, dejando los áridos al descubierto y se limpiará la junta de toda suciedad o árido que haya quedado suelto, se humedecerá la superficie y deberán eliminarse, en su caso, las partes dañadas por el hielo empleando promotores de adherencia si fuese necesario.

Queda terminantemente prohibido hormigonar si llueve, nieva, hay viento excesivo, temperaturas superiores a 40° C, soleamiento directo, o se prevea una temperatura de 0 ° C en las próximas 48 horas. Si el hormigonado es imprescindible se adaptarán las medidas pertinentes y se contará con la autorización expresa de la Dirección Facultativa y el fabricante.

Durante el fraguado y primer período de endurecimiento del hormigón, deberá asegurarse el mantenimiento de la humedad mediante un adecuado curado, durante el plazo necesario en función del tipo y clase del cemento, de la temperatura y grado de humedad del ambiente, etc. según lo especificado en el punto 71.6 de la EHE-08. Si el curado se realiza por riego directo, no producirá deslavado. En caso de optar por la protección del hormigón con recubrimientos plásticos, agentes filmógenos o similares ofrecerán las suficientes garantías y no resultarán perjudiciales para las prestaciones del hormigón endurecido o posteriores recubrimientos.

Los productos desencofrantes serán de naturaleza adecuada y no serán perjudiciales para las propiedades o el aspecto del hormigón y no perjudicarán a la posterior aplicación de revestimientos. Expresamente queda prohibido el empleo de grasa, gasóleo u otros productos no apropiados. Las superficies vistas no presentarán coqueras o irregularidades que perjudiquen al comportamiento de la obra o a su aspecto.

CONTROL, CRITERIOS DE ACEPTACIÓN Y RECHAZO Y VERIFICACIONES EN EL EDIFICIO TERMINADO

El contratista aportará un programa de control de calidad según contenidos estipulados en 79.1 de la EHE-08 que deberá ser aprobado por la Dirección Facultativa y que desarrollará el plan de control que se incluye en proyecto. La Dirección Facultativa podrá disponer en cualquier momento la realización de comprobaciones o ensayos adicionales.

El control de recepción del cemento será acorde a lo especificado en el anejo IV del RC-16: a) control de la documentación: albarán, etiquetado, declaración de prestaciones del mercado CE si lo tuviera o certificación de cumplimiento de requisitos reglamentarios firmado por persona física del fabricante si no contara con mercado CE y distintivos de calidad si los tuviere. b) inspección visual y c) en caso de que lo exigiera el responsable de la recepción, ensayos de identificación o complementarios según anejo VIII del RC-16.

Los aditivos contarán con marcado CE en caso contrario se deberá aportar certificado de ensayo con antigüedad inferior a 6 meses según los dispuesto en 85.3 EHE-08.

Para la recepción de aceros se comprobará que disponen de un distintivo de calidad con reconocimiento oficial en vigor, en caso contrario se

realizarán ensayos según 87 EHE-08.

En caso de que las armaduras elaboradas o ferralla armada no cuente con un distintivo de calidad oficialmente reconocido conforme anejo 19 EHE-08 se realizará control experimental del para comprobar características mecánicas, adherencia, dimensiones o de soldadura.

Los ensayos del hormigón se realizarán según lo dispuesto en el programa de control y en el artículo 86 EHE-08. Los ensayos de docilidad serán según UNE-EN 12350 y los de resistencia y resistencia a la penetración de agua según UNE-EN 12390.

Se realizarán ensayos de hormigón previos y característicos si se dan las circunstancias especificadas en 86.4 y anejo 20 EHE-08.

Se hará un control de la ejecución por lotes según artículo 92 de la EHE-08, haciendo comprobaciones previas al comienzo de la ejecución, control de acopios, comprobaciones de replanteo y geométricas, cimbras y andamiajes, armaduras, encofrados, transporte, vertido y compactación, juntas de trabajo, contracción o dilatación, curado, desmoldeo y descimbrado, tolerancias y dimensiones finales.

Las tolerancias máximas admisibles serán:

- Dosificación: +-3 % en cemento, áridos, agua y adiciones y +-5 % en aditivos.
- Recubrimiento armaduras activas: +-5 mm. en elementos prefabricado y +-10 mm. in situ.
- Resistencia característica del hormigón según EHE-08.
- Consistencia del hormigón según tabla 86.5.2.1 de la EHE-08.
- Desviaciones admisibles según anejo 11 EHE-08.

Las características higrotérmicas de los materiales contemplados en el proyecto serán:

MATERIAL	TRANSMITANCIA (W/m ² .°K)	ABSORTIVIDAD
Hormigón armado	5,7	0,7
Hormigón en masa	4	0,7

Las características de los materiales puestos en obra tendrán las prestaciones señaladas anteriormente o superiores, de otro modo, habrán de ser autorizados previamente por la dirección facultativa.

ESTRUCTURA METÁLICA SEGÚN CÓDIGO TÉCNICO

Descripción

Estructuras cuyos elementos: soportes, vigas, zancas, cubiertas y forjados están compuestos por productos de acero laminado en caliente, perfiles huecos y conformados en frío o caliente, roblones y tornillos ordinarios, calibrados y de alta resistencia, así como tuercas y arandelas.

La construcción de estructuras de acero está regulada por el Código Técnico de la Edificación en su Documento Básico de Seguridad Estructural-Acero.

Materiales

Perfiles y chapas de acero laminado:

Se usarán los aceros establecidos en la norma UNE EN 10025 (Productos laminados en caliente de acero no aleado, para construcciones metálicas de uso general), cuyas características se resumen en la Tabla 4.1 del CTE-DB-SEA y cumplirán con las especificaciones contenidas en el CTE-DB-SEA-Art.4.

Irán acompañados de la declaración de prestaciones y marcado CE según la norma armonizada UNE-EN 10025, declarando expresamente la resistencia a tracción, límite elástico, resistencia a flexión por choque, soldabilidad, alargamiento y tolerancias dimensionales.

Perfiles huecos de acero:

El CTE-DB-SEA- Punto 4, contempla los aceros establecidos por las normas UNE-EN 10210-1 relativa a Perfiles huecos para construcción, acabados en caliente, de acero no aleado de grado fino y en la UNE-EN 10219-1, relativa a secciones huecas de acero estructural conformado en frío. Irán acompañados de la declaración de prestaciones propia del marcado CE según las normas anteriores incluyendo la designación del material según EN 10027.

Perfiles de sección abierta conformada en frío:

Se contemplan los aceros establecidos por las normas UNE-EN 10162.

Tornillos, tuercas y arandelas:

El CTE-DB-SEA- Punto 4, en la tabla 4.3 contempla las características mecánicas mínimas de los aceros de los tornillos de calidades normalizadas en la normativa ISO.

Las uniones cumplirán con lo establecido en el punto 8 de la CTE-DB-SEA, las uniones atornilladas, más concretamente con las especificaciones del punto 8.5 del citado DB.

Cordones y cables:

Las características mecánicas de los materiales de aportación serán

superiores a las del material base. Las calidades de los materiales de aportación ajustadas a la norma UNE-EN ISO 14555:1999 se consideran aceptables.

Las uniones soldadas cumplirán con lo establecido en el punto 8 de la CTE-DB-SEA, más concretamente con las especificaciones del punto 8.6 del citado DB.

Las características de los materiales suministrados deben estar documentadas de forma que puedan compararse con los requisitos establecidos en proyecto. Además, los materiales deben poderse identificar en todas las etapas de fabricación, para lo que cada componente debe tener una marca duradera, distinguible, que no le produzca daño y resulte visible tras el montaje con la designación del acero según normas.

Puesta en obra

Ha de prevenirse la corrosión del acero evitando el contacto directo con humedad, con otros metales que produzcan corrosión y el contacto directo con yesos.

Se aplicarán las protecciones adecuadas a los materiales para evitar su corrosión, de acuerdo con las condiciones ambientales internas y externas del edificio, según lo establecido en la norma UNE-ENV 1090-1. Los materiales protectores deben almacenarse y utilizarse de acuerdo con las instrucciones del fabricante. Se han de preparar las superficies a proteger conforme a la norma UNE-ENV 1090-1. Las superficies que no se puedan limpiar por chorreado, se someterán a un cepillado metálico que elimine la cascarilla de laminación y después se deben limpiar para quitar el polvo, el aceite y la grasa. Los abrasivos utilizados en la limpieza y preparación de las superficies a proteger deben ser compatibles con los productos de protección a emplear. Los métodos de recubrimiento deben especificarse y ejecutarse de acuerdo con la normativa específica al respecto y las instrucciones del fabricante. Se podrá utilizar la norma UNE-ENV 1090-1.

El material debe almacenarse siguiendo las instrucciones de su fabricante, evitando deformaciones permanentes, protegiendo de posibles daños en los puntos donde se sujete para su manipulación, almacenándolos apilados sobre el terreno pero sin contacto con él, evitando cualquier acumulación de agua.

Operaciones de fabricación en taller

Corte. Por medio de sierra, cizalla, corte térmico (oxicorte) automático. Oxicorte siempre que no tengan irregularidades significativas y se hayan eliminado los restos de escoria.

Conformado. En caliente se seguirán las recomendaciones del productor siderúrgico. Se realizará con el material en estado rojo cereza, manejando la temperatura, el tiempo y la velocidad de enfriamiento. No se permitirá el conformado en el intervalo de calor azul (250°C a 380°C). Se permite el conformado en frío, pero no la utilización de martillazos y se observarán los radios de cuerda mínimos establecidos en la tabla del punto 10.2.2 del CTE-DB-SEA.

Perforación. Los agujeros deben realizarse por taladrado, el punzonado se admite para materiales de hasta 25 mm. de espesor siempre que el espesor nominal del material no sea mayor que el diámetro nominal del agujero. Las rebabas se deben eliminar antes del ensamblaje.

Ángulos entrantes. Deben tener un acabado redondeado, con un radio mínimo de 5 mm.

Superficies para apoyo de contacto. Las superficies deben formar ángulos rectos y cumplir las tolerancias geométricas especificadas en DB-SEA. La planeidad de una superficie contrastándola con un borde recto, no superará los 0,5 mm.

Empalmes. No se permiten más empalmes que los establecidos en proyecto o aprobados por el director de obra.

Soldeo. Se debe proporcionar al personal encargado un plan de soldeo, que incluirá los detalles de la unión, dimensiones y tipo de soldadura, secuencia de soldeo, especificaciones del proceso y las medidas para evitar el desgarro laminar.

Los soldadores deben estar certificados por un organismo acreditado y cualificarse de acuerdo con la norma UNE-EN 287-1:1992.

Las superficies y bordes deben ser los apropiados para el proceso de soldeo y estar exentos de fisuras, entalladuras, materiales que afecten al proceso o calidad de las soldaduras y humedad.

Los componentes a soldar deben estar correctamente colocados y fijos mediante dispositivos adecuados. Para la realización de cualquier tipo de soldadura, se estará a las especificaciones contenidas en los puntos 10.3 y 10.7 del DB-SEA del CTE.

Uniones atornilladas. Las características de este tipo de uniones se ajustarán a las especificaciones de los artículos 10.4.y 10.5 del DB SEA del CTE.

En uniones de tornillos pretensados el control del pretensado se realizará por alguno de los procedimientos indicados en el artículo 10.4.5 de DB SEA: método de control del par torsor, método del giro de tuerca, método del indicador directo de tensión, método combinado.

Podrán emplearse tornillos avellanados, calibrados, pernos de articulación o hexagonales de inyección, si se cumplen las especificaciones del artículo 10.5 de DB SEA del CTE.

Tratamientos de protección. Las superficies se prepararán conforme a las normas UNE-EN-ISO 8504-1:2002 e UNE-EN-ISO 8504-2:2002 para limpieza por chorro abrasivo, y UNE-EN-ISO 8504-3:2002 para limpieza por herramientas mecánicas y manuales. Las superficies que vayan a estar en

contacto con el hormigón, no se pintarán, solamente se limpiarán.

No se utilizarán materiales que perjudiquen la calidad de una soldadura a menos de 150 mm. de la zona a soldar y tras realizar la soldadura no se pintará sin antes haber eliminado las escorias.

CONTROL, CRITERIOS DE ACEPTACIÓN Y RECHAZO Y VERIFICACIONES EN EL EDIFICIO TERMINADO

El control de calidad se realizará dando cumplimiento a las especificaciones recogidas en la CTE-DB-SEA en su artículo 12. Las actividades de control de calidad han de quedar registradas documentalmente en la documentación final de obra.

Control de calidad de materiales. Los materiales cubiertos por un certificado expedido por el fabricante, el control podrá limitarse al reconocimiento de cada elemento de la estructura con el certificado que lo avala. Cuando el proyecto especifique características no avaladas por certificados, se establecerá un procedimiento de control mediante ensayos realizados por un laboratorio independiente. Materiales que no queden cubiertos por una normativa nacional podrán utilizar normativas o recomendaciones de prestigio reconocido.

Control de calidad de la fabricación. Se define en la documentación de taller, que deberá ser revisada y aprobada por la dirección facultativa de la obra y contendrá al menos: a) Una memoria de fabricación b) Los planos de taller para cada elemento de la estructura c) Un plan de puntos de inspección de los procedimientos de control interno de producción, todo ello con el contenido mínimo especificado en el punto 12.4.1 de la CTE-DB-SEA. Su control tiene por objeto comprobar su coherencia con las especificaciones de proyecto.

Control de calidad del montaje. Se define en la documentación de montaje, que será elaborada por el montador y revisada y aprobada por la dirección facultativa de la obra y contendrá al menos: a) Una memoria de montaje b) Los planos de montaje c) Un plan de puntos de inspección, todo ello con el contenido mínimo especificado en el punto 12.5.1 de la CTE-DB-SEA. Su control tiene por objeto comprobar su coherencia con las especificaciones de proyecto.

Las tolerancias máximas admisibles, serán las establecidas por el CTE-DB-SEA en su punto 11, en el que se definen tipos de desviaciones geométricas correspondientes a estructuras de edificación, y los valores máximos admisibles para tales desviaciones distinguiendo entre tolerancias de fabricación y tolerancias de ejecución.

Criterios de medición y valoración

En caso de que en el presupuesto del proyecto o el contrato de obra no se especifiquen otros criterios, se adoptarán las siguientes pautas de medición y valoración:

Elementos estructurales se medirán según el peso nominal. Las planchas en superficie teórica descontando huecos mayores de 1 m².

Condiciones de conservación y mantenimiento

Se exponen a continuación las condiciones básicas y generales de conservación y mantenimiento. En el preceptivo "Libro del Edificio", a redactar tras la finalización de la obra, se incluirá mayor detalle de las mismas.

No han de modificarse ni sobrecargarse los elementos estructurales respecto a su definición en proyecto.

Cada año se revisará la aparición de fisuras, grietas, flechas en vigas y forjados, pandeo en pilares, humedades o degradación del acero informando a un técnico en su caso.

Cada 10 años revisión por técnico especialista de los síntomas de posibles daños estructurales, se identificarán las causas de daños potenciales (humedades, uso), identificación de daños que afectan a secciones o uniones (corrosión, deslizamiento no previsto).

Se realizará mantenimiento a los elementos de protección de la estructura, especialmente a los de protección ante incendio, que se ajustarán a los plazos de garantía declarados por los fabricantes (de pinturas, por ejemplo).

Los edificios sometidos a acciones que induzcan fatiga contarán con un plan de mantenimiento independiente que debe especificar el procedimiento para evitar la propagación de las fisuras, así como el tipo de maquinaria a emplear, el acabado, etc.

ESTRUCTURA METÁLICA SEGÚN INSTRUCCIÓN DE ACERO ESTRUCTURAL

Descripción

Estructuras cuyos elementos: soportes, vigas, zancas, cubiertas y forjados están compuestos por productos de acero laminado en caliente, perfiles huecos y conformados en frío o caliente, roblones y tornillos ordinarios, calibrados y de alta resistencia, así como tuercas y arandelas.

La construcción de estructuras de acero está regulada por la Instrucción de Acero Estructural EAE. La dirección facultativa indicará previo al comienzo de la obra si la estructura pertenece total o parcialmente a alguna clase de ejecución de las señaladas en el apartado 6.2 de la EAE, como de fabricación más cuidadosa.

Materiales

Perfiles y chapas de acero laminado. Detallados en 28.1 de la EAE.

Se usarán los aceros establecidos en la norma UNE EN 10025 (Productos laminados en caliente de acero no aleado, para construcciones metálicas de uso general), cuyas características se resumen en el punto 27.1 de la EAE y cumplirán con las especificaciones contenidas en dicho apartado.

Irán acompañados de la declaración de prestaciones del marcado CE según la norma armonizada UNE-EN 10025, declarando expresamente la resistencia a tracción, límite elástico, resistencia a flexión por choque, soldabilidad, alargamiento y tolerancias dimensionales.

Perfiles huecos de acero. Detallados en 28.2 y 28.3 de la EAE.

Se contemplan los aceros establecidos por las normas UNE-EN 10210-1 relativa a Perfiles huecos para construcción, acabados en caliente, de acero no aleado de grado fino y en la UNE-EN 10219-1, relativa a secciones huecas de acero estructural conformado en frío.

Irán acompañados de la declaración de prestaciones propia del marcado CE según las normas anteriores incluyendo la designación del material según EN 10027.

Perfiles de sección abierta conformada en frío. Detallados en 28.4 de la EAE. Se contemplan los aceros establecidos por las normas UNE-EN 10162.

Tornillos, tuercas y arandelas. Según artículo 29 de la EAE. Serán adecuados a las características de la unión según 58.2 EAE.

Cordones y cables. Las características mecánicas de los materiales de aportación serán superiores a las del material base.

Las uniones soldadas cumplirán con lo establecido en el artículo 77 de la EAE.

Las características de los materiales suministrados deben estar

documentadas de forma que puedan compararse con los requisitos establecidos en proyecto. Además, los materiales deben poderse identificar en todas las etapas de fabricación, para lo que cada componente debe tener una marca duradera, distinguible, que no le produzca daño y resulte visible tras el montaje con la designación del acero según normas.

Los materiales montados en taller llegarán identificados con marcado adecuado, duradero y distinguible.

Puesta en obra

Ha de prevenirse la corrosión del acero evitando el contacto directo con humedad, con otros metales que produzcan corrosión y el contacto directo con yesos.

Se aplicarán las protecciones adecuadas a los materiales para evitar su corrosión, de acuerdo con el artículo 30 y 79 de la EAE y las condiciones ambientales internas y externas del edificio. Los materiales protectores deben almacenarse y utilizarse de acuerdo con las instrucciones del fabricante. Se han de preparar las superficies a proteger.

Operaciones de fabricación en taller

Corte. Por medio de sierra, cizalla, corte térmico (oxicorte) automático. Oxicorte siempre que no tengan irregularidades significativas y se hayan eliminado los restos de escoria.

Conformado. Esta operación puede realizarse siempre que las características del material no queden por debajo de las especificadas en el proyecto. Cuando se realice el plegado o curvado en frío se respetarán los radios mínimos recomendados en UNE-EN 10025. No se permite la conformación en caliente de aceros con tratamiento termomecánico, ni de los templados y revenidos a menos que se cumplan los requisitos de UNE-EN 10025-6. En particular se prohíbe cualquier manipulación en el intervalo de color azul (de 250°C a 380°C).

Perforación. Los agujeros deben realizarse por taladrado, el punzonado se admite para materiales de hasta 25 mm. de espesor siempre que el espesor nominal del material no sea mayor que el diámetro nominal del agujero. Las rebabas se deben eliminar antes del ensamblaje. Se deberá comprobar el ajuste de las superficies de apoyo por contacto en cuanto a dimensiones, ortogonalidad y planeidad.

Empalmes. No se permiten más empalmes que los establecidos en proyecto o aprobados por el director de obra.

Soldeo. Se debe proporcionar al personal encargado un plan de soldeo, que incluirá los detalles de la unión, dimensiones y tipo de soldadura, secuencia de soldeo, especificaciones del proceso y las medidas para evitar el desgarro laminar además de referencia al plan de inspección y ensayos.

Los soldadores deben estar certificados por un organismo acreditado y cualificarse de acuerdo con la norma UNE-EN 287-1:2004.

Los requisitos de calidad para el soldeo que se han de aplicar en cada clase de ejecución según UNE-EN ISO 3834 serán los recogidos en la tabla 77.1. de la EAE.

Las superficies y bordes deben ser los apropiados para el proceso de soldeo y estar exentos de fisuras, entalladuras, materiales que afecten al proceso o calidad de las soldaduras y humedad.

Los componentes a soldar deben estar correctamente colocados y fijos mediante dispositivos adecuados. Para la realización de cualquier tipo de soldadura, se estará a las especificaciones contenidas en el artículo 77 de la EAE.

La dirección facultativa especificará si es necesario recurrir a piezas adicionales de prolongación del cordón para garantizar que en el extremo exterior de un cordón se mantiene el espesor de garganta evitando los cráteres producidos por el cebado y el corte de acero.

Uniones atornilladas. Las características de este tipo de uniones se ajustarán a las especificaciones del artículo 76 de la EAE.

Para uniones atornilladas pretensadas resistentes al deslizamiento, la dirección facultativa indicará previo al comienzo de la obra cuál es la clase de superficie a obtener.

Podrán emplearse tornillos avellanados, calibrados y bulones o tornillos de inyección si se cumplen las especificaciones del artículo 76.10 del EAE.

Los diámetros de agujeros, separaciones mutuas y a bordes, sistemas de apretado y estado de superficies serán los especificados en los planos.

Si se emplean arandelas indicadoras del pretensado del tornillo, se observarán las instrucciones del fabricante que se adjuntan al proyecto.

Tratamientos de protección. Podrán aplicarse tratamientos de metalización, galvanización en caliente o pintado según las especificaciones del artículo 79 de la EAE. La dirección facultativa especificará en el comienzo de la obra si los perfiles tubulares han de protegerse interiormente.

Las superficies que vayan a estar en contacto con el hormigón, no se pintarán, solamente se limpiarán.

No se utilizarán materiales que perjudiquen la calidad de una soldadura a menos de 150 mm. de la zona a soldar y tras realizar la soldadura no se pintará sin antes haber eliminado las escorias y aceptado la soldadura.

La estructura dispondrá de protección contra la corrosión para obtener unas condiciones de servicio acordes con la vida útil de la estructura y el plan de mantenimiento teniendo en cuenta el nivel de corrosión atmosférica y grado de exposición de los diferentes componentes que esta detallado en el presupuesto del proyecto.

CONTROL, CRITERIOS DE ACEPTACIÓN Y RECHAZO Y VERIFICACIONES EN EL EDIFICIO TERMINADO

El control de calidad se realizará dando cumplimiento a las

especificaciones recogidas en la EAE en su título 7. Las actividades de control de calidad han de quedar registradas documentalmente en la documentación final de obra. La dirección facultativa aprobará un programa de control, según artículo 82 de la EAE, que desarrolle el plan de control incluido en el proyecto.

Control de la conformidad de los productos

Se atenderá a lo dispuesto en el capítulo XXI de la EAE. Los suministradores entregarán al constructor, quien los facilitará a la dirección facultativa, cualquier documento de identificación del producto exigido por la reglamentación aplicable o, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa. En el caso de que los materiales y productos dispongan de marcado CE podrá comprobarse su conformidad mediante la verificación documental de que los valores de la declaración de prestaciones que acompañan al citado marcado CE cumplen con las especificaciones del proyecto. La dirección facultativa podrá disponer en cualquier momento la realización de comprobaciones o ensayos sobre los materiales y productos que se empleen en la obra. En el caso de productos que no dispongan de marcado CE, la comprobación de su conformidad comprenderá: - Un control documental, - en su caso, un control mediante distintivos de calidad o procedimientos que garanticen un nivel de garantía adicional equivalente, conforme a lo indicado en el Artículo 84 de la EAE, y - en su caso, un control experimental, mediante la realización de ensayos.

Control de la ejecución

Se atenderá a lo dispuesto en el capítulo XXII de la EAE. El constructor incluirá, en el plan de obra, el procedimiento de autocontrol de la ejecución de la estructura. Los resultados de todas las comprobaciones realizadas serán documentados por el constructor, en los registros de autocontrol. Además, efectuará una gestión de los acopios que le permita mantener y justificar la trazabilidad de las partidas.

Los criterios de control como: programación, nivel de control, lotificación, unidades y frecuencias de inspección, comprobaciones al montaje en taller se dispondrán según artículos 89. 90 y 91 de la EAE.

El programa de montaje redactado por el constructor se realizará de acuerdo con el plan de montaje incluido como anexo a este pliego.

Las tolerancias máximas admisibles, serán las establecidas en el capítulo XVIII de la EAE, en el que se definen tipos de desviaciones geométricas correspondientes a estructuras de edificación, y los valores máximos admisibles para tales desviaciones distinguiendo entre tolerancias de fabricación y tolerancias de ejecución.

Criterios de medición y valoración

En caso de que en el presupuesto del proyecto o el contrato de obra no se especifiquen otros criterios, se adoptarán las siguientes pautas de medición y valoración:

Elementos estructurales se medirán según el peso nominal teórico. Las planchas en superficie teórica descontando huecos mayores de 1 m².

Condiciones de conservación y mantenimiento

Se exponen a continuación las condiciones básicas y generales de conservación y mantenimiento. En el preceptivo "Libro del Edificio", a redactar tras la finalización de la obra, se incluirá mayor detalle de las mismas.

No han de modificarse ni sobrecargarse los elementos estructurales respecto a su definición en proyecto.

Cada año se revisará la aparición de fisuras, grietas, flechas en vigas y forjados, pandeo en pilares, humedades o degradación del acero informando a un técnico en su caso.

Cada 10 años revisión por técnico especialista de los síntomas de posibles daños estructurales, se identificarán las causas de daños potenciales (humedades, uso), identificación de daños que afectan a secciones o uniones (corrosión, deslizamiento no previsto).

Se realizará mantenimiento a los elementos de protección de la estructura, especialmente a los de protección ante incendio, que se ajustarán a los plazos de garantía declarados por los fabricantes (de pinturas, por ejemplo).

Los edificios sometidos a acciones que induzcan fatiga contarán con un plan de mantenimiento independiente que debe especificar el procedimiento para evitar la propagación de las fisuras, así como el tipo de maquinaria a emplear, el acabado, etc.

2.4 CERRAMIENTOS

ACERO

Descripción

Cerramientos de huecos de fachada, con puertas y ventanas realizadas con carpintería de perfiles de acero laminado en caliente o conformados en frío.

Pueden estar constituidas por varias hojas y ser fijas, abatibles de diferentes modos o correderas.

Materiales

Premarcos o cercos. Pueden estar realizados con perfiles de acero galvanizado o de madera.

Perfiles de acero. Serán de acero laminado en caliente o conformado en frío (espesor mínimo de 0,88 mm), protegidos contra la corrosión. Serán rectilíneos, sin alabeos ni rebabas.

Accesorios de montaje. Escuadras, elementos de fijación, burletes de goma, cepillos, herrajes y juntas perimetrales. Todos ellos serán de material protegido contra la oxidación.

Juntas y sellados. Perimetrales a la carpintería se emplean para garantizar la estanquidad del muro y serán de materiales resistentes a la intemperie y compatibles con el material de la carpintería y muro y dispondrán de marcado CE según UNE-EN 15651-1. Los sellantes para acristalamiento no estructural justificarán marcado CE con declaración de prestaciones según UNE-EN 15651-2.

Las características higrotérmicas de los materiales contemplados en el proyecto son:

MATERIAL	TRANSMITANCIA (W/m ² ·°K)	ABSORTIVIDAD
Sin rotura de puente térmico	5,7	0,7
Con rotura de puente térmico de 4-12 mm.	4	0,7
Con rotura de puente térmico mayor de 12 mm.	3,2	0,7

Las características de los materiales puestos en obra tendrán las prestaciones señaladas anteriormente o superiores, de otro modo, habrán de ser autorizados previamente por la dirección facultativa.

Para más detalle se tendrá en cuenta lo especificado en el Catálogo de Elementos Constructivos del Código Técnico de la Edificación.

Puesta en obra

La puesta en obra de cercos y carpinterías a los paramentos verticales garantizará la estanquidad necesaria para alcanzar el necesario grado de aislamiento acústico.

Las uniones entre perfiles se soldarán en todo el perímetro de contacto.

Los cercos se fijarán a la fábrica mediante patillas de acero galvanizado, de 100 mm. de longitud y separadas 250 mm. de los extremos y entre sí de 550 mm. como máximo. Tendrá como mínimo dos patillas por travesaño o larguero. El perfil horizontal del cerco llevará 1 taladro de 30 mm² de sección en el centro y 2 a 100 mm de los extremos, para desagüe de las aguas infiltradas. La hoja irá unida al cerco mediante pernios o bisagras, de acero inoxidable o galvanizado, colocados por soldadura al perfil y a 150 mm. de los extremos. En carpinterías de hojas abatibles, el perfil superior del cerco llevará 3 taladros de diámetro 6 mm., uniformemente repartidos, y en ventana fija, además, el perfil horizontal inferior llevará 1 taladro de igual dimensión en el centro. Entre la hoja y el cerco existirá una cámara de expansión, con holgura de cierre no mayor de 2 mm.

La carpintería abatible llevará un mecanismo de cierre y maniobra de funcionamiento suave y continuo. Podrá montarse y desmontarse fácilmente para sus reparaciones. La carpintería abatible de eje horizontal llevará además un brazo retenedor articulado, que al abrirse la hoja la mantenga en posición, formando un ángulo de 45° con el cerco. Los planos formados por la hoja y el cerco serán paralelos en posición de cerrado.

En carpintería corredera, las hojas irán montadas sobre patines o poleas de acero inoxidable o material sintético y provistas en la parte superior de distanciadores, evitando las vibraciones producidas por el viento. Los carriles permitirán el desplazamiento de las hojas de forma suave. Los mecanismos de cierre y maniobra podrán montarse y desmontarse para sus reparaciones.

Los junquillos serán de fleje de acero galvanizado o inoxidables conformados en frío.

Para asegurar la estanquidad del cerramiento, las juntas alrededor del cerco o de la hoja, deberán ser continuas y estar aplastadas constante y uniformemente. El sellado se realizará sobre superficies limpias y secas empleando materiales de sellado compatibles con la carpintería y la obra de fábrica.

La carpintería vendrá protegida con imprimación anticorrosiva mínima de 15 micras de espesor y la protección galvanizada no presentará discontinuidades ni presentará soldaduras o encuentros sin recubrimiento.

CONTROL, CRITERIOS DE ACEPTACIÓN Y RECHAZO Y VERIFICACIONES EN EL EDIFICIO TERMINADO

En el caso de ventanas y puertas peatonales, la carpintería contará con marcado CE e irá acompañada de la declaración de prestaciones según la norma armonizada UNE-EN 14351, declarando expresamente comportamiento al fuego exterior, reacción al fuego, resistencia, infiltración de humo, auto cierre, estanquidad al agua, sustancias peligrosas, resistencia carga viento, resistencia carga nieve, resistencia a impactos, fuerzas de maniobra,

capacidad para soportar cargas, capacidad de desbloqueo, prestaciones acústicas, transmitancia, propiedades de radiación y permeabilidad al aire. Las puertas industriales, comerciales, de garaje y portones sin características de resistencia al fuego según UNE-EN 13241.

Los perfiles tendrán certificado de calidad reconocido. Si la dirección facultativa lo estima oportuno se harán ensayos de materiales según normas UNE de límite elástico, resistencia y alargamiento de rotura, doblado simple, resiliencia Charpy, dureza Brinell, análisis químicos, aspecto, medidas, tolerancias, adherencia, espesor medio, masa y uniformidad de recubrimiento, permeabilidad al aire, estanquidad al agua y resistencia al viento.

Se harán controles de carpintería de aplomado, enrasado y recibido de la carpintería, y fijación a la peana y a la caja de persiana. Cada 20 unidades de carpintería se hará una prueba de servicio de estanquidad al agua, y en todas las unidades se comprobará el funcionamiento del mecanismo de apertura y cierre.

Las tolerancias máximas admisibles serán:

- Desplome del cerco: 2 mm. por m.
- Enrasado: 2 mm.
- Altura y anchura: ± 0.5 mm.
- Espesor y desviaciones de escuadría: $\pm 0,1$ mm.
- Alabeo y curvatura: $\pm 0,5$ mm.
- Diferencia de longitud entre diagonales en cercos o precercos: 5 mm. si son mayores de 3 m. y 3 mm. si son de 2 m. o menos.

Criterios de medición y valoración

En caso de que en el presupuesto del proyecto o el contrato de obra no se especifiquen otros criterios, se adoptarán las siguientes pautas de medición y valoración:

Se medirá la superficie por las caras exteriores del marco.

Condiciones de conservación y mantenimiento

Se exponen a continuación las condiciones básicas y generales de conservación y mantenimiento. En el preceptivo "Libro del Edificio", a redactar tras la finalización de la obra, se incluirá mayor detalle de las mismas.

Evitar el contacto permanente de la carpintería con otros metales.

En carpinterías pintadas se comprobará su estado cada 3 años renovando acabado si fuera necesario.

Cada 6 meses se limpiará la carpintería con jabón neutro con agua, aclarando y secando con posterioridad, se engrasarán los herrajes que lo necesiten y se comprobará su estado general.

2.5 CUBIERTAS

PLACAS de ACERO

Descripción

Cubrición formada con chapas finas o paneles formados por doble hoja de chapa con interposición de aislamiento, de acero galvanizado o lacado, en los que la propia chapa o panel proporciona la estanquidad.

Materiales

Aislamiento térmico:

Dependiendo del tipo de cubierta se usarán paneles rígidos, semirrígidos o mantas y en todo caso se atenderá a lo dispuesto en el apartado correspondiente de este pliego.

Cubrición:

Chapa conformada de acero de calidad comercial protegida a corrosión mediante proceso de galvanización en continuo o lacado. Puede ser una única chapa o doble chapa con aislamiento entre ambas. Irán acompañados de la declaración de prestaciones del marcado CE según la norma armonizada UNE-EN 14783 declarando expresamente descripción de producto y fabricante, reacción al fuego, comportamiento al fuego externo y durabilidad. En el caso de doble cara metálica con aislante lo harán conforme a la norma UNE-EN 14509. Las placas translúcidas de una sola capa dispondrán de marcado CE y declaración de prestaciones según UNE-EN 1013.

Accesorios de fijación:

Ganchos, tornillos autorroscantes, tornillos rosca cortante y remaches todos ellos de acero galvanizado o inoxidable.

Junta de estanquidad:

De material elástico y flexible como vinilo o neopreno para cerrar el paso del agua o aire en las juntas entre chapas. Tendrán un perfil que se adaptará al de la chapa donde vaya a instalarse y serán duraderas en el tiempo y resistentes a los agentes químicos. Su composición química no atacará a las chapas puestas en contacto con ella.

También se utilizan masillas de poliuretano o siliconas compatibles.

Puesta en obra

Se atenderá a lo dispuesto en la Exigencia "Protección frente a la humedad" desarrollada en el Documento Básico de Salubridad del Código Técnico de la Edificación y lo dispuesto por el fabricante.

El vuelo de las chapas en alero será inferior a 350 mm. y lateralmente menor de una onda. Se dispondrán accesorios de fijación en cada cruce con las correas, distanciados como máximo 333 mm. en las correas intermedias y de limahoyas, y 250 mm. en la correa de alero y cumbre. Los ganchos se

colocarán en la zona superior o inferior de los mismos, colocando apoyaondas por cada accesorio de fijación cuando ésta se realice en la zona superior de los nervios.

El solapo de los distintos tramos de chapa lisa en cumbrera o limatesa no será menor de 150 mm. y se dispondrá una junta de sellado que garantice la estanquidad. El solapo con las chapas del faldón será el indicado en otros documentos del proyecto o el señalado por la dirección facultativa, en ningún caso menor de 150 mm. Se dispondrán 3 accesorios de fijación por metro quedando alineados entre sí.

La chapa lisa del remate lateral cubrirá al menos dos ondas. La chapa remate del encuentro en cumbrera tendrá un desarrollo mínimo de 250 mm. Se colocarán 3 accesorios de fijación por metro quedando alineados entre sí y con los accesorios del faldón.

La fijación del canalón se fijará a la correa de alero con los mismos ganchos o tornillos utilizados para fijar la chapa o panel del faldón interponiendo una junta de sellado entre las chapas del faldón y el canalón. La cota exterior del canalón será 50 mm. inferior al ala interior. El solapo de los distintos tramos será no menor de 150 mm y se interpondrá una junta de sellado que asegure la estanquidad. Los canalones no sobrepasarán los 12 m. sin hacer un cambio de pendiente, y tendrán una pendiente mínima del 1 %.

No se trabajará en la cubierta en condiciones climáticas adversas como fuertes vientos, temperaturas inferiores a 5° C, lluvias, nevadas o niebla persistente.

CONTROL, CRITERIOS DE ACEPTACIÓN Y RECHAZO Y VERIFICACIONES EN EL EDIFICIO TERMINADO

Tanto la puesta en obra como los accesorios utilizados cumplirán la NTE-QTG. Los materiales utilizados llevarán certificado de calidad reconocido. Los paneles de doble chapa serán compuestos por láminas que en el caso de acero tendrán un límite elástico mínimo de 220 N/mm².

Si la dirección facultativa lo considera oportuno, se harán ensayos de uniformidad del galvanizado, según norma UNE.

Se harán inspecciones de puesta en obra comprobando que todo se ha hecho de acuerdo con lo indicado en proyecto y por la dirección facultativa. Se comprobará la formación de faldones, espesores, distancias, colocación del aislamiento térmico, canalones, puntos singulares, materiales, juntas de dilatación, pendientes, planeidad, colocación de impermeabilización, rastreles y cobertura.

Controlando solapos longitudinales, número y situación de los accesorios de fijación y colocación del complemento de estanquidad; colocación de cumbrera, limahoya, remate y encuentro laterales con paramento.

En cada cubierta se hará una prueba de estanquidad, regándola durante 48 horas.

Las tolerancias máximas admisibles serán:

- Solapos: -20 mm.
- Distancias entre fijaciones: -100 mm.

- Vuelo alero: 50 mm.

Criterios de medición y valoración

En caso de que en el presupuesto del proyecto o el contrato de obra no se especifiquen otros criterios, se adoptarán las siguientes pautas de medición y valoración:

Se medirán superficies y longitudes en verdadera magnitud deduciendo huecos mayores de 0,5 m².

Condiciones de conservación y mantenimiento

Se exponen a continuación las condiciones básicas y generales de conservación y mantenimiento. En el preceptivo "Libro del Edificio", a redactar tras la finalización de la obra, se incluirá mayor detalle de las mismas.

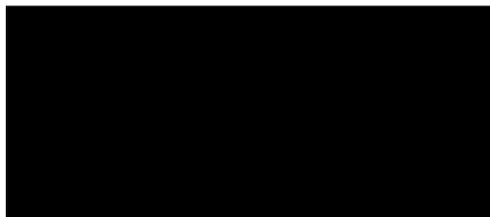
Anualmente, coincidiendo con el final del otoño, se realizará la limpieza de hojas, tierra u otros elementos acumulados en sumideros o canalones.

Durante la época de verano se revisará el estado de canalones, bajantes, sumideros, y material de cobertura reparando si fuera necesario.

Cada 2 años se revisarán posibles apariciones de óxidos y el deterioro de la protección.

Comprobar la estanqueidad de la cubierta cada 3 años.

CABAÑAS, DICIEMBRE 2021
ELIZABETH MARINA REY GARCÍA





UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

**TRABAJO FIN DE GRADO
CURSO 2021/22**

*ANÁLISIS DE DIFERENTES SOLUCIONES DE
ESTRUCTURA METÁLICA DE UNA NAVE
INDUSTRIAL*

Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales

DOCUMENTO IV

MEDICIONES Y PRESUPUESTOS

ÍNDICE MEDICIONES Y PRESUPUESTOS

MEDICIONES Y PRESUPUESTOS	581
CAPÍTULO I: ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO	581
CAPÍTULO II: CIMENTACIONES	582
CAPÍTULO III: ESTRUCTURAS	583
CAPÍTULO IV: SEGURIDAD Y SALUD	585
CAPÍTULO V: DISPOSICIONES PREVIAS	586
HOJA RESUMEN DE PRESUPUESTO	587

MEDICIONES Y PRESUPUESTOS

CAPÍTULO I: ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO

Nº	CONCEPTO	UDS.	PRECIO	IMPORTE
1.1	Desbroce y limpieza del terreno, con medios mecánicos.	m ²	1,19 €	1.101,94 €
1.2	Excavación de zanjas para cimentaciones hasta una profundidad de 2 m, en suelo de arcilla semidura, con medios mecánicos, y carga a camión.	m ³	27,46 €	2.707,64 €
			TOTAL	3.809,58 €

CAPÍTULO II: CIMENTACIONES

Nº	CONCEPTO	UDS.	PRECIO	IMPORTE
2.1	Capa de hormigón de limpieza y nivelado de fondos de cimentación, de 10 cm de espesor, de hormigón HL-150/B/20, fabricado en central y vertido desde camión, en el fondo de la excavación previamente realizada.	m ²	7,67 €	1.471,11 €
2.2	Montaje de sistema de encofrado recuperable metálico, para viga de atado, formado por paneles metálicos, amortizables en 200 usos, y posterior desmontaje del sistema de encofrado.	m ³	18,29 €	936,45 €
2.3	Encofrado perdido de fábrica de 12 cm de espesor, realizada con bloque hueco de hormigón gris de 40x20x12 cm, para revestir, y recibida con mortero de cemento, industrial, M-5, para losa de cimentación.	m ²	20,81 €	2.816,11 €
2.4	Viga de atado de hormigón armado, realizada con hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central, y vertido desde camión, y acero UNE-EN 10080 B 400 S, con una cuantía aproximada de 60 kg/m ³ . Incluso alambre de atar, y separadores.	m ²	204,32 €	2.169,98 €
2.5	Zapata de cimentación de hormigón armado, realizada con hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central, y vertido desde camión, y acero UNE-EN 10080 B 400 S, con una cuantía aproximada de 50 kg/m ³ . Incluso armaduras de espera del pilar, alambre de atar, y separadores.	m ²	186,53 €	19.322,60 €
TOTAL				27.326,15 €

CAPÍTULO III: ESTRUCTURAS

Nº	CONCEPTO	UDS.	PRECIO	IMPORTE
3.1	Acero UNE-EN 10025 S275JR, en pilares formados por piezas simples de perfiles laminados en caliente de la serie HEA, colocado con uniones atornilladas en obra.	kg	2,27 €	10.546,15 €
3.2	Acero UNE-EN 10025 S275JR, en pilares formados por piezas simples de perfiles laminados en caliente de la serie IPE, colocado con uniones atornilladas en obra.	kg	2,27 €	45.030,99 €
3.3	Acero UNE-EN 10025 S275JR, en pilares formados por piezas simples de perfiles laminados en caliente de la serie L con imprimación antioxidante, colocado con uniones atornilladas en obra.	kg	2,41 €	841,19 €
3.4	Acero UNE-EN 10025 S275JR, en pilares formados por piezas simples de perfiles laminados en caliente de la serie R con imprimación antioxidante, colocado con uniones atornilladas en obra.	kg	2,38 €	59,81 €
3.5	Acero UNE-EN 10162 S235JRC, en correas metálicas formadas por piezas simples de perfiles conformados en frío de la serie Z, acabado galvanizado, fijados a los dinteles con uniones atornilladas en obra.	kg	3,11 €	42.150,70 €
3.6	Placa de anclaje de acero UNE-EN 10025 S275JR en perfil plano, con taladro central, de 250x350 mm y espesor 12 mm, y montaje sobre 4 pernos de acero corrugado UNE-EN 10080 B 400 S de 12 mm de diámetro y 30 cm de longitud total, embutidos en el hormigón fresco, y atornillados con arandelas, tuerca y contratuerca una vez endurecido el hormigón del cimiento.	Ud	51,04 €	306,24 €

3.7	Placa de anclaje de acero UNE-EN 10025 S275JR en perfil plano, con rigidizadores y taladro central, de 450x450 mm y espesor 20 mm, y montaje sobre 4 pernos de acero corrugado UNE-EN 10080 B 400 S de 20 mm de diámetro y 45 cm de longitud total, embutidos en el hormigón fresco, y atornillados con arandelas, tuerca y contratuerca una vez endurecido el hormigón del cimiento.	Ud	151,77 €	607,08 €
3.8	Placa de anclaje de acero UNE-EN 10025 S275JR en perfil plano, con rigidizadores y taladro central, de 750x500 mm y espesor 25 mm, y montaje sobre 4 pernos de acero corrugado UNE-EN 10080 B 400 S de 25 mm de diámetro y 55 cm de longitud total, embutidos en el hormigón fresco, y atornillados con arandelas, tuerca y contratuerca una vez endurecido el hormigón del cimiento.	Ud	315,04 €	3780,48 €
3.9	Fachada de paneles sándwich aislantes, de 50 mm de espesor y 1100 mm de anchura, formados por doble cara metálica de chapa nervada de acero galvanizado prelacado, de espesor exterior 0,5 mm y espesor interior 0,5 mm y alma aislante de poliuretano de 40 kg/m ³ de densidad media, colocados en posición vertical y fijados mecánicamente con sistema de fijación oculta a una estructura portante o auxiliar.	m ²	71,09 €	40.677,70 €
3.10	Cobertura de paneles sándwich aislantes de acero, con la superficie exterior grecada y la superficie interior lisa, de 30 mm de espesor y 1150 mm de anchura, formados por doble cara metálica de chapa estándar de acero, acabado prelacado, de espesor exterior 0,5 mm y espesor interior 0,5 mm y alma aislante de lana de roca de densidad media 145 kg/m ³ , y accesorios, colocados con un solape del panel superior de 200 mm y fijados mecánicamente sobre entramado ligero metálico, en cubierta inclinada.	m ²	50,95 €	47.312,17 €
TOTAL				191.847,51 €

CAPÍTULO IV: SEGURIDAD Y SALUD

Nº	CONCEPTO	UDS.	PRECIO	IMPORTE
4.1	Mes de alquiler de caseta prefabricada para aseos en obra, de dimensiones 3,45x2,05x2,30 m (7,00 m ²).	Ud	209,79 €	209,79 €
4.2	Mes de alquiler de caseta prefabricada para vestuarios en obra, de dimensiones 6,00x2,33x2,30 m (14,00 m ²)	Ud	160,23 €	160,23 €
4.3	Gafas de protección con montura integral, con resistencia a polvo grueso, con ocular único sobre una montura flexible y cinta elástica, amortizable en 5 usos.	Ud	4,59 €	45,90 €
4.4	Mascarilla autofiltrante contra partículas, fabricada totalmente de material filtrante, que cubre la nariz, la boca y la barbilla, garantizando un ajuste hermético a la cara del trabajador frente a la atmósfera ambiente, FFP3, con válvula de exhalación, amortizable en 1 uso.	Ud	13,52 €	135,20 €
4.5	Juego de orejeras, con reducción activa del ruido, compuesto por un casquete diseñado para producir presión sobre la cabeza mediante un arnés y ajuste con almohadillado central, con atenuación acústica de 36 dB, amortizable en 10 usos.	Ud	11,10 €	111,00 €
4.6	Casco contra golpes, destinado a proteger al usuario de los efectos de golpes de su cabeza contra objetos duros e inmóviles, amortizable en 10 usos.	Ud	0,31 €	3,10 €
4.7	Señal provisional de obra de chapa de acero galvanizado, de peligro, triangular, L=70 cm, con retroreflectancia nivel 1 (E.G.), con caballete portátil de acero galvanizado. Amortizable la señal en 5 usos y el caballete en 5 usos.	Ud	13,36 €	27,26 €
4.8	Mes de alquiler de caseta prefabricada para aseos en obra, de dimensiones 3,45x2,05x2,30 m (7,00 m ²).	Ud	209,79 €	209,79 €
			TOTAL	692,48 €

CAPÍTULO V: DISPOSICIONES PREVIAS

Nº	CONCEPTO	UDS.	PRECIO	IMPORTE
5.1	Alquiler mensual de grúa torre de 40 m de flecha y 750 kg de carga máxima.	Ud	1.703,73 €	1.703,73 €
5.2	Alquiler, durante 10 días naturales, de torre de trabajo móvil, con plataforma de trabajo de 3x1 m ² , situada a una altura de 3 m, formada por estructura tubular de acero galvanizado en caliente de 48,3 mm y 3,2 mm de espesor, preparada para soportar una carga de 2,0 kN/m ² uniformemente distribuida sobre la plataforma y una carga puntual de 1,5 kN.	Ud	69,71 €	278,84 €
			TOTAL	1.982,57 €

HOJA RESUMEN DE PRESUPUESTO

CAPÍTULO	IMPORTE
I. ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO	3.809,58 €
II. CIMENTACIONES	27.326,15 €
III. ESTRUCTURA	191.847,51 €
IV. SEGURIDAD Y SALUD	692,48 €
V. DISPOSICIONES PREVIAS	1.982,57 €
IMPORTE DE EJECUCIÓN DEL MATERIAL	225.658,29 €
13 % GASTOS GENERALES	29.335,58 €
6 % BENEFICIO INDUSTRIAL	13.539,50 €
IMPORTE DE EJECUCIÓN	268.533,37 €
21 % IVA	56.392,01 €
IMPORTE CONTRATA	324.925,37 €

ASCIENDE EL PRESENTE PRESUPUESTO POR CONTRATA CON IVA A LA CANTIDAD DE **TRESCIENTOS VEINTICUATRO MIL NOVECIENTOS VEINTICINCO EUROS CON TREINTA Y SIETE CÉNTIMOS**

CABAÑAS, DICIEMBRE 2021
ELIZABETH MARINA REY GARCÍA

