



Universidad de Valladolid
Campus de Palencia



**Escuela Técnica Superior
de Ingenierías Agrarias Palencia**

Titulación:
GRADO EN INGENIERÍA AGRÍCOLA Y DEL MEDIO RURAL

***PROYECTO DE ALMACÉN AGRÍCOLA PARA PLAN DE
MEJORA DE EXPLOTACIÓN AGRÍCOLA, DE 190 HA DE
SECANO/REGADÍO, EN OSORNO (PALENCIA).***

DOCUMENTO 1: MEMORIA

Alumno/a: MANUEL TERÁN GONZÁLEZ

Tutor/a: ENRIQUE RELEA GANGAS

Cotutor/a:

Mes SEPTIEMBRE de 2015

DOCUMENTO 1

MEMORIA

INDICE

1. Objeto del proyecto.....	7
1.1 Naturaleza.....	7
1.2. Agentes.....	7
1.2.1 Promotor.....	7
1.2.2 Autor del proyecto.....	7
1.2.3 Director de obra.....	7
1.3. Localización de la parcela.....	7
1.4 Emplazamiento.....	8
2. Antecedentes.....	8
2.1 Bases del Proyecto.....	8
2.2 Promotor.....	8
2.3 Condicionantes del medio.....	8
2.4. Condicionantes legales.....	9
2.4.1 Cumplimiento del CTE.....	10
2.4.2. Cumplimiento de otras normativas específicas.....	10
2.5. Estudio de alternativas.....	12
2.5.1.Situación de partida.....	12
2.5.2. Alternativas.....	12
3. Ingeniería del proyecto.....	13
3.1 Ingeniería del proceso.....	13
3.1.1. Introducción.....	13
3.1.2 Situación.....	13
3.1.3 Climatología.....	13
3.1.4. Topografía.....	13

3.1.5. Edafología.....	13
3.1.6. Medios de producción.....	13
3.1.7 Sistema de producción.....	15
3.2 Ingeniería de las obras.....	16
3.2.1 Descripción general del edificio.....	16
3.2.2. Prestaciones del edificio.....	19
4. Memoria constructiva.....	20
4.1 Sustentación del edificio.....	20
4.2. Sistema estructural.....	20
4.2.1. Cimentación.....	20
4.2.2. Estructura portante.....	21
4.3. Sistema envolvente.....	21
4.3.1. Fachadas.....	21
4.3.2. Cubiertas.....	22
4.3.3. Carpintería exterior.....	22
4.4. Sistemas de acabados.....	22
4.4.1. Solados.....	22
4.4.2. Pintura y acabados.....	23
4.4.3. Cubierta.....	23
4.5. Sistemas de acondicionamiento e instalaciones.....	23
4.5.1. Instalaciones de Protección contra Incendios.....	23
4.5.2. Instalación de Evacuación de Líquidos.....	23
5. Cumplimiento del Código Técnico.....	23
5.1. DB SE Seguridad estructural.....	24
5.2.1. Norma de construcción sismorresistente (ncse-02).....	25
5.2. DB SI Seguridad en caso de incendio.....	25
5.2.1. Propagación interior.....	25

5.2.2. Propagación exterior	25
5.2.3. Evacuación de ocupantes	25
5.2.4. Instalaciones de protección contra incendios	25
5.2.5. Intervención de los bomberos	25
5.2.6. Resistencia al fuego de la estructura	25
5.3. DB SUA Seguridad de utilización y accesibilidad.	25
5.3.1 Seguridad frente al riesgo de caídas	26
5.3.2. Seguridad frente al riesgo de impacto o de atrapamiento.	26
5.3.3 Seguridad frente al riesgo de aprisionamiento	26
5.3.4. Seguridad frente al riesgo causado por iluminación inadecuada	26
5.3.5 Seguridad frente al riesgo causado por vehículos en movimiento	26
5.3.6. Seguridad frente al riesgo causado por la acción del rayo	26
5.3.7 Accesibilidad	26
5.4 DB HS Salubridad	26
5.4.1. Protección frente a la humedad	27
5.4.2. Recogida y evacuación de residuos	27
5.4.3. Calidad del aire interior	27
5.4.4. Suministro de agua	27
5.4.5. Evacuación de aguas	27
5.5. DB – Protección frente al ruido	27
5.6. DB –HE Ahorro de energía	27
5.6.1. Limitación de demanda energética	27
5.6.2. Rendimiento de las instalaciones térmicas	27
5.6.3. Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación	27
5.6.4. Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria.	27
5.6.5. Contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica	28
6. Cumplimiento de otras normativas y disposiciones	28

6.1. - R.D. 486/1997 Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo	28
6.1.1. Objeto	28
6.1.2. Antecedentes	28
6.1.3. Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo	28
7. Programación de las obras.	30
8. Puesta en marcha del proyecto.	31
9. Estudios ambientales.	31
10. Estudio económico.	31
11. Resumen del presupuesto.	33

MEMORIA MEMORIA DESCRIPTIVA.

1. Objeto del proyecto.

1.1 Naturaleza.

El objeto del proyecto es la construcción de una nave para almacenar productos procedentes de la explotación agrícola, así como de la maquinaria empleada, que sirva de guía clara para la construcción del almacén, a los agente intervinientes, y solicitar de las autoridades competentes de la Administración los correspondientes permisos de construcción y licencias. Por otra parte se solicitará a la Junta de Castilla y León, una ayuda económica para la realización del almacén agrícola, mediante dos líneas de ayuda LINEA A –Ayudas a la primera Instalacion de jóvenes agricultores (orden AYG/392/2015) y LINEA B – Instalación en las explotaciones agrarias mediante plan de mejora (orden AYG/392/1015).

1.2. Agentes.

1.2.1 Promotor.

El promotor es MARIANO RUBIO FERNANDEZ un Agricultor a Título Principal, mayor de edad, y con domicilio en,Osorno (Palencia).

1.2.2 Autor del proyecto.

EL alumno de GRADO EN INGENIERÍA AGRÍCOLA Y DEL MEDIO RURAL. Manuel Terán González,.

1.2.3 Director de obra.

EL alumno de GRADO EN INGENIERÍA AGRÍCOLA Y DEL MEDIO RURAL. Manuel Terán González,.

1.3. Localización de la parcela.

El almacén se construirá en la parcela y 1010 del polígono 15 del municipio de Osorno la Mayor, en la provincia de Palencia.

Se accede a ellas por el camino del cementerio desde la nacional N-120, sentido León, son las primeras parcelas rusticas que nos encontramos tras pasar las naves de almacenamiento de cereal. El acceso se realizará por la parcela 1009 que es propiedad del promotor.

1.4 Emplazamiento.

La nave se emplazara lo más próxima al camino, con una orientación noroeste para facilitar tanto la entrada como la salida, ya sea de la maquinaria empleada en la explotación como de camiones de clientes y proveedores.

La parcela 1010 con una superficie de 2.665 m².

La nave se proyectara de 450 m², según petición del promotor. Con unas dimensiones de 15 x 30 m y 7 metros de altura hasta la cornisa para poder usar los volquetes.

2. Antecedentes.

2.1 Bases del Proyecto.

2.2 Promotor.

El titular de la explotación agraria, encarga al estudiante de Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural, que suscribe la confección del Proyecto Técnico de Ejecución correspondiente a la construcción de una nave y que al mismo tiempo sirva de guía para su realización.

2.3 Condicionantes del medio

La nave será independiente, con los retranqueos reglamentarios en el lateral y el fondo, disponiendo de acceso, en su frontal, a el camino.

- Características de la parcela y estado actual: Las parcela es usadas en la actualidad como Era, tienen una pendiente media del 1,5 % y una superficie es de 2.665 m².
- Características geográficas, geológicas y topográficas. El terreno donde se edificarás sensiblemente horizontal, como ya expuse de un 1,5 %.
- Programa de necesidades.
- Descripción de la actividad. Nave destinada a almacén de materias primas y productos agrícolas, así como garaje de la maquinaria de la explotación.
- De planta rectangular con unas dimensiones de 15 m x 30 m, = 450 m² de construcción, en una sola planta diáfana.

La actividad según la Ley 11/2003 de 8 de Abril (BOCyL-14-Abril), "No es clasificada", no generando molestias o alterando las condiciones de salubridad, ni causar daños al medio ambiente o producir riesgos para las personas o bienes, sin potencia mecánica, etc.

- Relación con el entorno. Se trata de una nave agrícola con fachada principal al norte, el acceso al camino se encuentra al noroeste de la fachada principal, de nueva apertura, abierta la parcela en todos sus frentes por los retranqueos previstos.

- Solución adoptada. De acuerdo con el estudio previo, el estudio del terreno y el programa de necesidades presentado por la propiedad, se adoptaron las soluciones según se detallan en los documentos de este proyecto.
- Materiales. Todos los materiales a emplear serán de primera calidad, previa consulta a la Dirección Facultativa, y acordes con los usuales de la localidad.
- Sistema constructivo. El sistema constructivo a emplear será el tradicional de la zona, ateniéndose en su realización a las partidas que figuran en el presupuesto del presente proyecto, así como al pliego de condiciones y normativas técnicas de aplicación en la ejecución de obras que igualmente se adjuntan.

2.4. Condicionantes legales.

Para la redacción del presente proyecto y para todos los cálculos se ha tenido en cuenta toda la normativa vigente aplicable sobre construcción, siendo asimismo de obligado cumplimiento de acuerdo con el artículo 1.A.1 del Decreto 462/1.971, de 11 de Marzo, sobre redacción de proyectos y dirección de obras de edificación.

Serán de aplicación inexcusable y obligatoria para la realización del conjunto de trabajos que desarrollen proyectos y obras, la totalidad de Decretos, Reglamentos, Leyes y Ordenes Ministeriales en sus distintos ámbitos con atención especial al Código Técnico de la Edificación y al conjunto de Las Normas Básicas de la Edificación, y a nivel de aplicación por voluntad técnica de este Facultativo las correspondientes a las Normas Tecnológicas de la Edificación.

El desconocimiento de la normativa, no exime, en ningún caso de la responsabilidad derivada de su incumplimiento.

Además se deberán adoptar todas las normativas de nueva aplicación que puedan afectar al desarrollo y ejecución del proyecto, debiendo ser informada la Dirección Facultativa de todas las prescripciones aplicables, no determinadas antes de su aplicación a todos los efectos oportunos.

Se exigirá al contratista garantías, Documentos de Idoneidad Técnica, Sellos de Calidad, Normativa Cumplimentada, etc. de todos los materiales utilizados en la obra.

Todas las modificaciones del proyecto en obra deberán quedar reflejadas en planos definitivos, que deberán ser entregados por la contrata junto con los manuales de puesta en marcha, conservación y mantenimiento de todas y cada una de las instalaciones técnicas y sus equipos para poder hacer definitiva la Recepción Provisional de las Obras.

2.4.1 Cumplimiento del CTE.

A) DB SE Seguridad Estructural.

- DB SE-AE Acciones en la Edificación.
- DB SE-C Cimentaciones.
- DB SE-EA Estructuras de Acero.
- DB SE-F Estructuras de Fábrica de Ladrillo.
- DB SE-M Estructuras de Madera.

B) DB SI Seguridad en caso de Incendio.

- DB SI 1 Propagación interior.
- DB SI 2 Propagación exterior.
- DB SI 3 Evacuación.
- DB SI 4 Detección, control y extinción del incendio.
- DB SI 5 Intervención de los bomberos.
- DB SI 6 Resistencia al fuego de la estructura.

C) DB SU Seguridad de Utilización.

- DB SU 1 Seguridad frente al riesgo de caídas.
- DB SU 2 Seguridad frente al riesgo de impacto o de atrapamiento.
- DB SU 3 Seguridad frente al riesgo de aprisionamiento.
- DB SU 4 Seguridad frente al riesgo causado por iluminación inadecuada.
- DB SU 5 Seguridad frente al riesgo causado por situaciones con alta ocupación.
- DB SU 6 Seguridad frente al riesgo de ahogamiento.
- DB SU 7 Seguridad frente al riesgo causado por vehículos en movimiento.
- DB SU 8 Seguridad frente al riesgo causado por la acción del rayo.

D) DB HS Salubridad.

- DB HS 1 Protección frente a la humedad.

2.4.2. Cumplimiento de otras normativas específicas.

- Estatales.
 - Ley 38/1999, de 5 de noviembre de ordenación de la edificación y sus modificaciones por Ley 2472001 de 27 de diciembre, Ley 53/2002 de 30 de diciembre y Ley 25/2009, de 22 de diciembre.
 - Código Técnico de la Edificación CTE- aprobado por RD 314/2006, de 17 de mayo, y sus modificaciones por RD 1371/2007 de 19 de enero, RD 410/2010 de 31 de marzo.
 - Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08), según Real Decreto 1247/2008, de 18

de julio con entrada en vigor el 1 de diciembre de 2008

- RC-08 Instrucción para la Recepción de cementos. RD.956 /2006 de 6 de junio.
- Norma de construcción sismorresistente, según el Real Decreto 997/2002, de 27 de septiembre.
- Decreto 426/1971, de 11 de marzo por el que se aprueban las normas de redacción de proyectos.
- Ley 31/1995 de 8 de noviembre de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 4867/1997 de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre por el que establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción. Y sus modificaciones por RD. 2177/2004 de 12 de noviembre, RD 604/2006, de 19 de mayo, RD.1109/2007 de 24 de octubre y RD, 337/2010 de 19 de marzo.
- El Decreto de la presidencia del Gobierno 2.414/1961 de 30 de noviembre de 1961, por el que se aprueba el Reglamento de Actividades Molestas, Insalubres, Nocivas y Peligrosas. Modificado por el 374/2001
- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero por el que regula la producción y gestión de residuos de construcción y demolición.
- Reglamento de instalaciones de protección contra incendios.
 - Autonómicas.
- Ley 10/1998 de 5 de diciembre de Ordenación del Territorio de la Comunidad de - Castilla y León, modificada por la Ley 14/2006 de 4 de diciembre
- Ley 5/1999, de 8 de abril de Urbanismo de Castilla y León, modificada por Ley 10/2002, de 10 de julio.
- Decreto 22/2004 de 29 de enero por el que se aprueba el Reglamento de Urbanismo de Castilla y León, modificado por el Decreto 68/2006 de 5 de octubre.
- Ley 11/2003 de 8 de abril de 2002, de Prevención Ambiental de Castilla y León (B.OCYL 14-04-2002), modificada por la Ley 3/2005 de 23 de mayo, la Ley 8/2007, de
- Decreto 159/1994, de 14 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de aplicación de la Ley de Actividades Clasificadas.
- Ley 31/1998 de 24 de junio de accesibilidad y supresión de barreras.
- El Decreto 217/2001 de 30 de agosto que regula el Reglamento de accesibilidad y Supresión de barreras, de la consejería de Sanidad y bienestar Social de la Junta de Castilla y León.
- Ley 5/2009, de 4 de junio, del Ruido de Castilla y León

- Locales.
- NORMAS URBANISTICAS MUNICIPALES DE OSORNO.

2.5. Estudio de alternativas.

2.5.1.Situación de partida.

El punto de partida es una explotación de agraria de secano/regadío de 190,00ha, dedicadas al cultivo de trigo, cebada ,girasol y forraje . El titular de la explotación , es un Agricultor a Titulo Principal, que pretende solicitar un plan de mejora de las estructuras de la producción, con planteamientos técnicos, económicos y financieros adecuados.

2.5.2. Alternativas

En la explotación

La entrada del titular a la explotación está motivada por el cese de actividad de un familiar directo que explotaba la propiedad familiar y la unión de la explotación familiar por parte de los padres , que también cesó de actividad.

Al unir ambas explotaciones, parte en Piña de Campos y parte en Osorno y Abia de las Torres, la mayoría explotadas en régimen de secano al no existir una infraestructura de regadío y el acomodo de sus anteriores explotadores, provoco la inquietud del titular por explotar estos recursos, unido a que parte de la explotación se encuentra en la zona de la vega del Rio Valdavia pendiente de una transformación de secano a regadío con una concentración parcelaria y disponiendo de una nave de unos 150 m², se hacía y se hace difícil el posible almacenamiento tanto de los productos obtenidos, alfala, forraje y cereal como de la nueva maquinaria adquirida , cañon de riego, empacadora, hileradora y de los aperos que antes había.

Ante todo esto, el promotor propone la construcción de un almacén donde pueda llevar a cabo todo lo anteriormente descrito, inicialmente se propuso la construcción de nave y henil, pero el almacenaje del forraje no iba a ser gran problema porque posee contratos con diferentes clientes para la venta inmediata, casi en parcela, de los cortes que pueda obtener en el transcurso de la campaña.

Para la construcción se plantea la alternativa de estructura metálica o de hormigón , pero se toma la alternativa de la estructura mixta con pórticos y un muro de hormigón de 4 m para poder almacenar tanto grano como forraje si fuera necesario y la maquinaria. Dejando el almacén más pequeño como taller y almacén de maquinaria, ya que posee energía eléctrica.

3. Ingeniería del proyecto

3.1 Ingeniería del proceso.

3.1.1. Introducción

El proyecto se basa en una explotación de secano, de 190ha, situada en las zonas de Campos y Valdavia, dedicada al cultivo de cereales y forrajes. Dirigida por un agricultor a título principal, (ATP) que genera una unidad de trabajo agrario (UTA).

Pretende realizar un almacén agrícola, solicitando ayudas a través de un plan de mejora, para lo cual amplía la explotación a 190 ha e introduce el cultivo de forrajeras como indica la PAC. También esta inmerso en un plan de implantación de joven agricultor, que le obliga a explotar una superficie de cultivo de verano (regadío).

3.1.2 Situación

La explotación está situada en las localidades de Piña de Campos, Osorno y Abia de las torres, en las zonas de Campos y Valdavia.

3.1.3 Climatología

Predomina el clima mediterráneo templado, siendo los valores medios de sus variables climáticas:

Por lo que respecta al régimen de humedad los índices de humedad, mensuales y anuales, la lluvia de lavado, la distribución estacional de la pluviométrica, etc, lo define como mediterráneo seco.

3.1.4. Topografía.

La topografía es variada, desde zonas de vega con laderas hasta zonas de paramo, no existiendo grandes pendientes.

3.1.5. Edafología.

El suelo del páramo está formado por bancos calizos de espesor comprendido entre 1 y 30 metros. Las calizas son blancas o grises muy claras. En las superficies de los páramos constituidas por este tipo de calizas, abundan las arcillas rojas de descalcificación. Generalmente sobre estos suelos calizos se han desarrollado, suelos medianamente profundos con texturas de equilibradas a finas, alcalinos que sostienen la agricultura de la zona

3.1.6. Medios de producción.

Tierra

El régimen de tenencia de la tierra: en propiedad 190 ha en propiedad, procedentes de la explotación familiar.

El termino de Osorno y Abia está concentrado, mientras que el municipio de Piña esta pendiente de concentración, que la explotación cuenta con 190,00ha en 65 parcelas, a una media de 2,90 ha, por parcela.

Edificios e instalaciones.

La explotación cuenta con dos almacenes: uno de 150 m² que actualmente se destina a guardar parte de la maquinaria y algo de grano, en la situación prevista se destinara a taller, para reparaciones, almacén y mantenimiento ya que dispone de luz eléctrica. El otro almacén de 89 m² para guardar los fitosanitarios y almacén, esta edificación no dispone de luz eléctrica. Ambos están contruidos hace más de 40 años y están situados muy cerca del casco urbano.

Maquinaria

- ✓ Tractor de 180cv
- ✓ Tractor de 90cv
- ✓ Pala acoplada a tractor
- ✓ Ganchos carga fardos
- ✓ Arado de vertedera
- ✓ Grada de discos
- ✓ Cultivador chisel
- ✓ Rodillo
- ✓ Remolque 4000Kg
- ✓ Remolque 12000Kg
- ✓ Sembradora
- ✓ Plataforma para fardos , de 12m
- ✓ Abonadora
- ✓ Segadora
- ✓ Acondicionador
- ✓ Empacadora
- ✓ 2 motores de riego.
- ✓ Cañón de riego
- ✓ Cobertura aérea de riego.

Mano de obra.

La explotación, es familiar, con 1 UTA (Unidad de Trabajo Agrario), la mano de obra se ha considerado la del propio agricultor, para la realización de todas las labores excepto para la recolección del grano que se alquila la cosechadora.

3.1.7 Sistema de producción

El laboreo es el tradicional, en los rastros de trigo y cebada, al tratarse de un terreno de suelo profundo y pedregoso con altas producciones de grano y paja, se realizan labores profundas con grada de discos, a 30cm y se alterna con **mínimo laboreo** en el rastreo de leguminosas preparando el terreno con un cultivador – chisel con una labor vertical de 25cm de profundidad.

La superficie está distribuida inicialmente en 97 Ha , distribuidas en 95 % secano y un 5 % regadío.

A esta superficie se le añaden 93 Has, el total al unirse esta superficie, es de 190 Has.

La distribución final de secano y regadío es de 47 Has de regadío y 143 Has de secano.

Inicialmente el regadío de los cereales se hacía a pie y con un pequeño motor y cobertura aérea, en la situación futura el riego se hará mediante cañón y cobertura.

Cultivos

El sistema se basa, en las parcelas de secano, en una rotación de cereal, leguminosa y girasol, lo normal será trigo o cebada, veza. En cuanto al regadío se hará de la misma forma pero sustituyendo las vezas por el cultivo de alfalfa, siempre teniendo en cuenta que se trata de un cultivo de 5-6 años.

PRODUCCIONES

. La explotación está formada por una superficie de secano que tiene unos rendimientos por hectárea inferiores a las superficies de regadío, con el nuevo proceso de producción y la implementación de métodos de riego más eficientes, se estima una producción de cereal en regadío mucho más alta que la del secano, aplicando los riegos correctamente.

El cultivo de la alfalfa será el cultivo que aportará $\frac{1}{4}$ de los ingresos de la explotación, con una superficie que ocupa el 9% de la explotación. Es sin duda el cultivo más rentable.

Las producciones (Kg/ha) estimadas serán:

P R O D U C T O	Has	Kg / H a
TRIGO SECANO	95	3.000
TRIGO REGADIO	20,8	6.000
CEBADA SECANO	13,7	3.000
CEBADA REGADIO	9,2	6.000
VEZA	34,2	3.500
ALFALFA	17,1	15.000
PAJA	138	1.000

Las producciones totales estimadas son:

TRIGO	409.800 Kg
CEBADA	96.300 Kg
VEZA	119.700 Kg
ALFALFA	256.500 Kg
PAJA	138.700 Kg

3.2 Ingeniería de las obras.

3.2.1 Descripción general del edificio.

-Solar: la geometría de la parcela no es determinante a la hora de diseñar la nave. El terreno ocupado por la futura nave se encuentra nivelado y enrasado al nivel del camino.

-La nave de planta rectangular de 15 m de frente al camino y de fondo 30 m. altura al alero de 7,00m y 9,00m en cumbrera. Cubierta a dos aguas con una pendiente del 20%. Estructura de pórticos metálicos, paredes de hormigón armado hasta una altura de 4 m, los otros 3 metros de chapa y cubierta de chapa tipo sándwich con acabado de color rojizo.

- Accesos. A la finca se produce a través del camino rural y luego a la parcela 1009 y desde ahí ya a la parcela 1010. El acceso a la nave es desde puerta abatible de 6x7. Asimismo cuenta con una puerta de paso de para peatones.

Sistema estructural.

- Cimentación.

Los parámetros básicos que determinan la elección del sistema de cimentación son la tensión admisible del terreno y sus características físicas, químicas, geológicas y topográficas.

Para la determinación de éstas se ha realizado el estudio geotécnico necesario, cuyos datos quedan reflejados en el anejo 4.

La cimentación se realiza basándose en zapata corrida de hormigón armado HA-25/P/20/IIa y acero tipo B-500 S,

Una vez excavadas las zanjas y pozos y previo a la colocación de la armadura y vertido del hormigón de resistencia, se efectuará el mencionado relleno de hormigón pobre con un mínimo de 5 cm de espesor para limpieza y nivelación.

- Estructura portante.

Los aspectos básicos que se han tenido en cuenta a la hora de adoptar el sistema estructural para la edificación que nos ocupa son principalmente la resistencia mecánica y estabilidad, la seguridad, la durabilidad, la economía, la facilidad constructiva, la modulación y las posibilidades de mercado.

El uso previsto del edificio queda definido en el apartado dedicado al programa de necesidades de la presente memoria descriptiva.

Las bases de cálculo adoptadas y el cumplimiento de las exigencias básicas de seguridad se ajustan a los documentos básicos del CTE.

Se dotará a la nave de estructura metálica porticada, para una luz de 15 m, compuesta correas, pórticos, hastiales o dinteles, arriostramiento, anclajes, cubierta, lucernario, canalones, de las medidas señaladas en los planos y presupuesto de mediciones.

Sistema envolvente.

Conforme al “Apéndice A: Terminología”, del DB-HE

- Cubiertas.

La cubierta será de panel sándwich de chapa prelacada de acero nervado de 0,6mm de espesor.

- a) Seguridad estructural. Se considerará el peso propio de los diferentes elementos que conforman el paquete de cubierta. Para el cálculo de sobrecargas, se tendrá en cuenta que la cubierta no es transitable. La carga de nieve se considerará con el valor correspondiente a las localidades con altitud inferior a 1000m. Se considera el peso y ubicación de otros elementos.
- b) Protección contra la humedad. No aplicable.
- c) Evacuación de aguas. El clima y la pluviométrica de la zona determinan la dimensión de los paños de cubierta, sus pendientes y el dimensionado de las bajantes.
- d) Seguridad en caso de incendio. Los elementos que forman la cubierta se diseñarán atendiendo a las condiciones de resistencia al fuego exigidas en DB SI.

- e) Seguridad de utilización. La cubierta no será transitable y se considera accesible solo para mantenimiento.
- Sistemas de acabados.

Relación y descripción de los acabados empleados en el edificio, así como los parámetros que determinan las previsiones técnicas y que influyen en la elección de los mismos.

- A) Solados. El suelo de la nave será realizado de hormigón con mallazo 15x15x6 de 15cm de espesor según las especificaciones indicadas en las mediciones y los planos.
- B) Pinturas y acabados. La estructura metálica irá pintada con una imprimación antioxidante y una mano de acabado.
- C) Cubierta. La cubierta se realizará en chapa prelacada tipo sándwich, anclada a lascorreas. Se colocarán paños translúcidos de poliéster reforzado para los lucernarios. No llevará ningún acabado, salvo el que viene de fábrica (prelacado).
- Sistemas de acondicionamiento ambiental.

Entendido como tal, la elección de materiales y sistemas que garanticen las condiciones de higiene, salud y protección del medioambiente, de tal forma que se alcancen condiciones aceptables de salubridad y estanqueidad en el ambiente interior del edificio y que éste no deteriore el medio ambiente en su entorno inmediato, garantizando una adecuada gestión de toda clase de residuos.

- A) Protección frente a la humedad (HS1).

Los factores a tener en cuenta son: Grado de impermeabilidad de los cerramientos (para evitar humedades por filtración o capilaridad), para lo que los muros serán impermeables en toda su superficie. Presión de vapor y el factor de temperatura de las superficies (para evitar condensaciones, tanto superficiales como intersticiales), Humedad atmosférica, régimen de lluvias y temperaturas exterior e interior.

- B) Recogida y evacuación de residuos (HS2).

Se prevé la colocación de contenedores en el interior de la nave para recogida de los posibles residuos.

- C) Calidad del aire interior (HS3).

Son varios los factores que influyen en la elección de los diferentes sistemas de ventilación. Así, en el almacén habrá que tener en cuenta el número de vehículos para evitar la acumulación de los gases.

3.2.2. Prestaciones del edificio.

Requisitos básicos.

Descripción de las prestaciones del edificio por requisitos básicos y en relación con las exigencias básicas del CTE.

Son requisitos básicos, conforme a la Ley de Ordenación de la Edificación (Artículo 3º), los relativos a la funcionalidad, seguridad y habitabilidad.

Se establecen estos requisitos con el fin de garantizar la seguridad de las personas, el bienestar de la sociedad y la protección del medio ambiente, debiendo los edificios proyectarse, construirse, mantenerse y conservarse de tal forma que se satisfagan estos requisitos básicos

.

Requisitos básicos relativos a la funcionalidad.

.

A) Seguridad estructural (DB-SE)..

B) Seguridad en caso de incendio (DB-SI).

C) Seguridad de utilización (DB-SU).

.

Requisitos básicos relativos a la habitabilidad.

A) Salubridad (DB-HS). Higiene, salud y protección del medio ambiente.

B) Protección contra el ruido (DB-HR).

C) Ahorro de energía y aislamiento térmico (DB-HE).

Resumen.

Con examen de los planos y de las presentes indicaciones, queda a juicio del Técnico que suscribe, suficientemente definida la obra a realizar, pudiendo formarse una idea más exacta de la construcción que se proyecta y del detalle de los materiales a emplear, con la lectura del Estado de Mediciones y del Pliego de Condiciones de este Proyecto, cuyos documentos, junto con el Presupuesto, permiten determinar las calidades de las unidades de obra a emplear.

Para lo no especificado en esta Memoria o en los documentos citados y que se refieren a características generales y/o comunes en la construcción, se aplicará lo establecido en el Pliego General de Condiciones de la Edificación y en las Normas Tecnológicas, según se señala en el Pliego de Condiciones Particulares de este Proyecto; y para las discrepancias entre diferentes documentos de este proyecto, deberá consultarse el Ingeniero redactor del mismo.

4. Memoria constructiva.

4.1 Sustentación del edificio

4.1.1 Estudio geotécnico. Contenido en el anejo 4

Presión de diseño: Para el cálculo de la cimentación será de $\gamma_{adm} < 2\text{Kg/cm}^2$.

Movimiento de tierras y acondicionamiento del terreno.

No existen servidumbres de uso o funcionamiento sobre las edificaciones vecinas, Realizado el replanteo en el interior de la parcela, en la zona prevista, dentro de los límites especificados en las Ordenanzas, y adoptando las medidas de seguridad exigidas en la Normativa de Seguridad y Salud en el Trabajo, se comenzarán los correspondientes trabajos de explanación y desbroce.

Posteriormente se harán los trabajos necesarios para rebajar o elevar el terreno existente hasta la cota definitiva de asiento de las soleras.

Luego se realizará la excavación de pozos y zanjas para la cimentación y saneamiento. Esta se realizará por medios mecánicos, refinando los taludes y fondos manualmente.

Si a la profundidad señalada en los planos, el terreno no garantizara la tensión admisible prevista en los planos, se excavará hasta encontrar el firme deseado, rellenando el exceso con hormigón de limpieza HC-150/P/20.

En caso necesario, se realizarán los drenajes oportunos

.

Otros trabajos previos.

El replanteo se realizará dejando los retranqueos indicados y reflejados en los planos, siguiendo las alineaciones actuales del mismo, con los retranqueos indicados de 22m en su lateral Sur, de 6m en el frente orientación Este y 89m en el lateral Norte.

4.2. Sistema estructural.

4.2.1. Cimentación.

Datos e hipótesis de partida.

Condiciones del terreno. Los datos determinantes para el cálculo de la cimentación serán la tensión admisible del terreno y sus características físicas, químicas, geológicas y topográficas.

Características del edificio. Se trata de un edificio de una sola planta sobre rasante en la nave.

Características de la estructura. Consistirá en estructura porticada.

Programa de necesidades.

La cimentación tendrá que consistir en zapata corrida.

Procedimientos o métodos empleados.

- Zapata corrida: Existirá una zapata corrida bajo el muro perimetral de hormigón,
- Solera: se construirá una solera continua de hormigón con acabado en cuarzo sobre encachado de piedra machacada, armada con mallazo, según planos.

Bajo la base de la cimentación, se dispondrá un hormigón de limpieza, con un espesor de 5cm.

.

Las dimensiones y armados se indican en planos de estructura.

4.2.2. Estructura portante.

Datos e hipótesis de partida.

Características del edificio. Se trata de una nave de una sola planta sobre rasante.

Programa de necesidades.

La distribución de los pilares de la nave vienen condicionados, en parte, por la posición de los mismos.

El edificio consiste en una nave de estructura metálica porticada para una luz de 15m, compuesta de vigas portantes, vigas banco de hierro y correas en z, así como los pilares de 7.00 m a alero, de las medidas señaladas en los planos y presupuesto de mediciones.

Todo especificado en el anejo 5.

4.3. Sistema envolvente.

4.3.1. Fachadas.

Definición constructiva.

Cerramiento exterior. El cerramiento exterior de la nave se ha proyectado compuesto por muro de hormigón de 4.00 m de altura, y 0.30m de espesor que irán apoyadas transmitiendo su peso a la cimentación y ancladas a la estructura descrita anteriormente para evitar el vuelco. La resistencia al viento y la estanqueidad de los cerramientos está asegurada dadas las dimensiones de los paños y el anclaje a la estructura, eliminándose el efecto de pandeo.

3 m de panel vertical formado por dos laminas de de acero prelacado de 0,5 y 0,6mm, en perfil y núcleo central de poliestireno expandido. Con un espesor total de 4cm.

Comportamiento y bases de cálculo.

A) Seguridad estructural (CTE DB-SE):

B) Seguridad en caso de incendio (CTE DB-SI):

- C) Seguridad de utilización (CTE DB-SU):
- D) Salubridad (CTE DB-HS):
- E) Limitación de demanda energética (CTE DB-HE):
- F) Aislamiento acústico (NBE CA-88):

4.3.2. Cubiertas.

Definición constructiva.

A) Cubierta de chapa. Las cubiertas de la nave se realizan mediante panel de chapa conformada, de acero galvanizado en la parte interior, de 0,5mm de espesor y prelacada la parte exterior, en color rojizo. Colocado sobre correas metálicas, mediante anclajes metálicos fijados mediante tortillería..

Con remates laterales de chapa de acero galvanizado de 50 cm.

Con remates en cumbrera y lima de chapa de acero de 0,6mm .

Comportamiento y bases de cálculo.

- A) Seguridad estructural (CTE DB-SE):
- B) Seguridad en caso de incendio (CTE DB-SI):.
- C) Seguridad de utilización (CTE DB-SU):
- D) Salubridad (CTE DB-HS):
- E) Limitación de demanda energética (CTE DB-HE): No aplicable.
- F) Aislamiento acústico (CTE DB-HR): No aplicable.

4.3.3. Carpintería exterior.

- Puerta principal: abatible con puerta de acceso peatonal..

Se deberán hacer constar la marca y el tipo de cierre de herraje correspondiente.

Comportamiento y bases de cálculo.

- A) Seguridad estructural (CTE DB-SE):
- B) Seguridad en caso de incendio (CTE DB-SI):
- C) Seguridad de utilización (CTE DB-SU):no aplicable
- D) Salubridad (CTE DB-HS):
- E) Limitación de demanda energética (CTE DB-HE):
- F) Aislamiento acústico (CTE DB-HR):.

4.4. Sistemas de acabados

4.4.1. Solados.

Todos los solados quedarán perfectamente nivelados y rematados. Consistirá en una

solera de hormigón de 15cm de espesor, realizada con hormigón HA-25N/mm², elaborado en obra y armado con un mallazo de 15x15x6.

4.4.2. Pintura y acabados.

a) Paramentos verticales, Pintura acrílica plástica de tipo Ovaldine mate, de calidad superior, aplicada con rodillo.

b) Cerrajería. Todos los elementos de acero expuestos a la vista se pintarán una vez protegidos con las correspondientes capas de protector antioxidante, con esmalte sintético mate.

4.4.3. Cubierta.

Las cubiertas de la nave se realizan mediante panel de chapa conformada, de acero galvanizado en la parte interior, de 0,5mm de espesor y pre lacada la parte exterior, en color rojizo

4.5. Sistemas de acondicionamiento e instalaciones.

4.5.1. Instalaciones de Protección contra Incendios..

Se han seguido las especificaciones del CTE DB-SI. No es de aplicación aunque se recomienda la instalación de 2 extintores.

4.5.2. Instalación de Evacuación de Líquidos.

- Datos de partida.

Régimen pluviométrico de la zona y superficie de la cubierta.

- Descripción del sistema.

Las características de esta Instalación se describen en los apartados referentes a Instalaciones de evacuación de aguas.

- Objetivos a cumplir. Desagüe efectivo del agua de lluvia.

- Prestaciones. El agua se recogerá en canalones visto de chapa de acero galvanizado de 0,6mm de espesor que desaguarán en bajantes de PVC hasta el suelo

- Bases de cálculo.

Se han seguido las especificaciones del CTE DB-HS 5.

5. Cumplimiento del Código Técnico.

Justificación de las prestaciones del edificio por requisitos básicos y en relación con las exigencias básicas del CTE. La justificación se realizará para las soluciones adoptadas conforme a lo indicado en el CTE.

También se justificarán las prestaciones del edificio que mejoren los niveles exigidos en el CTE.

5.1. DB SE Seguridad estructural.

Análisis estructural y dimensionado.

A) Proceso.

B) Situaciones de dimensionado.

C) Periodo de servicio: 50 Años.

D) Método de comprobación: Estados Límites.

E) Definición estado límite.

F) Estado límite último. Resistencia y estabilidad.

G) Estado límite de servicio. Aptitud de servicio.

Situación que de ser superada se afecta:

- El nivel de confort y bienestar de los usuarios.

- Correcto funcionamiento del edificio.

- Apariencia de la construcción.

. Acciones.

A) Clasificación de las acciones.

- Permanentes: Aquellas que actúan en todo instante, con posición constante y valor constante (pesos propios) o con variación despreciable: acciones geológicas

- Variables: Aquellas que pueden actuar o no sobre el edificio: uso y acciones climáticas

- Accidentales: Aquellas cuya probabilidad de ocurrencia es pequeña pero de gran importancia: sismo, incendio, impacto o explosión.

B) Valores característicos de las acciones.

Los valores de las acciones se recogerán en el Anejo Cálculo de Estructuras.

C) Datos geométricos de la estructura.

La definición geométrica de la estructura está indicada en los planos de proyecto.

D) Características de los materiales.

Los valores característicos de las propiedades de los materiales se detallarán en la justificación del DB correspondiente o bien en la justificación de la EHE-08.

E) Modelo análisis estructural.

Se realiza un cálculo espacial en tres dimensiones por métodos matriciales de rigidez, formando las barras los elementos que definen la estructura: pilares, vigas, brochales y viguetas. Se establece la compatibilidad de deformación en todos los nudos considerando seis grados de libertad y se crea la hipótesis de indeformabilidad del plano de cada planta, para simular el comportamiento del forjado, impidiendo los desplazamientos relativos entre nudos del mismo. A los efectos de obtención de

solicitaciones y desplazamientos, para todos los estados de carga se realiza un cálculo estático y se supone un comportamiento lineal de los materiales, por tanto, un cálculo en primer orden.

5.2.1. Norma de construcción sismorresistente (ncse-02).

RD 997/2002, de 27 de Septiembre, por el que se aprueba la Norma de construcción sismorresistente: parte general y edificación (NCSE-02)..

5.2. DB SI Seguridad en caso de incendio

Corresponde con el anejo 8 de la memoria Estudio de protección contra incendios.

Se aplica el CTE- DB - SI sobre Seguridad en caso de incendio.

5.2.1. Propagación interior

“La exigencia básica: se limitará el riesgo de propagación del incendio por el interior del edificio.”, se instalarán 2 extintores como medida preventiva.

5.2.2. Propagación exterior

El peligro de propagación a otros edificios no existe.

5.2.3. Evacuación de ocupantes

No habrá más personas que el propio agricultor.

5.2.4. Instalaciones de protección contra incendios

Se instalaran 2 extintores de polvo químico ABC polivalente antibrasa de eficacia 34^a /183B, de 6kg, de agente extintor. Estarán situados, próximos a las salidas de evacuación y sobre soportes fijados a paramentos verticales

5.2.5. Intervención de los bomberos

Se facilitará la intervención de los equipos de rescate y extinción de incendios.

5.2.6. Resistencia al fuego de la estructura

La estructura portante mantendrá su resistencia al fuego durante el tiempo necesario para que puedan cumplirse las anteriores exigencia básicas.

Los muros son de hormigón armado de 0,30 m de espesor y un recubrimiento de armaduras de 20mm, lo que le corresponde una resistencia al fuego de R90 según la tabla C23 del DB.SI, lo que supera ampliamente el mínimo exigido.

La estructura principal es de pórticos metálicos de pilares y vigas de acero S275.

Se deduce que no se requiere ningún tipo de revestimiento exterior.

5.3. DB SUA Seguridad de utilización y accesibilidad.

Desarrollado en el anejo 13 Seguridad en la utilización y accesibilidad .La protección frente a los riesgos específicos de: así como las condiciones de accesibilidad se regulan en su

reglamentación específica. Podemos considerar las construcciones agropecuarias como de uso privado y restringido,

5.3.1 Seguridad frente al riesgo de caídas

Se limitará el *riesgo* de que los *usuarios* sufran caídas, para lo cual los suelos serán adecuados para favorecer que las personas no resbalen, tropiecen o se dificulte la movilidad.

5.3.2. Seguridad frente al riesgo de impacto o de atrapamiento.

Impacto con elementos fijos.

A) Altura libre de paso en zonas de circulación.

B) Altura libre en umbrales de puertas. En la norma 2,00m

En el umbral de la puerta la altura libre es de 2,10 m.

C) Elementos salientes en fachada y en paredes de zonas de circulación, no hay.

Impacto con elementos practicables:

La puerta peatonal no invade el área de circulación, y llevara el marcado CE.

Impacto con elementos frágiles :

5.3.3 Seguridad frente al riesgo de aprisionamiento

Fuerza de apertura de las puertas de salida.

5.3.4. Seguridad frente al riesgo causado por iluminación inadecuada.

Se trabaja exclusivamente con luz natural, a través de paneles translucidos

5.3.5 Seguridad frente al riesgo causado por vehículos en movimiento

Esta Sección es aplicable a las zonas de *uso Aparcamiento*,excluida.

5.3.6. Seguridad frente al riesgo causado por la acción del rayo

Será necesaria la instalación de un sistema de protección contra el rayo, cuando la frecuencia esperada de impactos

No es necesario instalar un sistema de protección contra el rayo.

5.3.7 Accesibilidad

No procede la aplicación de esta sección del documento básico, al tratarse de una instalación de uso agropecuario, restringido y privado.

5.4 DB HS Salubridad

El Documento Básico “DB HS Salubridad” especifica parámetros objetivos y procedimientos cuyo cumplimiento asegura la satisfacción de las exigencias básicas y la superación de los niveles mínimos de calidad propios del requisito básico de salubridad

5.4.1. Protección frente a la humedad

Esta sección se aplica a los muros y los suelos que están en contacto con el terreno y a los cerramientos que están en contacto con el aire exterior.

5.4.2. Recogida y evacuación de residuos

Se prevé la colocación de contenedores en el interior de la nave para recogida de elementos de desecho.

5.4.3. Calidad del aire interior

El almacén es de planta baja, no precisando condiciones especiales de ventilación, no obstante se asimila a un garaje de 4 vehículos. Se guardará el tractor.

El sistema de ventilación será natural, a través de la portonera de corredera, de cuatro ventanas colocadas en los dos hastiales y ocho ventanas entre las dos fachadas laterales.

5.4.4. Suministro de agua

Carece de acometida de agua.

5.4.5. Evacuación de aguas

El edificio dispone de un sistema de recogida del agua de lluvia a través de canelones metálicos y de bajantes de PVC.

5.5. DB – Protección frente al ruido

Desarrollado en el anejo 9 Estudio de protección frente al ruido.. El almacén no precisa una impermeabilización al ruido adicional ya que no genera contaminación acústica.

5.6. DB –HE Ahorro de energía

Desarrollado en el anejo 10 – Estudio de la eficacia energética.

5.6.1. Limitación de demanda energética

No es de aplicación en este caso ya que se excluyen del campo de aplicación:

5.6.2. Rendimiento de las instalaciones térmicas

No hay instalaciones de este tipo, no es necesario calefacción para el almacenaje de los productos agrícolas, ni para la maquinaria.

5.6.3. Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación

No es de aplicación en este caso ya que se excluyen del campo de aplicación:

5.6.4. Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria.

En este caso no es de aplicación por no existir previsión de agua caliente.

5.6.5. Contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica

No es de aplicación en este caso.

6. Cumplimiento de otras normativas y disposiciones

6.1. - R.D. 486/1997 Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo

6.1.1. Objeto

El objeto del presente apartado, es justificar el cumplimiento del R.D. 486/1997 sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en lugares de trabajo, en el almacén objeto de este proyecto.

6.1.2. Antecedentes

En el interior de la nave proyectada se empleará el espacio como zona de almacenamiento de productos, estacionamiento de vehículos y maquinaria de la explotación. Se trata de un espacio con ocupación esporádica, en el que no se genera un puesto de trabajo permanente. En el ámbito estricto de la construcción proyectada no será de aplicación el presente documento.

6.1.3. Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo

Condiciones constructivas

La obra proyectada cumplirá con lo mencionado en el Artículo 4 del capítulo II del R.D. 486/1997, cumpliendo con lo dispuesto en el Anexo I del mencionado R.D.; Se trata de una nave de 450,00m² de superficie construida en una sola planta.

Dicha nave dispondrá de unas características constructivas adecuadas para evitar posibles accidentes (resbalones, caídas, choques, etc.), y facilitarán la rápida y segura evacuación de las mismas en caso de emergencia, ya que;

- La nave permitirá la realización de los trabajos de forma correcta, segura y ergonómica.
- La altura desde el piso hasta el alero será al menos de 7,00m. en todo el espacio de la nave y de 9,00m. en la cumbre. Se dispondrá de más de 2m² de superficie libre por trabajador y más de 10m³, no ocupados, por trabajador, ya que se trata de una nave con espacios grandes y alturas no inferiores a 7,00m., donde la presencia de operarios será esporádica y puntual.
- Se trata de una nave donde no existen riesgos de caídas, caídas de objetos o contacto con elementos agresivos.

- Los suelos proyectados evitaran en lo posible, resbalones, caídas, etc. dando cumplimiento al DB-SU del Código Técnico de la Edificación. No existirán irregularidades ni pendientes.
- Las vías de circulación de los lugares de trabajo, se pueden emplear de forma fácil y segura, tanto por peatones como por vehículos. Las puertas exteriores dispondrán de una anchura mínima de 80cm. Las vías de circulación permiten sobradamente el paso simultáneo de personas y transportes.
- La nave dispone de una portonera con una puerta de salida de evacuación, ajustándose a la normativa específica. Las mencionadas salidas desembocan directamente en el exterior (zona segura). La disposición proyectada permite la rápida y segura evacuación de las personas en caso de peligro,
- Para el diseño de las instalaciones de protección contra incendios de la nave, se han tenido en cuenta los criterios establecidos en las siguientes normativas: o DB-SI, “Seguridad en caso de incendio” del Código Técnico de la Edificación
- La instalación contará con o Extintores polivalentes de polvo ABC
- No se prevé lugares de trabajo empleados por personas con movilidad reducida

Orden, limpieza y mantenimiento

La obra proyectada cumplirá con lo mencionado en el Artículo 5 del capítulo II del R.D. 486/1997, cumpliendo con lo dispuesto en el Anexo II del mencionado R.D.;

- Las zonas de paso, salidas y vías de circulación y evacuación, estarán libres de obstáculos para que puedan ser utilizadas sin dificultades.
- La nave será periódicamente limpiada de forma que permanezca en perfecto estado higiénico.

Condiciones ambientales en los lugares de trabajo

La obra proyectada cumplirá con lo mencionado en el Artículo 7 del capítulo II del R.D. 486/1997, cumpliendo con lo dispuesto en el Anexo III del mencionado R.D. Las condiciones ambientales de la nave serán las adecuadas para la realización de los trabajos que en ellas se van a realizar de forma cómoda y segura.

..

Iluminación de los lugares de trabajo

La obra proyectada cumplirá con lo mencionado en el Artículo 8 del capítulo II del R.D. 486/1997, cumpliendo con lo dispuesto en el Anexo IV del mencionado R.D.;

- Las zonas de trabajo se iluminarán teniendo en cuenta un nivel mínimo de iluminación de 100 lux, adecuado para la actividad baja en exigencia visual.

- Tal y como se ha mencionado anteriormente, la disposición proyectada permite la rápida y segura evacuación de sus trabajadores en caso de peligro, al disponer de salida directamente a la calle.

Materiales y locales de primeros auxilios

La obra proyectada cumplirá con lo mencionado en el Artículo 10 del capítulo II del R.D. 486/1997, cumpliendo con lo dispuesto en el Anexo VI de dicho R.D.;

- Tal y como se menciona en el citado anexo, se contará un botiquín portátil que contenga desinfectantes y antisépticos autorizados, gasas estériles, algodón hidrófilo, venda, esparadrapo, apósito, adhesivos, tijeras, pinzas y guantes desechables. Este botiquín se revisará periódicamente y se repondrá al ser utilizado o al caducar.

Normativa en materia de accesibilidad

La normativa de aplicación en materia de accesibilidad es el Reglamento de Accesibilidad y Supresión de Barreras, R.D. 217/2001 de 30 de agosto de la Consejería de Sanidad y Bienestar Social de la Junta de Castilla y León, además de la normativa estatal (CTE DB SUA 9, ya justificada en el apartado 1.3.3 de este proyecto):.

Como no existen espacios de acceso público, no será de aplicación.

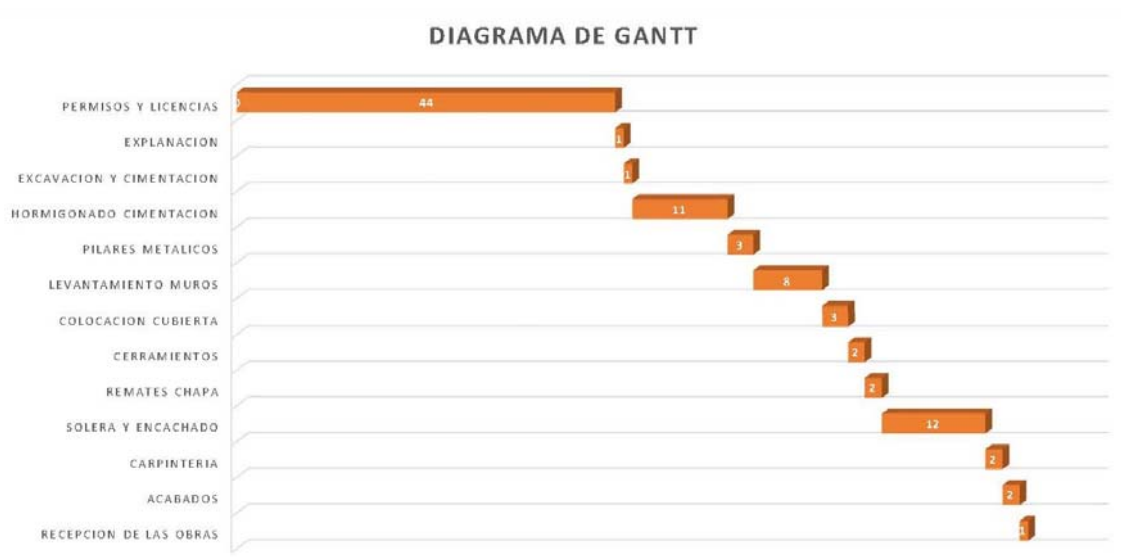
7. Programación de las obras.

Se expone una estimación de la programación de la ejecución del proyecto para lo cual se realiza un diagrama de GANTT.

La división del proyecto en tareas, se ha hecho siguiendo la misma estructura que la contenida en el presupuesto. La duración de las tareas se ha establecido según las mediciones realizadas en proyecto y de rendimientos establecidos.

Datos de la obra:

- ❖ Días trabajados: 19 días
- ❖ Operarios en la obra: 4 por día
- ❖ Numero de operarios-día: 76



Días ejecución 1

8. Puesta en marcha del proyecto.

La explotación agraria ya está en marcha, el punto de partida son 130,00ha de cultivos Herbáceos en secano/regadío. La realización del almacén es una mejora dentro de la explotación, junto con la ampliación de la superficie de cultivo a 190,00ha y la introducción de el cultivo de alfalfa.

Según la programación, la nave se realizará en los meses de abril , mayo y junio con lo que , se podrá guardar la cosecha de cereales en septiembre.

Las fincas nuevas formaran parte de la explotación a partir del 6 de febrero que es cuando se jubilan sus familiares (padre y tio) ,empieza la nueva campaña agrícola.

9. Estudios ambientales.

Desarrollado en el anejo 6 Estudio de prevención ambiental.

Según la ley 11/2003, de 8 de abril de Prevención Ambiental de Castilla y León el proyecto estará sometido a régimen de comunicación al Ayuntamiento del Osorno.

10. Estudio económico.

A la hora de realizar el estudio económico de la rentabilidad de la inversión, se deben tener en cuenta los datos de partida. Es necesario conocer los datos tanto económicos como de producción de la explotación agrícola, para evaluar los gastos e ingresos antes y después de la inversión.

La situación previa es cuando los familiares dejan la explotación al promotor, que se convierte en joven agricultor, con lo que pide un plan de mejora de las explotaciones y un plan de instalación de joven agricultor.

Primera instalación de joven agricultor

Modernización de explotaciones

Las ayudas están destinadas a la modernización de explotaciones agrarias existentes y permitirán acometer proyectos de inversión en activos físicos como maquinaria nueva, **construcción de naves agrícolas**, alojamientos e instalaciones ganaderas, de riego sostenible que reduzcan el consumo de agua, plantaciones frutales, invernaderos, etc. 20% de la inversión y 6% más si es joven agricultor.

Con estos datos tenemos unas subvenciones.

- ❖ Por primera instalación de joven agricultor de 30.000 €.de los que estimamos que 10.000 € van dedicados a la nave.
- ❖ Plan de mejora del 26% del total de la inversión.

Gracias a estas ayudas los datos obtenidos en el estudio nos dan una TIR del 42,6 % y un VAN positivo. El PAY.BACK se obtiene el tercer año.

11. Resumen del presupuesto.

<u>CAPITULO</u>	<u>RESUMEN</u>	
CAP 01	MOVIMIENTO DE TIERRAS	1.615,31
CAP 02	CIMENTACIÓN, SOLERA Y PUESTA A TIERRA	10.018,51
CAP 03	MUROS	19.933,89
CAP 04	ESTRUCTURA	17.523,40
CAP 05	CUBIERTA Y CERRAMIENTO HASTIALES	21.750,36
CAP 06	CARPINTERÍA	2.268,00
CAP 07	ACCESO	195,00
CAP 08	GESTION DE RESIDUOS	150,00
CAP 09	SEGURIDAD Y SALUD	1.250,00
	TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL	74.704,47
	13,00 % Gastos generales	9.711,58
	6,00 % Beneficio industrial	4.482,27
	SUMA DE G.G. y B.I.	14.193,85
	21,00 % I.V.A.....	18.668,65
	TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA	107.566,97
	TOTAL PRESUPUESTO GENERAL	107.566,97

Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de CIENTO SIETE MIL QUINIENTOS SESENTA Y SEIS EUROS con NOVENTA Y SIETE CÉNTIMOS

TOTAL HONORARIOS IVA incluido 4.946,14

PRESUPUESTO PARA CONOCIMIENTO DEL PROMOTOR 112.513,11

ASCIENDE EÑ PRESUPUESTO TOTAL PARA CONOCIMIENTO DEL PROMOTOR A LA EXPRESADA CANTIDAD DE CIENTO DOCE MIL QUINIENTOS TRECE EUROS con ONCE CÉNTIMOS



Universidad de Valladolid
Campus de Palencia



**Escuela Técnica Superior
de Ingenierías Agrarias Palencia**

Titulación:
GRADO EN INGENIERÍA AGRÍCOLA Y DEL MEDIO RURAL

**PROYECTO DE ALMACÉN AGRÍCOLA PARA PLAN DE
MEJORA DE EXPLOTACIÓN AGRÍCOLA, DE 190 HA DE
SECANO/REGADÍO, EN OSORNO (PALENCIA).**

SEPARATA-ANEJOS A LA MEMORIA. (DE 1 a 5)

Alumno/a: MANUEL TERÁN GONZÁLEZ

Tutor/a: ENRIQUE RELEA GANGAS

Cotutor/a:

Mes SEPTIEMBRE de 2015

INDICE ANEJOS

- ANEJO 1 - ESTUDIO DE ALTERNATIVAS
- ANEJO 2 - FICHA URBANISTICA
- ANEJO 3 - INGENIERIA DEL PROCESO4
- ANEJO 4 - INFORME GEOTECNICO
- ANEJO 5 - INGENIERIA DE LAS OBRAS

MEMORIA

Anejo 1: ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

INDICE ANEJO 1 ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

1.1	Situación de partida.	2
1.2	. Alternativas.....	2
1.2.1	En la explotación	2
1.2.2	En la construcción del almacén	3

ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

1.1 Situación de partida.

. El punto de partida es una explotación agraria de secano/regadío de 190,00ha, dedicadas al cultivo de trigo, cebada,y forraje. El titular de la explotación, es un Agricultor a Título Principal, que pretende solicitar un plan de mejora de las estructuras de la producción, con planteamientos técnicos, económicos y financieros adecuados.

1.2 . Alternativas

1.2.1 En la explotación

Se plantea la opción de cambiar el tipo de explotación que se venia realizando , de secano, por otra en la que poder aprovechar el recurso de parcelas que están actualmente en regadío, y que no se regaban, además de poder ampliar por otras que en un breve plazo pasaran a ser de regadío.

Utilizando los paramtros de 0-1 se presenta la siguiente valoración

	AGRICULTURA METODO ACTUAL DEEXPLOTACION	AGRICULTURA NUEVO OBJETIVO CON NUEVOS CULTIVOS
FACILIDAD DE ADAPTACION	1	0
INVERSION	0	1
MANO DE OBRA	0	1
PRECIOS	0	1
ESTABILIDAD	0	1
MEJORA DE LA CALIDAD DEL TRABAJO	1	1
RENTABILIDAD	0	1
TOTAL VALORACION	2	6

La alternativa de nuevo objetivo de implantar nuevo cultivo, es claramente la más ventajosa tanto productivamente como económicamente, en términos de viabilidad en la situación actual del mercado.

1.2.2 En la construcción del almacén

Se plantea la alternativa de a elegir entre suelo rústico y suelo urbano

SUELO	RUSTICO	URBANO
NORMATIVA	1	0
ACCESIBILIDAD	0	1
DISPONIBILIDAD	1	0
COSTE DE OPORTUNIDAD	1	0
INSTALACIONES	0	1
TOTAL VALORACIÓN	3	2

Después de valorar las dos opciones, nos encontramos con que la opción de “rustico” presenta más ventajas debido a su menor coste y mayor flexibilidad respecto a las normativas urbanísticas aplicables. Por otra parte, hay mayor disponibilidad de suelo. Puesto no necesitamos instalaciones de electricidad ni saneamiento, una ubicación en parcela urbana a penas nos aportaría ninguna ventaja en este aspecto.

Se plantea la alternativa de elegir entre una estructura metálica o de hormigón

ESTRUCTURA	METÁLICA	HORMIGÓN
PRECIO	1	0
MONTAJE	1	0
FLEXIBILIDAD	1	0
DUCTILIDAD	1	0
VIDA UTIL	0	1
CONSERVACIÓN	0	1
TOTAL	4	2

Para el material de la estructura, se viene usando indistintamente el hormigón y el acero. No obstante, en nuestro caso, donde no se prevé un desgaste notorio ni se prevén agentes agresivos que puedan acelerar su deterioro. Por otro lado, la estructura metálica aporta flexibilidad a futuro, siendo más fácil y económica de ampliar o modificar su diseño actual. Por otro lado, su mayor “flexibilidad estructural” hace que sea menos sensible a asentamientos o deformaciones.

MEMORIA

Anejo 2: FICHA URBANISTICA

INDICE

1	FICHA URBANÍSTICA	2
2	Datos del Proyecto	2
3	Datos Urbanísticos	2

1 FICHA URBANÍSTICA

2 Datos del Proyecto

Título del trabajo: PROYECTO DE ALMACÉN AGRICOLA, PARA PLAN DE MEJORA DE EXPLOTACIÓN AGRÍCOLA, DE 190 HA DE SECANO/REGADÍO, EN OSORNO (PALENCIA).

Emplazamiento: POLIGONO 15 , PARCELA 1010

Localidad: OSORNO

Provincia: PALENCIA

Propietario: MARIANO RUBIO HERNANDEZ

Ingeniero de grado Ingeniería Agrícola y del. médio Rural:MANUEL TERAN GONZALEZ

3 Datos Urbanísticos

Normativa vigente: NORMAS URBANISTICAS MUNICIPALES DE OSORNO(2014)

Clasificación del suelo: SUELO RÚSTICO

Servicios urbanísticos: NINGUNO

CONCEPTO	EN PLANEAMIENTO	EN PROYECTO
CLASIFICACIÓN DEL SUELO	RÚSTICO COMÚN	Edificación Para Explotación Agrícola CUMPLE
USO DEL SUELO	AGRARIO	Edificación Para Explotación Agrícola CUMPLE
PARCELA MÍNIMA	1.000 m ²	2.665 m ² CUMPLE
% PENDIENTE CUBIERTA	SUPERIOR A 10% E INFERIOR 50%	20% CUMPLE
EDIFICABILIDAD	INFERIOR A 0,17 m ² /m ²	0,16 m ² /m ² CUMPLE
ALTURA MÁXIMA	7,5 m A CORNISA Ó 2 ALTURAS	5,00 m CUMPLE
CUBIERTAS	COBRE O ZINC COLORES OCRES Y ROJIZOS	CUMPLE

DECLARACIÓN que formula el Ingeniero Técnico Agrícola que suscribe bajo su responsabilidad, sobre las circunstancias y la Normativa Urbanística de aplicación en el proyecto, en cumplimiento del artículo 47 del Reglamento de Disciplina Urbanística.

PALENCIA 31 DE AGOSTO DE 2015

EL ALUMNO DE GRADO EN
INGENIERIA AGRICOLA Y DEL MEDIO RURAL

MANUEL TERAN GONZALEZ

MEMORIA

Anejo3: INGENIERÍA DEL PROCESO

INDICE ANEJO 3.

1.	INGENIERIA DEL PROCESO.....	2
1.1	Diseño del proceso productivo.	2
1.1.1	Introducción.....	2
1.1.1	Situación	2
1.1.2	Climatología.....	2
1.1.3	Topografía.....	3
1.1.4	Edafología.	3
1.1.5	Medios de producción.	3
1.1.6	Calendario de laboreo y recolección.....	6
1.1.7	Tratamientos con productos fitosanitarios.	7
1.1.8	Plagas y enfermedades más frecuentes.	7
2	ESTIMACION DE LA PRODUCCION DE LA EXPLOTACION.....	15
2.1	CALCULO DEL VOLUMEN	16

1. INGENIERIA DEL PROCESO

1.1 Diseño del proceso productivo.

1.1.1 Introducción

El proyecto se basa en una explotación de secano y regadío, de 190ha, situada en Tierra de campos, dedicada al cultivo de cereales, oleaginosas y forraje. Dirigida por un agricultor a título principal, (ATP) que genera una unidad de trabajo agrario (UTA). Pretende realizar un almacén agrícola, solicitando ayudas a través de un plan de mejora, para lo cual mejora la explotación, aprovechando los beneficios del regadío y de concentraciones parcelarias, e introduce el cultivo de alfalfa.

1.1.1 Situación

La explotación tiene sus principales superficies en el municipio de Osorno, donde existe parte de secano y una parte de regadío del Canal de Castilla.

Se posee superficie también en los municipios de Abia de las Torres y de Piña de Campos, procedentes de la herencia familiar. Las parcelas de Abia están inmersas en un proceso de concentración parcelaria y pendientes de una transformación de secano a regadío (Rio Vallarna). Las parcelas de Piña de Campos igualmente tienen el proceso de concentración parcelaria.

1.1.2 Climatología

El Clima es mediterráneo de tipo continental, propio del ecosistema estepario al que corresponde esta zona de la submeseta norte. Inviernos fríos, con medias en invierno de 6 a 9 grados centígrados, y en verano de 22 a 24° C. El periodo libre de heladas discurre entre los meses de mayo y septiembre, considerando con carácter general que el periodo de heladas discurre desde finales de octubre, con intervalos variables, hasta finales de abril. Precipitaciones no muy altas, más abundantes en primavera e invierno, con medias en torno a los 350 mm. Así pues, por su nivel de precipitaciones se trata de un clima seco, ya que el promedio de precipitaciones de unos 120 días al año y no alcanza los 400 mm anuales.

En estas condiciones son posibles los siguientes cultivos: cereales como el trigo y la cebada, proteaginosas como los guisantes, oleaginosas como el girasol y leguminosas como los yeros, la veza y las lentejas.

Con estos rendimientos:

CULTIVOS	RENDIMIENTO
Cereales	3.500 a 6.000kg/ha
Leguminosas grano	1.300kg/ha
Leguminosas forraje	3.000kg / ha
Forrajeras (Alfalfa)	15.000kg/ha

1.1.3 Topografía.

La superficie total del término es de 89,14 ha. parte está situada en un páramo y valle, con una topografía ligeramente ondulada, cuya altitud oscila entre 850 y 960 metros.

1.1.4 Edafología.

El suelo del páramo está formado por bancos calizos de espesor comprendido entre 1 y 30 metros. Las calizas son blancas o grises muy claras. En las superficies de los páramos constituidas por este tipo de calizas, abundan las arcillas rojas de descalcificación. Generalmente sobre estos suelos calizos se han desarrollado, suelos medianamente profundos con texturas de equilibradas a finas, alcalinos que sostienen la agricultura de la zona. El terreno de la vega, está formado por suelos profundos, con buena permeabilidad y aireación, que les hace ser muy fértiles.

1.1.5 Medios de producción.

1.1.5.1 Tierra

El régimen de tenencia de la tierra es en propiedad al 100%,ya que proviene de la sucesión familiar , tanto paterna como materna.

1.1.5.2 Edificios e instalaciones.

La explotación cuenta con dos almacenes: uno de 150 m² que actualmente se destina a guardar parte de la maquinaria y algo de grano, en la situación prevista se destinara a taller, para reparaciones, almacén y mantenimiento ya que dispone de luz eléctrica. El otro almacén de 89 m² para guardar los fitosanitarios y almacén, esta edificación no dispone de luz eléctrica. Ambos están contruidos hace más de 40 años y están situados muy cerca del casco urbano.

Se pretende construir un almacén agrícola de unos 450 m², la mitad se destinará a almacén de productos de la cosecha, a fin de poder almacenar grano principalmente para conseguir alcanzar precios ventajosos, y la otra mitad se destinara a garaje para los nuevos aperos de labranza.

Se estima un periodo de almacenamiento de 10-12 meses, para poder conseguir unos precios más ventajosos.

1.1.5.3 Maquinaria

La maquinaria de la explotación está formada por:

- ✓ Tractor de 180cv
- ✓ Tractor de 90cv
- ✓ Pala acoplada a tractor
- ✓ Ganchos carga fardos
- ✓ Arado de vertedera
- ✓ Grada de discos

-
- ✓ Cultivador chisel
 - ✓ Rodillo
 - ✓ Remolque 4000Kg
 - ✓ Remolque 12000Kg
 - ✓ Sembradora
 - ✓ Plataforma para fardos , de 12m
 - ✓ Abonadora
 - ✓ Segadora
 - ✓ Acondicionador
 - ✓ Empacadora
 - ✓ 2 motores de riego.
 - ✓ Cañón de riego
 - ✓ Cobertura aérea de riego.

1.1.5.4 Mano de obra.

La explotación, es familiar, con 1 UTA (Unidad de Trabajo Agrario), la mano de obra se ha considerado la del propio agricultor, para la realización de todas las labores excepto para la recolección del grano que se alquila la cosechadora.

1.1.5.5 Sistema de producción

El sistema se basa, en las parcelas de secano, en una rotación de cereal, leguminosa y girasol, lo normal será trigo o cebada, veza y girasol. En cuanto al regadío se hará de la misma forma pero sustituyendo las vezas por el cultivo de alfalfa, siempre teniendo en cuenta que se trata de un cultivo de 5-6 años.cultivos

1.1.5.6 Trigo:

Se realiza una labor profunda con arado de discos en el rastrojo de cebada o pase de cultivador chisel en el rastrojo de veza, en el mes de octubre, para que purgue la tierra de malas hierbas.

Tratamiento de herbicida presiembra de acción total de glifosato 2l/ha. Pase de cultivador en noviembre, para preparar el terreno.

Siembra y abonado de fondo en noviembre, dosis de semilla 190kg/ha y 400kg de abonado de fondo 8-24-8 de N-P-K. (Dando como resultado de 32-96- 32 unidades de Nitrógeno, fósforo y potasio.)

Pase de rodillo a los 8 días de sembrar.

Tratamiento de herbicida de hoja ancha, avena y vallico en febrero, en post- emergencia. Con iodosulfuron-metil-sodio a una dosis de 400 gr / ha mezclado con clorsulfuron 75% a una dosis de 15 gr/ha.

Abonado de cobertera en el mes de marzo, con 3.500kg/ ha, de Nitrato amónico del 27%. (135 unidades de nitrógeno)

Las parcelas de regadío se les aplicaran tres riegos de primavera.

Cosecha a finales de julio- agosto.

Rendimiento 000kg/ha de trigo. La paja se empaqa para su venta.

1.1.5.7 Cebada

Se realiza una labor profunda con arado de discos o pase con el cultivador chisel dependiendo del cultivo precedente, en el mes de noviembre, para que purgue la tierra de malas hierbas.

Tratamiento de herbicida presiembra de acción total de glifosato 2l/ha. Pase de cultivador en enero, para preparar el terreno.

Siembra y abonado de fondo en febrero, dosis de semilla 180kg/ha y 300kg de abonado de fondo 15-15-15 de N-P-K. (45-45-45 unidades de nitrógeno, fósforo y potasio)

Pase de rodillo a los 8 días de sembrar.

Tratamiento de herbicida de hoja ancha, avena y vallico en febrero, en post- emergencia. Con pinoxaden 10% a una dosis de 500 cl / ha mezclado con clorsulfuron 75% a una dosis de 15 gr/ha.

Abonado de cobertera en el mes de marzo con 300kg/ ha. de Nitrato amónico con una concentración del 27%. (81 unidades de nitrógeno).

Las parcelas que sean de regadío se les aplicara uno o dos riegos de primavera en función de lo húmeda que halla sido.

Cosecha a finales de julio.

Rendimiento 4500kg/ha de cebada. Los restos de la cosecha se empaqa para su venta.

1.1.5.8 Veza grano.

Se siembra después de la cebada, en la rotación. Se prepara la tierra con una labor profunda de discos para enterrar el rastrojo en el mes de octubre, con las primeras lluvias para que purgue la tierra de malas hierbas.

Tratamiento de herbicida presiembra de acción total de glifosato 2l/ha.

Pase de cultivador en octubre, para preparar el terreno.

Siembra sin abonado de fondo en octubre, dosis de semilla 100kg/ha Pase de rodillo a los 8 días de sembrar.

Se cosecha a finales de junio, con la cosechadora de cereales, con unos rendimientos de 1300kg /ha

1.1.5.9 Alfalfa

La temperatura con la que germina la semilla es de 2 a 3 °C. Cuanto más alta sea esta temperatura, antes germinará la semilla, estando su óptimo en 28-30 °C.

Esta planta es muy resistente al frío, soportando temperaturas de hasta -15 °C. También es planta resistente a la sequía aunque necesita grandes cantidades de agua para formar la materia seca (800 litros de agua para 1 kg de materia seca).

Si queremos que este cultivo sea aún más resistente a la sequía tendremos que hacer aportaciones importantes de potasio.

En el invierno, tolera los encharcamientos de agua durante 2 ó 3 días, no así en el período de crecimiento vegetativo. Si el encharcamiento se prolongase las raíces morirían por asfixia radicular.

El suelo no debe tener una acidez elevada. Si el pH estuviese por debajo de 6 habría que encalar los suelos cada dos años.

Los efectos de esta cal son muy beneficiosos para la alfalfa pues: elevan el pH, aumentan el contenido de ión cal y frena la absorción de aluminio y manganeso (perjudiciales para la planta).

El óptimo de pH sería 7,5 para este cultivo.

Cuando la planta es pequeña es bastante sensible a la salinidad, tanto del agua como del suelo; esto no ocurre cuando la planta tiene mayor porte.

Los suelos con menos de 60 cm de profundidad no son aconsejables para la alfalfa.

Abonado.

En cualquier caso es conveniente estercolar el suelo antes de la implantación del cultivo.

Aparte de esto, es recomendable echar unos 100 kg de P₂O₅ y 150 kg de K₂O.

Las aportaciones de nitrógeno deben ser moderadas, del orden de 25-30 kg por ha. También se ha comprobado que hay un aumento de la producción con aportaciones de Boro y Molibdeno.

En la alfalfa de secano los abonados se han reducido al mínimo y actualmente lo único que se echa es superfosfato antes de la siembra.

Herbicidas.

No precisa muchos herbicidas, se hará una limpieza con el primer corte de primavera. De todos modos los herbicidas más recomendados en este cultivo son los siguientes:

Asulam: es específico contra rumex y helechos. Aplicación es postemergencia del cultivo.

Benfluralina: este herbicida necesita incorporarse al suelo y esto se hace en presiembra.

Dicuat: se aplica después del segundo corte y posteriores.

Diurón: se aplica durante la parada invernal y en preemergencia de las malas hierbas.

Paracual + Diurón: se aplica en presiembra o postemergencia de cultivos con más de 3 años.

Simazina: se aplica en preemergencia de las malas hierbas; en cultivos de más de un año y durante la parada invernal.

El parásito más temido por la alfalfa sin lugar a dudas es la cuscuta (*Cuscuta epithimum*), que es una fanerógama. Carece de hojas, clorofila y raíces, por lo que extrae la savia elaborada de la cuscuta mediante unos chupadores hasta que la asfixian.

1.1.6 Calendario de laboreo y recolección

OPERACIÓN	OCT	NON	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP
Arada	X			X								
Herbicida	X	X		X								
Cultivador	trigo	veza			cebada			girasol				
Siemb-abon	Trigo alfalfa	veza			cebada			girasol				
Rulado	trigo	veza			cebada			girasol				
Fertilización					trigo	cebada						
Herbicida					veza	trigo	Cebada alfalfa	girasol		alfalfa		
Riego							x	x	x	x	x	x
Recolección							alfalfa	alfalfa	Veza alfalfa	Cebada alfalfa	Trigo alfalfa	Girasol alfalfa
Empacado								alfalfa	Veza alfalfa	alfalfa	Cebada alfalfa	Trigo alfalfa

1.1.7 Tratamientos con productos fitosanitarios.

Orden APA/326/2007, de 9 de febrero (BOE nº 43 de 19 de febrero de 2007), obliga a todos los agricultores a llevar un libro de registro con todos los tratamientos de productos fitosanitarios realizados en su explotación.

FECHA	TRATAMIENTO		PRODUCTO UTILIZADO		OBSERVACIONES (3)
	ELEMENTO TRATADO(1)	AGENTE CAUSANT	NOMBRE COMERCIAL	Nº REGISTRO	
octubre	Suelo	Malas hierbas	XXXX	18.176	Glifosato preemergencia
noviembre	Suelo	Malas hierbas	XXXX	18.176	Glifosato preemergencia
enero	Suelo	Malas hierbas	XXXX	18.176	Glifosato preemergencia
marzo	Trigo alfalfa	M- H Hoja ancha	XXXX	23.544	Iodosulfurón-Metil-sodio
		Malas hierbas anuales		22.065	Metribuzina 70%
		M-H Hoja estrecha	XXXX	16.549	Clorsulfurón 75%
abril	Cebada alfalfa	M- H Hoja ancha	XXXX	24.679	Pinoxaden 10%
		M-H hoja ancha	XXXX	25.617	Diquat 20%
		M-H Hoja estrecha	XXXX	6.549	Clorsulfurón 75%
Mayo	Girasol	Malas Hierbas	XXXX	15.082	Linuron 50%
Febrero	veza	Malas Hierbas	XXXX	24.772	Fluazifop-p-Butil 12,5%

1.1.8 Plagas y enfermedades más frecuentes.

En los cereales: la nefasia, cephus, lema y garrapatillo.
La nefasia (Cnephasia pasiuana)

La Nefasia o “gusano de la espiga” es un lepidóptero que, en los últimos años, ha alcanzado dimensiones de plaga importante en la Cuenca del Duero en el cultivo de cereal y es su plaga principal.

DESCRIPCIÓN

Adulto: es una pequeña mariposa que mide unos 2cm de envergadura y casi 1cm de longitud. Las alas anteriores son de color gris con algunas manchas y las posteriores gris más claro y uniforme con un reborde de flecos.

Huevo: es de color anaranjado y de tamaño inferior a 1mm. La hembra realiza la puesta al atardecer en grupos que oscilan entre 130 a 200 huevos. Eclosionan a los 15 días.

CICLO BIOLÓGICO

Los adultos comienzan a salir de la crisálida antes de la recolección, aproximadamente a lo largo del mes de junio, y viven apenas una semana. No suelen causar daño pues se alimentan de néctares y jugos. Se trasladan a las zonas arboladas donde realizan la puesta en las grietas y depresiones de la corteza; a los 10-12 días (finales de julio) nacen las larvas que se esconden en el interior de la corteza y tejen un capullo de seda blanco donde permanecerán hasta la primavera siguiente.

A comienzos de la primavera, las larvas invernantes salen de los capullos y se dispersan dejándose caer al extremo de un hilo de seda de 5 a 15cm de longitud y, arrastradas por el viento, llegan a los cultivos de cereales próximos.

Los 2 primeros estados larvarios son minadores de las hojas y se alimentan haciendo galerías paralelas a los nervios foliares y devorando el parénquima. Los daños se aprecian fácilmente al presentarse como rayitas blancas que destacan sobre el verde foliar. En los estados larvarios 3, 4 y 5, las larvas suben a las hojas más altas hasta penetrar en el zurrón donde se encuentra la espiga en floración y se alimentan de sus granos.

Cuando la larva ha alcanzado el sexto estadio se prepara para la crisalidación. En la vaina de la hoja bandera donde realiza un plegamiento característico. En unos 14 días (mes de junio) se realiza la metamorfosis y salen las mariposas de las crisálidas cerrándose así el ciclo de una única generación anual.

SÍNTOMAS Y DAÑOS

En hojas: Rayitas blancas de 1-2cm. paralelas a los nervios de la hoja que se aprecian en claro contraste con el verde del cereal. Es el momento óptimo de reconocimiento de la plaga y su daño es pequeño.

En espiga: Malformaciones en la espiga: el ataque de las larvas al zurrón ocasiona la soldadura de las aristas de la espiga con la vaina gracias al tejido sedoso que genera para preparar la crisalidación y que dificulta la emergencia de la espiga. Espigas mal nutridas: la larva secciona parcialmente la caña de la espiga y dificulta la llegada de la savia al grano que queda reducido en peso y tamaño, aun que no en número.

Espigas incompletas: la larva se ha alimentado de parte de los granos de la espiga. Es el daño más frecuente. Espigas blancas: las larvas cortan la caña de la espiga por encima del último nudo y se interrumpe la circulación de la savia por lo que los granos quedan vacíos. Las espigas permanecen erguidas hasta la madurez y se desprenden con facilidad cuando se tira de ellas. Todos estos daños pueden ser simultáneos en una parcela y originan reducción en la producción y en la calidad del cereal.

TRATAMIENTO

Las oscilaciones de la población están estrechamente relacionadas con las condiciones climáticas, sobre todo las heladas, las precipitaciones y las rachas de viento porque dificultan la instalación de las larvas, la abundancia de alimento y la presencia de enemigos naturales (depredadores y parásitos). Las temperaturas suaves durante el invierno provocan un adelantamiento de la salida de las larvas invernantes que mueren al caer sobre suelo desnudo en el momento de la dispersión. Para iniciar la lucha química, el cultivo deberá presentar más de 40 larvas por metro cuadrado, examinando todas las hojas, en especial las más viejas.

Se recomiendan tratamientos químicos con Fenitrotion 60% ULV a dosis de 1 l/ha. Si se retrasa la aplicación y la larva entra en el zurrón no es eficaz ningún insecticida. El tratamiento de los márgenes próximos al arbolado es suficiente para reducir los daños. Si se puede hacer coincidir con los tratamientos de herbicidas hormonales, ambos productos son compatibles.

Deben tenerse en cuenta los efectos negativos de estos tratamientos como son la destrucción de la fauna útil, la generación de residuos, la aparición de resistencias y la contaminación ambiental, animal y humana. Sin embargo, son tratamientos eficaces, rentables y curativos.

Un método eficaz y respetuoso con el medio ambiente es el empleo trampas de feromonas sexuales en capturas masivas de adultos, colocadas en los meses de junio y julio en los lugares de refugio.

La práctica de la quema de rastrojos en las parcelas afectadas está totalmente desaconsejada por el daño medioambiental que ocasiona y por el elevado riesgo de incendio forestal de las masas colindantes; además, es ineficaz para combatir la plaga porque, en ese período, los adultos ya han volado del cultivo y han depositado sus huevos en la corteza del arbolado próximo donde permanecerán las larvas hasta comienzos de la siguiente primavera.

Como lucha cultural se recomienda la rotación de cultivos (ya que sólo en el cereal se completa el ciclo de la plaga), la elección de variedades que permitan retrasar la fecha de siembra (sustituir las variedades de otoño por las de primavera así, en el momento de la dispersión, las larvas caen sobre suelo desnudo) y la eliminación de las malas hierbas que sirven como lugar de aterrizaje y primer establecimiento de las larvas.

La Red de Vigilancia Fitosanitaria creada por Orden AYG/622/2004, de 26 de abril (BOCyL n.º 83, de 4 de mayo) y la Ley 43/2002 de Sanidad Vegetal, de 20 de noviembre (BOE n.º 279, de 21 de noviembre) obligan a los titulares de explotaciones agrarias a informar de la aparición de organismos nocivos para los vegetales así como de aplicar las medidas fitosanitarias que se establezcan.

Zabro (*Zabrus tenebrioides*)

DESCRIPCION

Es un pequeño coleóptero que se alimenta de material vegetal de trigo y cebada. En estado adulto adquiere coloración negra y forma alargada-convexa, llegando a alcanzar los 20mm de longitud. La larva en su estado final es blancuzca, con segmentos del tórax de color castaño, la cabeza y las patas castaño claro y un tamaño de unos 30 mm.

CICLO

El adulto suele aparecer a finales de mayo, cuando las espigas de cebada y trigo están todavía en estado lechoso. Más tarde se alimenta de granos duros. Estos daños pasan desapercibidos a simple vista. La puesta de huevos depende en gran medida de la humedad presente en el terreno, y se produce desde finales de julio hasta septiembre. Al llegar el invierno los adultos mueren, aunque en ocasiones un pequeño número puede llegar a sobrevivir. Las larvas suelen aparecer durante el verano, pero su ataque más importante se produce en octubre y noviembre, y puede prolongarse hasta abril. A partir de este momento las larvas forman las crisálidas. Posteriormente se produce la metamorfosis, que dura unos 15-20 días, dependiendo de la temperatura. El adulto solamente se verá en la superficie cuando sus tegumentos estén endurecidos y pigmentados.

CONDICIONES PARA SU DESARROLLO

La incidencia de esta plaga está íntimamente ligada a las condiciones de humedad y temperatura. Los otoños suaves y con una buena humedad favorecen eclosiones tempranas, lo que ocasiona graves daños ya que el cereal tiene entre 1 y 3 hojas. El frío y las heladas continuadas, o el tiempo muy seco impiden una proliferación excesiva

de la plaga.

El tipo de suelo también tiene su importancia, ya que depende directamente la facilidad para hacer galerías y que se mantengan cierto tiempo. Por ello en suelos más arcillosos el daño suele ser más acusado que en tierras más flojas.

SÍNTOMAS:

La presencia de unos pequeños montoncitos de tierra alrededor de unos orificios de salida, junto al tallo del cereal, por donde introducen la punta de la hoja. Se alimentan de las hojas pero sin tocar los nervios, por lo que después del ataque, tienen un aspecto deshilachado. En ocasiones roen el tallo a ras de suelo, sobre todo en plantas muy jóvenes.

En ataques muy severos se observan grandes rodales sin apenas plantas. Aunque a veces estos daños vienen enmascarados por la presencia de *avena o ballueca*, ya que esta mala hierba no es devorada por el *Zabrus*, por lo que después de tratar con avenicidas, aparece el rodal sin cereal.

CONTROL:

Se pueden tomar unas medidas preventivas que en ocasiones pueden llegar a funcionar, como puede ser la eliminación de los ricios de verano e inicios de otoño o la aplicación de insecticidas granulados al suelo, (clorpirifos). Una buena rotación de cultivos, por ejemplo con guisantes, permite reducir la incidencia de la plaga en años posteriores sobre todo en parcelas muy afectadas.

Una vez nacido el cereal, si se detecta la plaga, lo más conveniente sería realizar tratamientos insecticidas localizados en los rodales afectados, y si el daño está extendido, tratar toda la parcela. El momento de realizar los tratamientos sería al amanecer o atardecer, siempre que no haya heladas, ya que es el periodo de máxima actividad de la plaga.

Los productos insecticidas autorizados serían: Clorpirifos 25 CS,. Clorpirifos 48 EC, Lambda cihalotrin 2,5 y Lambda cihalotrin 10.

Garrapatillo o chinches de los cereales (*Aelia rostrata* y *Eurygaster maurus*)

Los chinches de los cereales son unos insectos cuyos ataques ocasionan grandes daños, tanto por las pérdidas de cosecha como por el mal gusto que comunican a los granos atacados, provocando que la harina de trigo sea inadecuada para la panificación y que el ganado rechace los piensos elaborados con estos granos. Predominan dos clases de chinches, pertenecientes a los géneros *Aelia* y *Eurigaster*, de costumbres muy similares, siendo más gregario el primero.

DESCRIPCIÓN

Adulto

El género *Aelia* mide 10-12mm de longitud, de color pajizo con la cabeza triangular terminada en pico y el abdomen amarillento con puntos negros. Los machos y las hembras son semejantes.

El género *Eurigaster* es de mayor tamaño, más ancho y redondeado, provisto de un reborde alrededor del cuerpo y un color más o menos marrón.

Huevo

Realizan la puesta preferentemente en las hojas secas de la base de los cereales,

tallos de gramíneas espontáneas e incluso el suelo. Los huevos de Aelia tienen forma de tonel y son de color pajizo, oscureciéndose a medida que va aproximándose su eclosión; suelen estar dispuestos en grupos de 12 formando dos filas paralelas a tresbolillo. La puesta de Eurigaster es muy parecida pero no tan regular como la del garraptillo, siendo los huevos más redondeados y de color verdoso recién puestos.

Larva

Pasan por cinco estados larvarios, todos ellos de forma y color similares al adulto, aunque de menor tamaño y con las alas poco desarrolladas.

BIOLOGÍA

Son insectos migratorios que pasan el invierno en estado de letargo, en zonas situadas entre 600 y 1.500 m de altitud, refugiándose en la base de distintas plantas tupidas: gramíneas, gayubas, callunas, etc. Cuando la temperatura de estas zonas sobrepasa los 22° C durante varias horas comienza el despertar y a continuación la emigración (mes de mayo). Cuando llegan a los cereales, los adultos de Aelia se concentran en grandes cantidades, formando pequeños corros que no superan los 1.000 m², llamados focos; los individuos de Eurigaster aparecen diseminados.

Las primeras parcelas atacadas suelen repetirse de unos años a otros, coincidiendo con el cultivo más adelantado, en el que abundan gramíneas espontáneas: vallico,

cola de zorra, etc. Después del apareamiento y de forma escalonada se realizan las puestas, que pueden llegar hasta 400 huevos por hembra; y a continuación mueren los adultos, machos y hembras. En poco más de una semana aparecen las larvas, que en un mes llegan al estado adulto. Éstas, muy voraces, se dispersan como una mancha de aceite ocupando grandes superficies.

Una vez alcanzado el estado adulto, época que suele coincidir con la recolección de los cereales, vuelan a los lugares de invernada. Presentan normalmente una sola generación anual.

DAÑOS

Los daños ocasionados son de dos tipos:

1º.- Los adultos invernantes, al llegar a los cereales pican en el cuello de las espigas o en diferentes puntos de éstas, secándose desde la picadura hacia arriba y manifestándose como espigas blancas y sin peso.

2º.- Las larvas y adultos de nueva generación atacan al grano en formación, dejándolo mermado de peso, a la vez que inyectan sustancias nocivas que destruyen el gluten y comunican mal olor y sabor; así se altera la calidad de las harinas y de los piensos, que son rechazados por el ganado. Los daños son siempre mayores en el trigo, por ser un grano panificable y por sufrir más intensidad de ataque que la cebada.

MÉTODOS DE LUCHA

Tratamiento en focos contra los adultos invernantes. El momento más adecuado es cuando se encuentran sobre los cereales, concentrados en focos y antes de realizar la puesta. Si se observan entre 4 y 6 garraptillos por m² deberá tratarse, con urgencia, todo el rodal afectado más un margen de seguridad de 60m de ancho alrededor. Se recomienda tratar por las mañanas, pues los insectos se sitúan en la parte superior de las plantas, desplazándose a las zonas bajas cuando la temperatura es excesivamente baja o alta, o cuando llueve. Tiene 2 ventajas: tratar pequeñas superficies e impedir la

puesta, frenando el desarrollo de la plaga en la parcela.

Los tratamientos en focos deben suspenderse cuando se vean puestas, ya que los productos son ineficaces contra los huevos y podrían matar a los insectos auxiliares que atacan a los mismos. Los focos no tratados pueden desarrollar grandes poblaciones.

Tratamiento contra larvas: Una vez avivados los huevos, las larvas suelen encontrarse concentradas y con escasa movilidad por no tener las alas desarrolladas. Con este tratamiento pueden evitarse los daños de picaduras en los granos y respetar los insectos auxiliares que atacan a las puestas.

Tratamiento contra los adultos del año: Recomendable cuando no se hayan efectuado los tratamientos anteriormente citados. Se aplica después de la recolección y antes de que emigren, ya que los tratamientos en refugios de invierno son inviables.

Enemigos naturales

Las chinches tienen gran cantidad de enemigos naturales como el hongo *Beauveria* sp., la mosca *Gymnosoma* sp., algunos ácaros y aves que destruyen los adultos. Sin embargo, los enemigos de mayor importancia son distintas especies de microhimenópteros (género *Asolcus*) que parasitan los huevos llegando a destruir en algunos casos más del 80%.

Otros medios de control

Siembra de variedades tempranas o de maduración precoz y alto contenido en gluten que hayan superado la fase de grano lechoso al producirse el mayor daño.

Cambiar el cultivo de trigo por cebada en zonas endémicas.

Mantener la parcela limpia de otras gramíneas espontáneas, especialmente vallico. Materias activas autorizadas en los tratamientos químicos (G=garraptillo; S=San Pedrito): Triclorfón, malathión o carbaril.

Lema – (Lema melonopa) CRIOCERO DE LOS CEREALES o BABOSILLAS DE LAS HOJAS

DESCRIPCION

Coleóptero, perteneciente a la familia Crisomelidae, subfamilia Criocerinae, Lema (= Oulema) melanopa, insecto de 4-5mm de longitud con la cabeza, antenas y tarsos negros, mientras que élitros y abdomen son de color azul con brillo metálico (característica de la familia) y el resto de las patas amarillentas. En los élitros se aprecian una decena de estrías de puntos en cada uno.

Las larvas tienen el cuerpo fusiforme y son de color amarillo sucio y están recubiertas por una sustancia mucilaginosa integrada por sus excrementos.

BIOLOGÍA.

Los adultos, al llegarla primavera, salen de sus refugios invernales, son muy activos, volando con gran facilidad, sobre todo los días soleados, y se alimentan de toda clase de cereales y gramíneas, especialmente avena, cebada y trigo. Se acoplan en mayo y poco después verifican, escalonadamente, hasta finales de junio, la puesta, colocando los huevos en el haz de las hojas (a veces también se observan en el envés) en hileras a lo largo del nervio principal.

Los huevos son de color amarillo-miel y tienen forma de bastón. A los diez días eclosionan y las larvas comienzan a alimentarse de la epidermis del haz y del

parénquima, respetando la epidermis del envés y lo hace en bandas entre dos nerviaciones contiguas. Si el ataque es fuerte las bandas roídas pueden estar una al lado de la otra ocupando la mayor parte del limbo foliar. Al terminar su desarrollo, descienden por el tallo y se introducen en el suelo a 4-5cm de profundidad, construyendo una cavidad dentro de la cual, al cabo de 10- 15 días, se transforman en ninfas.

Es frecuente observar en los meses de julio y agosto, al remover un poco la tierra, adultos aún inmaduros con los élitros blandos. Avanzado el verano, salen de tierra y continúan comiendo, de forma análoga a como lo hacían las larvas, hasta que, a la llegada de los primeros fríos otoñales se agrupan en árboles viejos, en restos de gramíneas o en cualquier otro refugio donde pasan el invierno.

DAÑOS.

Al devorar, las larvas, la parte verde de las hojas lo que impide la buena granazón de las espigas. Las hojas quedan con bandas blancas transparentes que luego se secan y si el ataque es fuerte pueden quedar inhabilitadas las hojas originando una merma de cosecha y de peor calidad.

MEDIOS DE LUCHA

Normalmente no es preciso realizar ningún tratamiento. Una buena práctica cultural es cultivar variedades precoces para que los ataques del insecto sucedan al final del ciclo vegetativo del cereal, disminuyendo los daños. También es aconsejable una rotación de cosecha que separe al menos un año el cultivo de cereales.

Enfermedades

Roya amarilla (*Puccinia striiformis*)

Descripción:

La sintomatología de esta enfermedad se caracteriza por la aparición de pústulas de color pardo anaranjado, que avanzan siguiendo los nervios de las hojas en dirección a las puntas.

Existen royas pardas que afectan a trigos y a cebada, *Puccinia striiformis* característica del trigo.

Daños:

Cuando la infección es fuerte rápidamente se produce una clorosis en la hoja y posteriormente ésta se necrosa, produciéndose su destrucción cuando las condiciones se tornan secas. Se puede incluso llegar a infectar el grano.

Enfermedad muy importante en zonas con noches frescas y humedades altas, pudiendo provocar bajadas en el rendimiento del 40%.

Roya parda (*Puccinia recondita*, *Puccinia hordei*)

Descripción:

Los síntomas se pueden confundir con los de roya amarilla cuando aparecen las primeras pústulas de color naranja marrón, pero después se identifica con facilidad ya que se dispersan por toda la hoja de forma desordenada, sin seguir las líneas de los nervios de la hoja como el caso de la roya amarilla.

Daños:

Esta enfermedad requiere temperaturas más elevadas para su desarrollo por lo que suele aparecer en momentos más tardíos, afectando a la hoja bandera y el llenado de los granos. Por eso las pérdidas pueden ser importantes.

El hongo *Puccinia hordei* específico para la cebada, está muy bien adaptado a las condiciones del cereal en nuestro país.

Septoria (*Septoria tritici* y *Mycosphaerella graminicola*)

Descripción:

El trigo es atacado por varias especies comúnmente conocidas como Septorias. Esta enfermedad se identifica por los puntos negros que deja en la superficie de la hoja y que se llaman picnidios.

El avance de la enfermedad se produce desde las hojas inferiores y se va contagiando a las partes altas de la planta.

Daños:

Las altas temperaturas y la humedad favorecen que la enfermedad prolifere rápidamente. El avance de Septoria destruye el tejido verde, afectando la capacidad de producción de la planta, pudiendo llegar a disminuir la cosecha hasta un 50%.

desSi la enfermedad se controla a tiempo, protegiendo la hoja bandera, que es la gran responsable del llenado del grano, se minimiza el efecto en la cosecha.

Oidio (*Blumeria graminis*)

Descripción:

Esta enfermedad se identifica por la aparición de manchas blancas polvorientas sobre la parte superior de las hojas, tallos y espigas.

Con la evolución de la enfermedad las manchas se vuelven marrón grisáceas y si sigue desarrollándose las hojas finalmente mueren.

Mal vinoso, Podredumbre de la corona (*Rhizoctonia solani* , *R. violacea*)

Descripción:

Posiblemente sea la enfermedad que mayores daños causa en la alfalfa, principalmente en la mitad Norte de España. Se extiende por rodales, las plantas se deprimen y las raíces se pudren comenzando por la corteza. La sintomatología más típica, es la aparición de unos filamentos gelatinosos de color rosáceo que posteriormente se tornan violetas, en forma de telaraña que cubre las raíces.

Control:

Esta enfermedad es difícil de combatir, siendo las prácticas más efectivas evitar pastoreos intensivos al final de otoño y evitar encharcamientos. De la misma forma, se sabe que este hongo se desarrolla bien en terrenos ácidos, por tanto el encalado ayuda a combatirlo.

Oidio de la alfalfa (*Erysiphe polygoni*)

En España esta enfermedad es más frecuente que las anteriores, aunque los ataques son poco intensos y los daños de escasa importancia en general. La sintomatología son manchas de moho blanquecino tanto en haz como en el envés, debajo del cual se forman puntos negros que son los cleistotecios del hongo.

Control:

En cuanto a métodos de lucha son aplicables los mismos de las enfermedades anteriores: Adelantar el corte, segar bajo y retirar el forraje con la menor pérdida posible

de hojas para evitar reinfecciones

Mildiu de la alfalfa (Peronospora trifoliorum)

No es una enfermedad frecuente, no obstante el ataque es especialmente peligroso en el momento del establecimiento del alfalfar. En alfalfares adultos sólo quedan atacadas determinadas partes de las plantas localizadas en tallos y hojas. Si el ataque es fuerte se puede llegar a la defoliación y desecación de los tallos.

Control: Al igual que en el caso anterior adelantar el corte puede ayudar a controlar esta enfermedad, así como cortar bajo y retirar el forraje de la manera más limpia posible.

Marchitez bacteriana (Corynebacterium)

Descripción:

o tiene mucha incidencia en España esta enfermedad. Las plantas afectadas producen un gran número de tallos finos y de escaso vigor, los brotes tienen hojas pequeñas y las puntas se marchitan en verano cuando hace calor. En el cambium de las raíces aparece un anillo color marrón claro. Estas plantas comienzan a amarillear al segundo ó tercer año desde el establecimiento. La infección tienen lugar a través de heridas y grietas de la planta, causadas por mal manejo ó por heladas invernales.

Control:

Para prevenir la contaminación se debe evitar que maquinaria que pueda provenir de una parcela infectada trabaje en otra sana. Igualmente ocurre con el ganado. Tampoco es conveniente abusar del riego por aspersión si sólo disponemos de aguas superficiales. En cualquier caso la mejor defensa es el empleo de variedades resistentes como Caliverde, Ranger ó Bufalo, las cuales han sido desarrolladas en EEUU, país en el que la enfermedad causa importantes pérdidas. 3.2.- Tizón bacteriano. Xanthomonas campestris pv.alfalfae Bacteria baciliforme, gram negativa, con un flagelo polar, aerobia

2 ESTIMACION DE LA PRODUCCION DE LA EXPLOTACION

La explotación está formada por una superficie de secano que tiene unos rendimientos por hectárea inferiores a las superficies de regadío, con el nuevo proceso de producción y la impletacion de métodos de riego más eficientes, se estima una producción de cereal en regadío mucho más alta que la del secano, aplicando los riegos correctamente.

El cultivo de la alfalfa será el cultivo que aportara $\frac{1}{4}$ de los ingresos de la explotación, con una superficie que ocupa el 9% de la explotación. Es sin duda el cultivo más rentable. Las producciones (Kg/ha) estimadas serán:

P R O D U C T O	HAS	PRODUCCION
TRIGO SECANO	95	3.000
TRIGO REGADIO	20,8	6.000
CEBADA SECANO	13,7	3.000
CEBADA REGADIO	9,2	6.000
VEZA	34,2	3.500
ALFALFA	17,1	15.000

Las producciones totales son:

TRIGO	409.800 Kg
CEBADA	96.300 Kg
VEZA	119.700 Kg
ALFALFA	256.500 Kg
PAJA	138.000 Kg

2.1 CALCULO DEL VOLUMEN

La venta de los productos esta influenciada muy directamente por la demanda de estos, los forrajes se venden directamente de la parcela, ya que se tiene cliente que demanda tanto las veces en primavera como la alfalfa en verano, teniendo vendidos los paquetes obtenidos, el almacenaje puede ser mínimo.

Los cereales serán los que se quiere almacenar para no tener que vendérselos a un almacenista y no poder beneficiarse de las subidas de precios de estos y evitar los costes de almacenaje que los almacenistas aplican en la zona , llegando a ser de 1 €/Tn/mes.

La cebada se tiene comprometido con una cooperativa local, una cantidad de 60 Tn, con lo que la producción a almacenar será de 46.000 Kg.

La mayor superficie de almacenamiento será para el trigo:

Teniendo en cuenta la densidad del trigo = 840 Kg/m³

El volumen ocupado será de

$$409.800 / 840 = 488 \text{ m}^3$$

La superficie ocupada por el trigo en la nave será de de unos 180 m², teniendo en cuenta el ángulo de talud natural(25°). Será suficiente una altura de muro de 4m para facilitar las labores de apilado que a más altura se complicadas.

La nave proyectada tendrá una superficie de 450 m², con lo que tenemos disponible una superficie para aperos y las 46 Tn de cebada.

En el otro almacén de la explotación se guardara parte de, aperos de labranza, sembradora ,remolque, mientras que en la nave proyectada se guardaran los tractores, motores de riego, empacadora, y remolque.

MEMORIA

Anejo 4: INFORME GEOTÉCNICO

INDICE ANEJO 4. INFORME GEOTÉCNICO

Resumen Ejecutivo.....	2
1. Características de la parcela.....	2
1.1 Descripción de la parcela.....	2
1.2 Localización de la parcela.....	2
2. Características del proyecto.....	2
2.1 Justificación.....	2
3. Objetivos.....	3
4. Campaña geotécnica.....	3
4.1 Campaña geotécnica elegida.....	3
4.2 Fundamento y aplicación.....	3
4.3 Campaña de campo. Observaciones y toma de muestras.....	4
4.4 Ensayos de laboratorio.....	6
5. Geografía.....	6
6. Geología.....	7
6.1 Materiales terciarios.....	7
6.2 Materiales cuaternarios.....	7
6.3 Mapa geológico de la zona.....	8
6.4 Leyenda del mapa geológico.....	9
6.5 Hidrogeología y nivel freático.....	9
6.6 Sismicidad.....	9
7. Perfil litológico del terreno.....	11
7.1 Perfil litológico.....	11
8. Propiedades geotécnicas de los materiales.....	11
8.1 Estrato de arenas arcillosas.....	12
8.2 Estrato de arenas con limos.....	13
8.3 Estrato de roca arenisca con arenas.....	14
9. Parámetros de cálculo.....	14
9.1 Tensión admisible.....	14
9.2 Estimación de los asentos.....	15
9.3 Análisis de la cimentación.....	15
Recomendaciones y conclusiones.....	15
• PRESIÓN DE DISEÑO:.....	16
Programa de supervisión.....	16

Introducción

El presente estudio del terreno se ha elaborado para conocer las características geotécnicas del subsuelo sobre el que se va a construir un almacén agrícola, de una planta.

La superficie de la parcela es de 2.665 m² y la ocupación en planta del almacén es de 450 m² aprox.

Resumen Ejecutivo

Teniendo en cuenta: (1) las indicaciones marcadas en la actual normativa sobre Estudios Geotécnicos, (2) las características constructivas del almacén agrícola, (3) las dimensiones de la parcela, (4) la necesidad de obtener datos geotécnicos en el solar objeto de estudio y (5) la necesidad de tomar muestras de suelo para su posterior análisis en el laboratorio, se ha planteado la excavación de 2 calicatas y la realización de 2 ensayos de penetración dinámica superpesada.

En el solar se distribuyeron las calicatas de forma uniforme. Se perforó hasta 5,80 m. En las calicatas se tomaron en total 6 muestras. En la calicata 1 se tomaron 4 muestras de suelo a 1,40m, a 2,50m, a 5,0m y a 5,50 m de profundidad. En la calicata 2 se tomaron 2 muestras a 1.60 m y a 5,60 m de profundidad.

En las muestras de suelo recogidas se realizaron ensayos de humedad, granulometrías, límites de Atterberg y sulfatos.

Tras la perforación de las calicatas, se situaron los 2 D.P.S.H. De esta forma se obtuvo valores de tensión admisible indicativos en profundidad.

Los ensayos de laboratorio y los ensayos de penetración dinámica superpesada fueron realizados por una empresa de un, Geología e Ingeniería Civil. Los ensayos de campo y los ensayos de laboratorio fueron supervisados por personal técnico.

Con la información recogida en la campaña de campo y los ensayos de laboratorio, se ha elaborado el presente informe técnico.

1. Características de la parcela

1.1 Descripción de la parcela.

La parcela 1010 del polígono 15 de osorno(Palencia), es una finca rústica concentrada, situada a 173 m del núcleo urbano se accede a través de un camino rural que sale de la carretera N-120 Burgos-León.

1.2 Localización de la parcela

El solar se encuentra en el término municipal de Osorno (Palencia), en el polígono 15, parcela 1010.

Las coordenadas UTM son:

X: 387609,55

Y: 4695840,54

2 Características del proyecto.

Se ha proyectado la construcción de un almacén agrícola de 450 m² de planta a una altura y diáfana.

2.1 Justificación

El Decreto 462/1971, de 11 de marzo (BOE 24 de marzo) por el que se aprueban las normas

de redacción de proyectos y la dirección de obras de edificación:

En el Art. 1 establece "En los proyectos de obras de edificación de cualquier tipo se hará constar expresamente:

A) En la Memoria y en el pliego de prescripciones técnicas particulares:

2. Una exposición detallada de las características del terreno y de las hipótesis en las que se basa el cálculo de la cimentación de los edificios".

La Ley 38/1999 de Ordenación de la Edificación (LOE) se establece en el Art. 12 apartado 1 que "entre las obligaciones del Director de Obra está la de verificar el replanteo y la adecuación de la cimentación y de la estructura proyectada a las características geotécnicas del terreno" regulación de la que se coligue la necesidad de Estudios Geotécnicos del Terreno, único instrumento técnico para conocer las características geotécnicas del terreno.

3 Objetivos

La finalidad de este informe geotécnico es: caracterizar geomecánicamente los materiales del terreno y aportar elementos científicos de juicio que justifiquen el tipo de cimentación elegida. Los datos aportados se utilizarán para dimensionar la estructura de la nave agrícola. Se da a conocer el perfil litológico existente en el solar

, las características geotécnicas y propiedades de los materiales geológicos con el fin de ofrecer todos los datos necesarios para el cálculo de la estructura proyectada.

Los objetivos planteados son los siguientes:

- (1) Determinar la naturaleza, espesor y distribución de los materiales que aparecen en la zona de estudio.
- (2) Caracterizar geotécnicamente cada uno de los materiales que aparecen en la zona de estudio.
- (3) Situar el nivel freático.
- (4) Establecer la carga admisible del terreno, con objeto de recomendar la cimentación más apropiada, y estimar los asentamientos generados en estas condiciones.
- (5) Otras recomendaciones en cuanto a las características de los taludes, excavabilidad del terreno, tipo de hormigón a utilizar en función de la agresividad del terreno y otras recomendaciones que se consideren oportunas.

4 Campaña geotécnica

4.1 Campaña geotécnica elegida

Campaña elegida: CEG-2. Campaña de categoría II. Categoría Geotécnica 2.

4.2 Fundamento y aplicación

Tipo de edificación:

M (estructura porticada metálica con modulación media entre apoyos menor de 7 metros y con un número de plantas, incluido sótano, menor de 3)

Profundidad a alcanzar: $p = f + z = 3,0$ m. donde:

p: profundidad a alcanzar (m)

f: profundidad del plano de apoyo de la cimentación con el terreno (m) z: 1,5

B (m)

B: ancho de la zapata mayor de la cimentación (m)

Dada la tipología de la edificación se ha elegido la campaña de Categoría Geotécnica 2, porque incluye los tipos comunes de estructuras y cimentaciones sin riesgos anormales o condiciones inusuales o excepcionalmente difíciles del terreno o de las cargas.

Las estructuras y cimentaciones de esta Categoría requieren datos y análisis geotécnicos cuantitativos para asegurar que se cumplen los requisitos fundamentales. Pueden usarse métodos de rutina para los ensayos de campo y de laboratorio, así como para el proyecto y ejecución.

En general, para los reconocimientos que afecten a la Categoría Geotécnica 2, se aplicará lo siguiente:

(1) Los puntos de exploración se situarán según nudos de malla. La distancia entre los puntos estará alrededor de 20-60 m. Si las condiciones del suelo son uniformes, los sondeos pueden ser sustituidos por ensayos de penetración o sondeos geofísicos.

(2) Para cimentaciones por zapatas aisladas o corridas, la profundidad de las exploraciones o sondeos por debajo del nivel de cimentación previsto estaría normalmente entre 1 y 3 veces la anchura de los elementos de cimentación. Se deben alcanzar, en algunos puntos de exploración, profundidades mayores para estudiar los asentos, así como posibles problemas con el agua subterránea.

(3) En el caso de cimentaciones por losa de hormigón, la profundidad de los ensayos in situ o sondeos debe ser igual o superior a la anchura de la cimentación, a menos que el substrato rocoso se encuentre en menor profundidad.

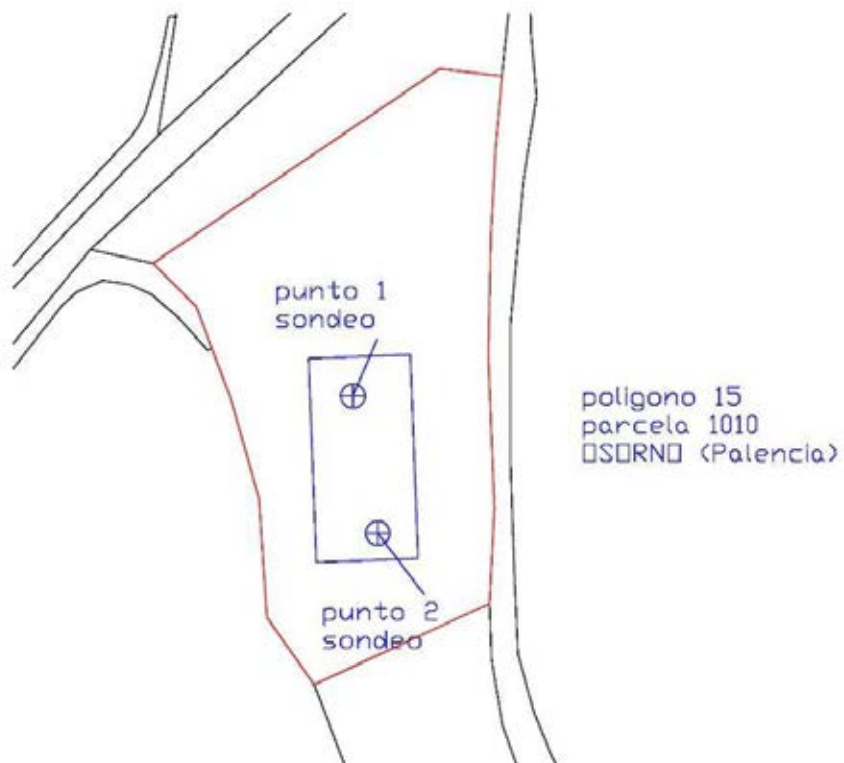
4.3 Campaña de campo. Observaciones y toma de muestras

Siguiendo las indicaciones de la actual normativa, se han realizado los siguientes trabajos de campo:

(1) Excavación de 2 calicatas, según recomendaciones NTE.

(2) Realización de 2 ensayos de penetración dinámica superpesada (D.P.S.H.), según Norma UNE 103801/94.

Situación de los sondeos dentro de la parcela



En las calicatas se tomaron las siguientes muestras de suelo:

Código de muestra	Procedencia		Tipo de muestra		
			Alterada	Inalterada	
	Calicata nº	Sondeo nº			Plastificada
SUELO C1-M1	1		*		
SUELO C1-M2	1		*		
SUELO C1-M3	1		*		
SUELO C1-M4	1		*		
SUELO C2-M1	2		*		
SUELO C2-M2	2		*		

4.4 Ensayos de laboratorio

Para conocer la naturaleza de los materiales y siguiendo las recomendaciones de la normativa vigente, se realizaron los siguientes ensayos de laboratorio:

Código de muestra	Ensayos realizados											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
SUELO C1-M2	*		*	*	*	*						
SUELO C1-M3	*		*	*	*							
SUELO C2-M1	*		*	*	*	*						
SUELO C2-M2	*		*	*	*							

1. Determinación de la humedad de un suelo mediante secado en estufa s/ Norma UNE 103300:1993
2. Determinación de la densidad de un suelo según Norma UNE 103301:1994
3. Análisis granulométrico de suelos por tamizado según Norma UNE 103101:1995
4. Determinación del límite líquido de un suelo, método de Casagrande, según Norma UNE 103103:1994.
5. Determinación del límite plástico de un suelo según Norma UNE 103104:1993
6. Determinación cualitativa del contenido en sulfatos solubles de un suelo, s/ Norma UNE 103202:1995
7. Ensayo de rotura a compresión simple en probetas de suelo, según Norma UNE 103400:1993
8. Determinación de los parámetros resistentes al esfuerzo cortante de una muestra de suelo en la caja de corte directo, según Norma UNE 103401:1998
9. Determinación de la expansividad de un suelo en aparato Lambe, según Norma UNE 103600:1996
10. Geotecnia. Ensayo consolidación unidimensional de suelo en edómetro, s/ Norma UNE 103405:1994.
11. Ensayos de compactación. Proctor normal y modificado s/ normas UNE 103500:1994 y 103501:1994
12. Determinación del Índice CBR de un suelo, según norma UNE 103502:1995

5 Geografía

La localidad de Osorno se encuentra al norte de la capital palentina, se llega a ella a través de la autovía A-67 (Palencia-Santander), o de la autovía del Camino De Santiago.

6 Geología

Geológicamente, la zona de estudio se encuadra en el extremo nor-oriental de la cuenca del Duero, que forma parte de la meseta de Castilla la Vieja, situándose próxima a la Cordillera Cantábrica.

Los materiales que afloran en la zona de estudio son, terciarios y cuaternarios.

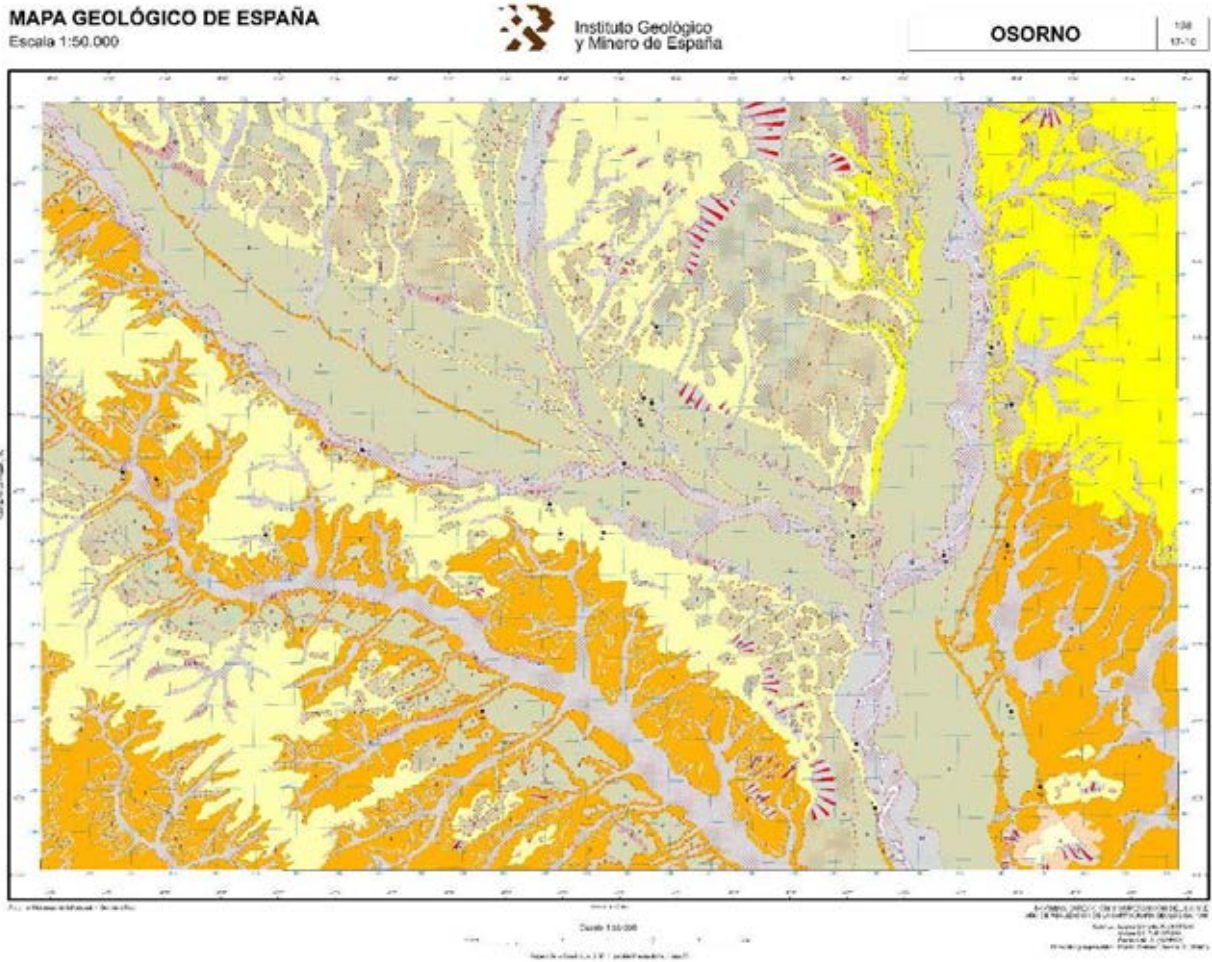
6.1 Materiales terciarios

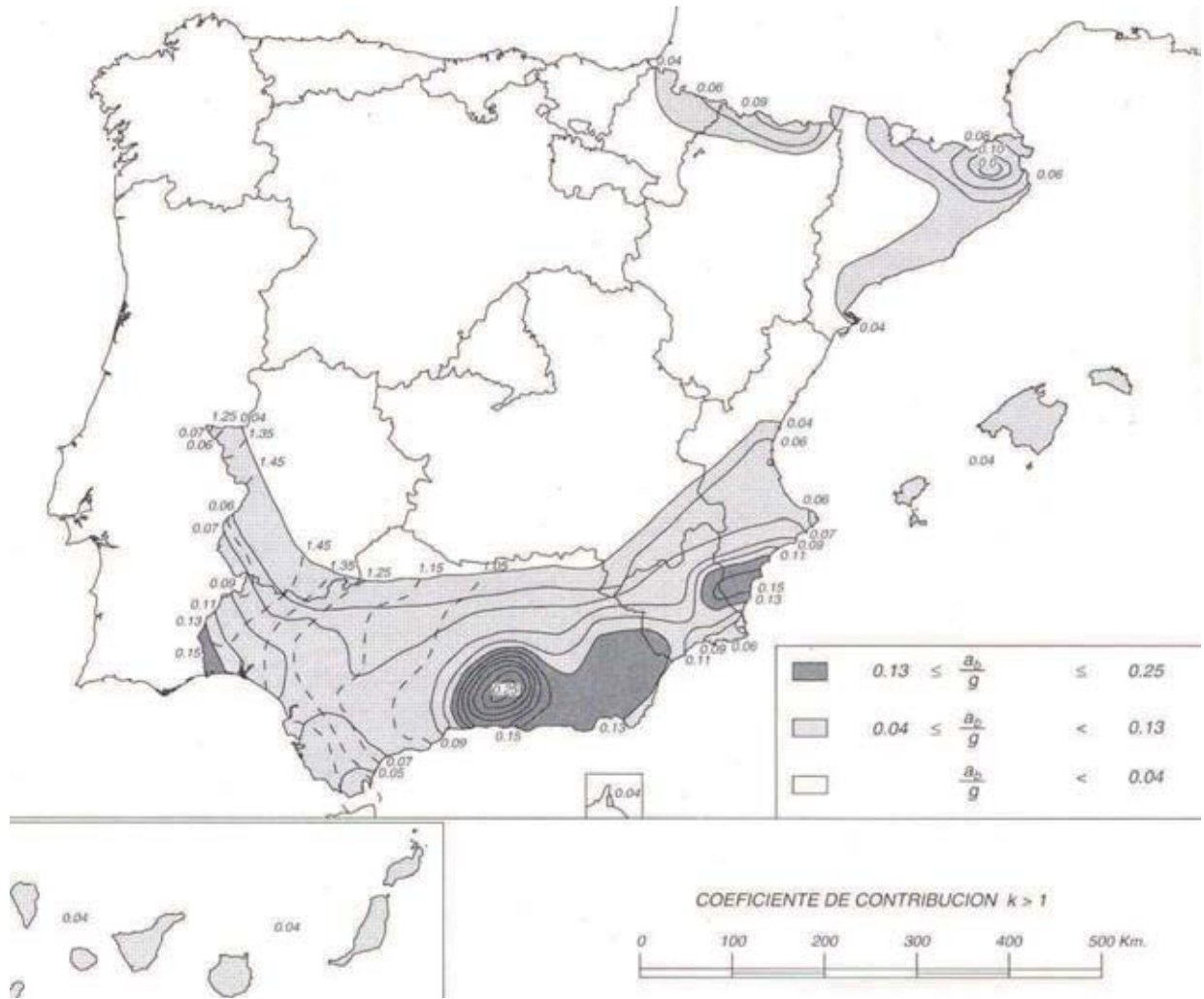
Estos materiales pertenecen a un sistema aluvial constituido por conglomerados con espesores de 2,5 - 3 metros, separados por tramos menos potentes de areniscas y arenas fangosas que pueden presentar estratificación cruzada. Las gravas tienen naturaleza silíceas y carbonatadas (cuarzo, cuarcita y areniscas). Localmente el centil puede llegar a los 2m, aunque lo normal es 0,3 a 0,7m. La matriz, de color marrón-rojiza está constituida por arenas y areniscas con gravas.

6.2 Materiales cuaternarios

Estos materiales están ligados al curso fluvial del río Ruyales de Avellanosa del Páramo.

6.3 Mapa geológico de la zona





La aceleración sísmica viene definida por la expresión: $a = p \cdot a_b$,

Siendo p =coeficiente de riesgo en función del periodo de vida con el que se proyecta la construcción.

Este mapa proporciona información a cerca de:

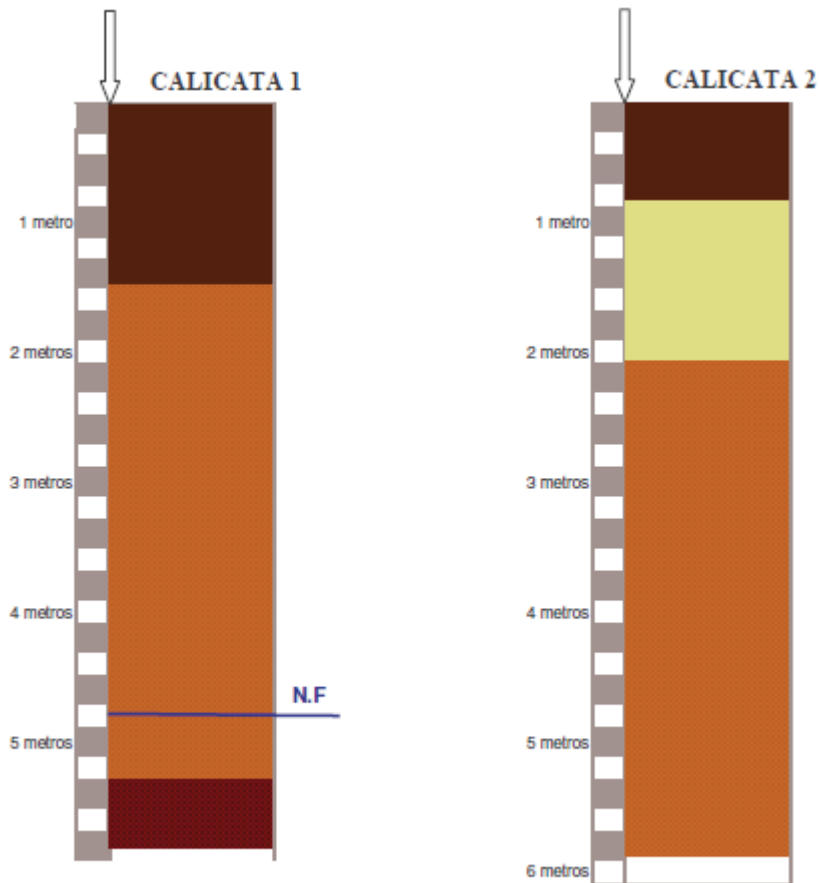
- (1) la aceleración sísmica básica: a_b
- (2) Aceleración horizontal de la superficie de un terreno para un periodo de retorno de 500 años.
- (3) Coeficiente de contribución K

Dado que el área donde se ubica la zona de estudio es de peligrosidad sísmica baja, caracterizada por tener una aceleración sísmica menor de 0.04, y que la construcción proyectada se clasifica de moderada importancia, según la Norma Básica de la Edificación (AE-88), no será necesario tomar en consideración medidas contra de los efectos sísmicos en las estructuras de la edificación.

7 Perfil litológico del terreno

7.1 Perfil litológico

APERTURA DE CALICATAS se muestra la descripción geológica de los materiales en detalle.



8 Propiedades geotécnicas de los materiales

La determinación de las propiedades geomecánicas de los materiales de la parcela se definen mediante la realización de ensayos de laboratorio. Según la naturaleza de los materiales geológicos del subsuelo del terreno, se establecen los ensayos de laboratorio adecuados para su caracterización geotécnica. Además se aporta información de otros parámetros geotécnicos tabulados. Estos parámetros son de gran interés en el cálculo de la estructura.

Los materiales geológicos ensayados en el laboratorio que se recogieron en los estratos de la finca son:

- (1) Estrato de arenas arcillosas
- (2) Estrato de arenas con limos

(3) Estrato de roca arenisca con arenas

8.1 Estrato de arenas arcillosas

PARAMETROS GEOTECNICOS			
Humedad, %	10.8-12.6 %		
Densidad, ρ	1.8 gr/cm ³ *		
Limites de Atterberg, %	L. liquido	L. Plástico	Plasticidad
	25	13.4-17.8	7.2-11.4
Perméabilidad (cm/seg)	10 ⁻³ - 10 ⁻⁴		
Índice de fluidez	>0.5		
Hinchamiento ap/ Lambe	Nulo		
Expansividad Nula	Nula		
Colapsabilidad	Nula		
Cohesión,C	=0.10 kg/cm ² *		
Ángulo rozamiento interno,	=30° *		
Modulo de deformación, E0	= ρ de 0.16H a 0.48 kg/cm ² *		
Ensayo Proctor	Densidad Máxima	Humedad optima %	
	-----	-----	
Indice C.B.R.	100%	98%	Hinchamiento%
	----	---	-----
Coeficiene de Balastro, Ks ₁	=de 1.20 a 3.60 kg/cm ³ *		
Ensayo Penetración	N ₂₀ D.P.S.H. (Rp)	N ₃₀ S.P.T. (Rp)	
	3-5	-----	
Compresión simple, kg/cm ²	-----		
Compacidad	Suelto		
Clasificación del suelo	Casagrande	NTA	
	SC	Granular tipo I	
Grado de meteorización	Alto		
Ripabilidad	Excavable con retroexcavadora convencional		
Taludes	Temporales: Subverticales; Definitivos: 3H/2V		

* Valor estimado por experiencia en materiales similares analizados.

** H= Profundidad del pozo de cimentación en cm. PARAMETROS

QUIMICOS

Contenido en SO₄= 148,09 (mg SO₄= 7 Kg de suelo seco) (terreno noagresivo al hormigón)

Contenido en CO₃ = -- Contenido

materia orgánica --

PROPIEDADES MÁS IMPORTANTES

Permeabilidad en estado compacto:

Impermeable

Resistencia al corte en estado compacto y saturado:

Buena a regular

Compresibilidad en estado compacto y saturado:

Baja

Facilidad de tratamiento en obra :

Buena

8.2 Estrato de arenas con limos

PARAMETROS GEOTECNICOS

PARAMETROS GEOTECNICOS			
Humedad, %	8.7-11.9 %		
Densidad, ρ_s	1.8 gr/cm ³ *		
Límites de Atterberg, %	L. líquido	L. Plástico	Plasticidad
	----	-----	No plastico
Permeabilidad (cm/seg)	10 ⁻² - 10 ⁻³		
Índice de fluidez	>0.5		
Hinchamiento ap/ Lambe	Nulo		
Expansividad Nula	Nula		
Colapsabilidad	Nula		
Cohesión, C	=0.0 kg/cm ² *		
Ángulo rozamiento interno,	=32,5º *		
Modulo de deformación, E0	=de 0.16H a 0.48 kg/cm ² *		
Ensayo Proctor	Densidad Máxima	Humedad optima %	
	-----	-----	
Indice C.B.R.	100%	98%	Hinchamiento%
	----	---	-----
Coeficiene de Balastro, K _{S1}	=de 1.20 a 3.60 kg/cm ³ *		
Ensayo Penetración	N ₂₀ D.P.S.H. (Rp)	N ₃₀ S.P.T. (Rp)	
	15	-----	
Compresión simple, kg/cm ²	-----		
Compacidad	Suelto		
Clasificación del suelo	Casagrande	NTA	
	SM	Granular tipo I	
Grado de meteorización	Alto		
Ripabilidad	Excavable con retroexcavadora convencional		
Taludes	Temporales: Subverticales; Definitivos: 3H/2V		

* Valor estimado por experiencia en materiales similares analizados.

** H= Profundidad del pozo de cimentación en cm. PARAMETROS

QUIMICOS

Contenido en SO₄= < 0.1 % (terreno no agresivo al hormigón) Contenido en CO₃ = --

Contenido materia orgánica -

PROPIEDADES MÁS IMPORTANTES

Permeabilidad en estado compacto	Semipermeable	a
Impermeable		
Resistencia al corte en estado compacto y saturado	Buena	
Compresibilidad en estado compacto y saturado	Baja	
Facilidad de tratamiento en obra	Regular	

8.3 Estrato de roca arenisca con arenas

Teniendo en cuenta que el terreno está constituido por un macizo rocoso, se ha aplicado una clasificación geomecánica para macizos rocosos figurados CSIR (Bieniawski). Las clasificaciones de los macizos rocosos tienen especial relevancia para la perforación de túneles. En esta clasificación se consideran los siguientes componentes:

- (1) Resistencia a la compresión uniaxial de la roca inalterada
- (2) Índice de calidad de la roca (RQD)
- (3) Espaciamiento de fisuras
- (4) Estado de las fisuras
- (5) Condiciones del agua subterránea.

Según los criterios anteriormente fijados y teniendo en cuenta valores de diseño tabulados por la experiencia, realizamos la siguiente clasificación:

	Descripción	Valuación	Fuente
Resistencia a compresión uniaxial	Roca arenisca(10-25Mpa)	2	Deere y Millar
Índice de calidad de la roca RQD	< 25%	3	Deere
Espaciamiento de fisuras	< 50mm	5	Deere
Estado de las fisuras	Superficie pulida o relleno<5mm,esp, o fisuras abiertas1-5mm fisuras continuas	6	
Aguas subterráneas	Totalmente seco	10	

MARCADOR TOTAL 26 CLASIFICACIÓN: ROCA MALA (IV)

9 Parámetros de cálculo.

9.1 Tensión admisible

La estimación de la tensión admisible del terreno se realiza mediante la interpretación de los ensayos de penetración dinámica superpesada. La formulación utilizada en este estudio es semiempírica y depende de (1) la naturaleza geológica de los materiales de la parcela, (2) el ancho en metros de la zapata mayor de la estructura y (3) el golpeo en cada intervalo de 20 cm producido en la profundidad correspondiente.

La carga admisible en función de los valores de resistencia en punta para suelos granulares es:

$$Y_{adm} = 0,1142 \cdot N_{20} \cdot \left[\frac{(1 + 3,28 \cdot B)}{(3,28 \cdot B)} \right]^2 \text{ para } B > 1,22 \text{ m}$$
$$Y_{adm} = 0,172 \cdot N_{20} \text{ para } B < 1,22 \text{ m}$$

Donde:

B: ancho de la zapata mayor (m).

Se toma como valor inicial una tensión de 2.00 kg/cm² en el contacto entre la cimentación y el terreno. Los valores del bulbo de presiones de estas 3 zapatas se comparan con los valores de tensión admisible del terreno interpretados mediante la formulación adecuada para 3 zapatas de ancho 1, 1.5 y 1.75 metros (columnas Y_{adm}). De esta forma se comprueba que el terreno es capaz de soportar la tensión que produce la edificación

9.2 Estimación de los asientos

Teniendo en cuenta que el medio geológico sobre el que se realizará la cimentación es rocoso, se estima que no se producirán asientos cuantificables.

Según los criterios de Burland, el mejor método para determinar los asientos probables es el de Meyerhof (1965).

Se producirá un asiento admisible de 3.32 cm con una presión portante admisible de 2.00 kg/cm² según Meyerhof (1965)

9.3 Análisis de la cimentación

Tras la interpretación de los ensayos de penetración dinámica y de los ensayos de laboratorio realizados sobre las muestras de suelo recogidas en el terreno, se proponen las siguientes recomendaciones:

- (1) Realizar una cimentación mediante zapatas aisladas.
- (2) Una cimentación mediante zapata corrida de hormigón armado en contacto con el terreno compactado.
- (3) La profundidad de cimentación se situará a 0.60 m de profundidad.
- (4) La carga admisible con la que se recomienda calcular la cimentación es: $Q_{adm} \leq 2.00 \text{ kg/cm}^2$.
- (5) Durante el proceso de excavación de las zapatas, habrá que realizar una supervisión y a la cota de cimentación habrá que comprobar que lo que hay por debajo de dicha cota la resistencia del terreno es al menos la recomendada.

Recomendaciones y conclusiones

PERFIL DEL TERRENO:

En el ANEJO 1 APERTURA DE CALICATAS se muestra la descripción geológica de los materiales en detalle.

NIVEL FREÁTICO:

El día de la realización de los ensayos D.P.S.H. y de la apertura de las calicatas (05 de noviembre de 2012) no apareció agua en el varillaje del equipo de ensayos de penetración dinámica pero si apareció agua en la calicata 1 a partir de 4,70 metros de profundidad.

HORMIGÓN:

El terreno no es agresivo a los componentes del hormigón. No será necesario el uso de cemento sulforresistente. Se recomienda utilizar un hormigón de tipo HA- 25/P/20/IIa.

EXCAVABILIDAD DEL TERRENO:

La excavabilidad del terreno es alta. Se podrá realizar con retroexcavadora convencional. En ocasiones puntuales quizá sea necesaria la utilización de martillo neumático.

TALUDES:

En esta obra no se dejarán taludes permanentes.

CIMENTACIÓN:

Cimentación superficial. (1)Excavar 20cm y retirar toda la capa vegetal del terreno (2) Una cimentación mediante zapata aislada en los pilares y corrida en el muro de hormigón armado en contacto con el terreno excavado, (3) La profundidad de cimentación se situará a 1.00 m de profundidad, (4) Durante el proceso de excavación de las zapatas, habrá que realizar una supervisión y a la cota de cimentación habrá para comprobar que lo que hay por debajo de dicha cota la resistencia del terreno es al menos la recomendada.

- **PRESIÓN DE DISEÑO:**

Para el cálculo de la cimentación será de $\sigma_{adm} \leq 2,00\text{kg/cm}^2$.

Programa de supervisión

Si tras realizar la excavación de los materiales de la parcela se realizan observaciones diferentes a las contenidas en el presente informe técnico o aparecen materiales geológicos no registrados en el mismo, la Dirección Facultativa deberá ponerse en contacto con el supervisor de este informe para realizar los análisis necesarios complementarios. No nos hacemos responsables de los efectos perjudiciales o desperfectos que se puedan producir en las construcciones si en este caso la Dirección Facultativa no se pone en contacto con el supervisor de este informe.

Tampoco nos hacemos responsables de los efectos perjudiciales o desperfectos que se puedan producir en las edificaciones por no cumplimiento de las recomendaciones efectuadas en este informe. Tampoco nos hacemos responsables de los desperfectos que se puedan producir en los solares, edificaciones y/o construcciones anejos producidas por negligencias en las labores de ejecución durante la fase de construcción.

En Palencia a 20 de julio de 2015

D.Manuel Terán González
Ingeniero Técnico Agrícola
Colegiado 3.067

MEMORIA

Anejo 5:INGENIERIA DE LAS OBRAS

INDICE ANEJO 5. INGENIERIA DE LAS OBRAS

1.	Calculo de las estructuras.	2
1.1.	DB SE Seguridad estructural.	2
1.2.	Acciones en la Edificación (SE-AE).....	4
1.3.	Cimentaciones (SE-C).....	5
1.4.	Estructuras de Acero (SE-A).	5
1	Instrucción de hormigón estructural (EHE-08).....	9
2	Descripción del sistema.....	9
•	Bases de cálculo (EHE-08 Art. 8).	12
•	Combinación de acciones (EHE-08 Art. 13).....	14
•	Asientos admisibles y límites de deformación.....	14
3	MEMORIA DESCRIPTIVA DE LA NAVE	15
4	LISTADO DE CALCULOS:.....	16

INGENIERIA DE LAS OBRAS

1. Cálculo de las estructuras.

Justificación de las prestaciones del edificio por requisitos básicos y en relación con las exigencias básicas del CTE. La justificación se realizará para las soluciones adoptadas conforme a lo indicado en el CTE.

También se justificarán las prestaciones del edificio que mejoren los niveles exigidos en el CTE.

1.1.DB SE Seguridad estructural.

Análisis estructural y dimensionado.

A) Proceso.

- Determinación de situaciones de dimensionado.
- Establecimiento de las acciones.
- Análisis estructural.
- Dimensionado.

B) Situaciones de dimensionado.

- Persistentes: Condiciones normales de uso.
- Transitorias: Condiciones aplicables durante un tiempo limitado.
- Extraordinarias: Condiciones excepcionales en las que se puede encontrar o estar expuesto el edificio.

C) Periodo de servicio: 50 Años.

D) Método de comprobación: Estados límites.

E) Definición estado límite.

Situaciones que de ser superadas, puede considerarse que el edificio no cumple con alguno de los requisitos estructurales para los que ha sido concebido

F) Estado límite último. Resistencia y estabilidad.

Situación que de ser superada, existe un riesgo para las personas, ya sea por una puesta fuera de servicio o por colapso parcial o total de la estructura:

- Pérdida de equilibrio.
- Deformación excesiva.
- Transformación estructura en mecanismo.
- Rotura de elementos estructurales o sus uniones.
- Inestabilidad de elementos estructurales.

G) Estado límite de servicio. Aptitud de servicio.

Situación que de ser superada se afecta:

- El nivel de confort y bienestar de los usuarios.
- Correcto funcionamiento del edificio.
- Apariencia de la construcción.

-

. Acciones.

A) Clasificación de las acciones.

- Permanentes: Aquellas que actúan en todo instante, con posición constante y valor constante (pesos propios) o con variación despreciable: acciones geológicas
- Variables: Aquellas que pueden actuar o no sobre el edificio: uso y acciones climáticas
- Accidentales: Aquellas cuya probabilidad de ocurrencia es pequeña pero de gran importancia: sismo, incendio, impacto o explosión.

B) Valores característicos de las acciones.

Los valores de las acciones se recogerán en el Cálculo de Estructuras.

C) Datos geométricos de la estructura.

La definición geométrica de la estructura está indicada en los planos de proyecto.

D) Características de los materiales.

Los valores característicos de las propiedades de los materiales se detallarán en la justificación del DB correspondiente o bien en la justificación de la EHE-08.

E) Modelo análisis estructural.

Se realiza un cálculo espacial en tres dimensiones por métodos matriciales de rigidez, formando las barras los elementos que definen la estructura: pilares, vigas, brochales y viguetas. Se establece la compatibilidad de deformación en todos los nudos considerando seis grados de libertad y se crea la hipótesis de indeformabilidad del plano de cada planta, para simular el comportamiento del forjado, impidiendo los desplazamientos relativos entre nudos del mismo. A los efectos de obtención de solicitaciones y desplazamientos, para todos los estados de carga se realiza un cálculo estático y se supone un comportamiento lineal de los materiales, por tanto, un cálculo en primer orden.

Verificación de la estabilidad.

$E_{d,dst} \leq E_{d,stab}$

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

Verificación de la resistencia de la estructura.

$E_d \leq R_d$

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

Combinación de acciones.

El valor de cálculo de las acciones correspondientes a una situación persistente o transitoria y los correspondientes coeficientes de seguridad se han obtenido de la fórmula 4.3 y de las tablas 4.1 y 4.2 del presente DB.

El valor de cálculo de las acciones correspondientes a una situación extraordinaria se ha obtenido de la expresión 4.4 del presente DB y los valores de cálculo de las acciones se han considerado 0 o 1 si su acción es favorable o desfavorable respectivamente.

Verificación de la aptitud de servicio.

Se considera un comportamiento adecuado en relación con las deformaciones, las vibraciones o el deterioro si se cumple que el efecto de las acciones no alcanza el valor límite admisible establecido para dicho efecto.

Flechas: La limitación de flecha activa establecida en general es de 1/300 de la luz

Desplazamientos horizontales: El desplome total limite es 1/300 de la altura total

1.2. Acciones en la Edificación (SE-AE).

. Acciones Permanentes (G):

Peso Propio de la estructura: Corresponde generalmente a los elementos de hormigón armado, calculados a partir de su sección bruta y multiplicados por 25 (peso específico del hormigón armado) en pilares, paredes y vigas. En losas macizas será el canto h (cm) x 25 kN/m³.

Cargas Muertas: Se estiman uniformemente repartidas en la planta. Son elementos tales como el pavimento y la tabiquería (aunque esta última podría considerarse una carga variable, si su posición o presencia varía a lo largo del tiempo).

Peso propio de tabiques pesados y muros de cerramiento: Éstos se consideran al margen de la sobrecarga de tabiquería. En el anejo C del DB SE-AE se incluyen los pesos de algunos materiales y productos. El pretensado se regirá por lo establecido en la Instrucción EHE-08. Las acciones del terreno se tratarán de acuerdo con lo establecido en DB SE-C.

. Acciones Variables (Q):

A) Sobrecarga de uso: Se adoptarán los valores de la tabla 3.1. Los equipos pesados no están cubiertos por los valores indicados.

B) Acciones climáticas:

- El viento: Las disposiciones de este documento no son de aplicación en los edificios situados en altitudes superiores a 2.000 m. En general, las estructuras habituales de edificación no son sensibles a los efectos dinámicos del viento y podrán despreciarse estos efectos en edificios cuya esbeltez máxima (relación altura y anchura del edificio) sea menor que 6. En los casos especiales de estructuras sensibles al viento será necesario efectuar un análisis dinámico detallado. La presión dinámica del viento $q_b=0,5 \times \bar{\delta} \times v_b^2$. A falta de datos más precisos se adopta $\bar{\delta}=1,25 \text{ kg/m}^3$. La velocidad del viento se obtiene del anejo D, con lo que $v_b=27 \text{ m/s}$, correspondiente a un periodo de retorno de 50 años. Los coeficientes de presión exterior e interior se encuentran en el Anejo D.

- La temperatura: En estructuras habituales de hormigón estructural o metálicas formadas por pilares y vigas, pueden no considerarse las acciones térmicas cuando se dispongan de juntas de dilatación a una distancia máxima de 40 metros

- La nieve: Este documento no es de aplicación a edificios situados en lugares que se encuentren en altitudes superiores a las indicadas en la tabla 3.11. En cualquier caso, incluso en localidades en las que el valor característico de la carga de nieve sobre un terreno horizontal $S_k=0$ se adoptará una sobrecarga no menor de $0,20 \text{ Kn/m}^2$.

C) Acciones químicas, físicas y biológicas: Las acciones químicas que pueden causar la corrosión de los elementos de acero se pueden caracterizar mediante la velocidad de corrosión que se refiere a la pérdida de acero por unidad de superficie del elemento

afectado y por unidad de tiempo. La velocidad de corrosión depende de parámetros ambientales tales como la disponibilidad del agente agresivo necesario para que se active el proceso de la corrosión, la temperatura, la humedad relativa, el viento o la radiación solar, pero también de las características del acero y del tratamiento de sus superficies, así como de la geometría de la estructura y de sus detalles constructivos. El sistema de protección de las estructuras de acero se regirá por el DB SE-A. En cuanto a las estructuras de hormigón estructural se regirán por el Art.3.4.2 del DB SE-AE.

D) Acciones accidentales (A): Los impactos, las explosiones, el sismo, el fuego. Las acciones debidas al sismo están definidas en la Norma de Construcción Sismorresistente NCSE-02. En este documento básico solamente se recogen los impactos de los vehículos en los edificios, por lo que solo representan las acciones sobre las estructuras portantes. Los valores de cálculo de las fuerzas estáticas equivalentes al impacto de vehículos están reflejados en la tabla 4.1.

1.3. Cimentaciones (SE-C).

Descripción del sistema.

A) Cimentaciones.

Se han dispuesto armaduras que cumplen con las cuantías mínimas indicadas en la tabla 42.3.5 de la instrucción de hormigón estructural (EHE-08) atendiendo al elemento estructural considerado.

Características de los materiales.

Están definidas en los apartados correspondientes de cumplimiento de la EHE-08.

Bases de cálculo.

A) Método de cálculo: El dimensionado de secciones se realiza según la Teoría de los Estados Límites Últimos (apartado 3.2.1 DB SE) y los Estados Límites de Servicio (apartado 3.2.2 DB SE). El comportamiento de la cimentación debe comprobarse frente a la capacidad portante (resistencia y estabilidad) y la aptitud de servicio.

B) Verificaciones: Las verificaciones de los Estados Límites están basadas en el uso de un modelo adecuado para al sistema de cimentación elegido y el terreno de apoyo de la misma.

C) Acciones: Se ha considerado las acciones que actúan sobre el edificio soportado según el documento DB SE-AE y las acciones geotécnicas que transmiten o generan a través del terreno en que se apoya según el documento DB SE en los apartados (4.3 - 4.4 - 4.5).

1.4. Estructuras de Acero (SE-A).

Descripción del sistema.

Pórticos de acero laminado de sección constante, sobre placas de anclaje y estructura de cubierta formada por correas metálicas apoyadas sobre el pórtico.

Características de los materiales.

El tipo de acero utilizado en chapas y perfiles de la estructura principal es: S275JR

Designación	Espesor nominal t (mm)				Temperatura del ensayo Charpy °C
	f _y (N/mm ²)			f _u (N/mm ²)	
	t :: 16	16 < t :: 40	40 < t :: 63	3 :: t :: 100	
S235JR S235J0 S235J2	235	225	215	360	20 0 -20
S275JR S275J0 S275J2	275	265	255	410	2 0 -20
S355JR S355J0 S355J2 S355K2	355	345	335	470	20 0 -20 -20 ⁽¹⁾
S450J0	450	430	410	550	0

⁽¹⁾Se le exige una energía mínima de 40J.

f_y tensión de límite elástico del material

f_u tensión de rotura

Bases de cálculo.

A) Criterios de verificación.

La verificación de los elementos estructurales de acero se ha realizado:

a) Mediante programa informático, CYPE 2012

Se han seguido los criterios indicados en el Código Técnico para realizar la verificación de la estructura en base a los siguientes estados límites:

- Estado límite último. Se comprueba los estados relacionados con fallos estructurales como son la estabilidad y la resistencia.
- Estado límite de servicio. Se comprueba los estados relacionados con el comportamiento estructural en servicio.

B) Modelado y análisis.

El análisis de la estructura se ha basado en un modelo que proporciona una previsión suficientemente precisa del comportamiento de la misma.

Las condiciones de apoyo que se consideran en los cálculos corresponden con las disposiciones constructivas previstas.

Se consideran a su vez los incrementos producidos en los esfuerzos por causa de las deformaciones (efectos de 2º orden) allí donde no resulten despreciables.

En el análisis estructural se han tenido en cuenta las diferentes fases de la construcción, incluyendo el efecto del apeo provisional de los forjados cuando así

fuere necesario.

La estructura se ha calculado teniendo en cuenta las sollicitaciones transitorias que se producirán durante el proceso constructivo.

C) Estados límite últimos.

La verificación de la capacidad portante de la estructura de acero se ha comprobado para el estado límite último de estabilidad, en donde:

$$E_{d,dst} :: E_{d,stab}$$

siendo:

$E_{d,dst}$ el valor de cálculo del efecto de las acciones desestabilizadoras

$E_{d,stab}$ el valor de cálculo del efecto de las acciones estabilizadoras

y para el estado límite último de resistencia, en donde

$$E_d :: R_d$$

siendo:

E_d el valor de cálculo del efecto de las acciones

R_d el valor de cálculo de la resistencia correspondiente

Al evaluar E_d y R_d , se han tenido en cuenta los efectos de segundo orden de acuerdo con los criterios establecidos en el Documento Básico.

D) Estados límite de servicio.

Para los diferentes estados límite de servicio se ha verificado que:

$$E_{ser} :: C_{lim}$$

siendo:

E_{ser} el efecto de las acciones de cálculo;

C_{lim} valor límite para el mismo efecto.

E) Geometría.

En la dimensión de la geometría de los elementos estructurales se ha utilizado como valor de cálculo el valor nominal de proyecto.

Durabilidad.

Se han considerado las estipulaciones del apartado "3 Durabilidad" del "Documento Básico SE-A. Seguridad estructural. Estructuras de acero", y que se recogen en el presente proyecto en el apartado de "Pliego de Condiciones Técnicas".

Se han de incluir dichas consideraciones en el pliego de condiciones

Análisis estructural.

La comprobación ante cada estado límite se realiza en dos fases: determinación de los efectos de las acciones (esfuerzos y desplazamientos de la estructura) y comparación

con la correspondiente limitación (resistencias y flechas y vibraciones admisibles respectivamente). En el contexto del “Documento Básico SE-A. Seguridad estructural. Estructuras de acero” a la primera fase se la denomina de análisis y a la segunda de dimensionado.

Estados límite últimos.

La comprobación frente a los estados límites últimos supone la comprobación ordenada frente a la resistencia de las secciones, de las barras y las uniones.

El valor del límite elástico utilizado será el correspondiente al material base según se indica en el apartado 3 del “Documento Básico SE-A. Seguridad estructural. Estructuras de acero”. No se considera el efecto de endurecimiento derivado del conformado en frío o de cualquier otra operación.

Se han seguido los criterios indicados en el apartado “6 Estados límite últimos” del “Documento Básico SE-A. Seguridad estructural. Estructuras de acero” para realizar la comprobación de la estructura, en base a los siguientes criterios de análisis:

Descomposición de la barra en secciones y cálculo en cada una de ellas de los valores de resistencia:

- Resistencia de las secciones a tracción
- Resistencia de las secciones a corte
- Resistencia de las secciones a compresión
- Resistencia de las secciones a flexión
- Interacción de esfuerzos:
- Flexión compuesta sin cortante
- Flexión y cortante
- Flexión, axil y cortante

Comprobación de las barras de forma individual según esté sometida a:

- Tracción
- Compresión

Se deberá especificar por el proyectista si la estructura es traslacional o intraslacional

- Flexión
- Interacción de esfuerzos:
- Elementos flectados y traccionados
- Elementos comprimidos y flectados

Estados límite de servicio.

Para las diferentes situaciones de dimensionado se ha comprobado que el comportamiento de la estructura en cuanto a deformaciones, vibraciones y otros estados límite, está dentro de los límites establecidos en el apartado “7.1.3. Valores límites” del “Documento Básico SE-A. Seguridad estructural. Estructuras de acero”.

Combinación de acciones.

Los elementos resistentes se han calculado teniendo en cuenta las solicitaciones correspondientes a las combinaciones de acciones más desfavorables.

1 Instrucción de hormigón estructural (EHE-08).

De acuerdo con el art. 4.2.2 de la EHE-08 se incluirá un anejo de cálculo con los siguientes puntos:

- a) Las simplificaciones efectuadas sobre la estructura real para transformarla en una ideal de cálculo, que se describirá detalladamente, indicando el tipo estructural adoptado para el conjunto y sus partes, incluyendo dimensiones, características mecánicas de las secciones necesarias, tipos de conexiones en los nudos y condiciones de sustentación.
- b) Las indicaciones necesarias para identificar el elemento que se calcula mediante las oportunas referencias a los planos o a los croquis suplementarios.
- c) Las características resistentes y de deformación supuestas para los materiales de la estructura y, en su caso, para el terreno que la sustenta.
- d) Las acciones consideradas, las posibles combinaciones y los coeficientes de seguridad a tener en cuenta en cada caso.
- e) El análisis efectuado. En particular, se precisará si es estático o dinámico, lineal o no lineal, así como el tipo de discretización adoptada para la estructura (barras, elementos finitos, etc)".

2 Descripción del sistema.

Forjado unidireccional de semiviguetas pretensadas tipo Precel de Rubiera, vigas planas prefabricadas "T" de Rubiera y bovedillas de hormigón.

Características de los materiales (EHE-08 Art 26-36).

Características generales.

Los materiales que se emplearán en la estructura y sus características exigibles más importantes, son los que se expresan a continuación:

Unidades:

- Hormigón:

Cimentación: $FCK = 25 \text{ Mpa (N/mm}^2) = 255 \text{ Kg/cm}^2$. (HA-25/P/20/IIa).

Estructura: $FCK = 25 \text{ Mpa (N/mm}^2) = 255 \text{ Kg/cm}^2$. (HA-25/P/20/I).

La dosificación utilizada habrá sido la indicada en la normativa vigente den el momento de ejecutar la obra, que actualmente es la Norma EHE-08.

- Acero: $FYK = 500 \text{ N/mm}^2 = 5100 \text{ kg/cm}^2$.

A) Hormigón en masa de limpieza.

Resistencia: $fck = 20 \text{ N/mm}^2$.

Tamaño máximo de árido: 80 mm.

B) Hormigón armado "in situ".

CARACTERISTICAS		ESPECIFICACIONES				
		GENERAL	ELEMENTOS QUE VARÍAN			
			CIMIENTO	MUROS	SOPORTES	
Tipo de cemento (RC-97)		CEM I/ 32,5	CEM I/ 32,5	CEM I/ 32,5	EM I/ 32,5	
Árido	Clase	Fino	Fino	Fino	Fino	
	Tamaño máximo		20	15/20	20	
Hormigón	Dosificación por m ³	Cem.Kg. ax/Min	250/300	275/300	250/275	250/275
		Grava Kg.	1.250	1.340	1.250	1.250
		Arena Kg.	640	670	640	640
		Agua L.	160	160	160	160
	Aditivos		NINGUNO			
	Resis. característica (fck)		25 N/mm ²	25 N/mm ²	25 N/mm ²	25 N/mm ²
	Tipo de ambiente		I	I	I	I
	Docilidad	Consistencia	PLASTICA	PLASTICA	PLASTICA	PLASTICA
		Compactación	VIBRADO			
	Resis. Carácter.	A 7 días	0.65	0.65	0.65	0.65
		A 28 días	1	1	1	1
Asiento Cono de Abrahams		3-5 cm	3-5 cm	3-5 cm	3-5 cm	
Acero barra	Tipo de acero		B 500S	B 500S	B 500S	B 500S
	Limite elástico		500N/mm ²	500N/mm ²	500N/mm ²	500N/mm ²
	Resistencia de cálculo (fyd)		434,78 N/mm ²	434,78 N/mm ²	434,78 N/mm ²	434,78 N/mm ²
Acero malla	Tipo de acero		B 500T	B 500T	B 500T	B 400T
	Limite elástico		500N/mm ²	500N/mm ²	500N/mm ²	400N/mm ²
Control del hormigón	Control estadístico (Art 88 EHE-08)	Clase probeta	Cilíndricas			
		Edad de rotura	28 días	28 días	28 días	28 días
		Frecuencia ensayo		Cada 15m ³ .	Cada 18m ³	
		N.N. de series de probetas por ensayo		1	1	
		Numero de probetas por serie		5	5	
	Mayoración de cargas		1,5/1,35			
	Minoración de resistencia		1,5			
	Resistencia de cálculo (fcd)		16,67 N/mm ²			
Control del acero	Control normal (Art 90 EHE-08)		Dos veces en la obra, Sección, Características y Limite elástico			
	Minoración de resistencia		1,15			
Control de Ejecución	Coef. Mayoración C. Perm.		1,35			
	Coef. Mayoración C. Variab.		1,50			
	Control Normal (Art 95 EHE-08)					

C) Hormigón armado.

- a) De estructura prefabricada: $f_{ck} = 25 \text{ N/mm}^2$.
- Relación agua/cemento (máxima) 0,65.
- Cantidad de cemento (mínima) 250 Kg. /m³.

b) Aceros en hormigón:

- De estructura prefabricada: $f_{yk} = 500 \text{ N/mm}^2$.

D) Coeficientes Parciales de Seguridad para los materiales (EHE-08 Art. 15).

a) Estados Límite Últimos

Tabla 15.3. Coeficientes parciales de seguridad de los materiales para Estados Límite Últimos.

Situación de proyecto	Hormigón	Acero pasivo y activo
Persistente o transitoria	1,5	1,15
Accidental	1,3	1,0

b) Estados Límite de Servicio.

Para el estudio de los Estados Límite de Servicio se adoptarán como coeficientes parciales de seguridad valores iguales a la unidad.

Durabilidad (EHE-08 Art. 37).

A) Recubrimientos exigidos: Al objeto de garantizar la durabilidad de la estructura durante su vida útil, el artículo 37 de la EHE-08 establece los siguientes parámetros

B) Recubrimientos: A los efectos de determinar los recubrimientos exigidos en la tabla 37.2.4. de la vigente EHE-08, se considera toda la estructura en ambiente IIa: esto es exteriores sometidos a humedad alta (>65%) excepto los elementos previstos con acabado de hormigón visto, estructurales y no estructurales, que por la situación del edificio próxima al mar se los considerará en ambiente IIIa.

Para el ambiente IIa se exigirá un recubrimiento mínimo de 25 mm, lo que requiere un recubrimiento nominal de 25 mm. Para los elementos de hormigón visto que se consideren en ambiente I, el recubrimiento mínimo será de 15 mm, esto es recubrimiento nominal de 20 mm, a cualquier armadura (estribos). Para garantizar estos recubrimientos se exigirá la disposición de separadores homologados de acuerdo con los criterios descritos en cuando a distancias y posición en el artículo 66.2 de la vigente EHE-08

B) Cantidad mínima de cemento. Para el ambiente considerado I, la cantidad mínima de cemento requerida es de 250 kg/m³.

C) Cantidad mínima de cemento. Para el ambiente considerado IIa, la cantidad mínima de cemento requerida es de 275 kg/m³.

D) Resistencia mínima recomendada. Para los ambientes I y IIa la resistencia mínima es de 25 Mpa.

E) Relación agua cemento la cantidad máxima de agua se deduce de la relación $a/c :: 0.606$ para el ambiente I

F) Relación agua cemento la cantidad máxima de agua se deduce de la relación $a/c :: 0.60$ para el ambiente IIa

- **Bases de cálculo (EHE-08 Art. 8).**

Programa de cálculo.

Nombre comercial: Cypecad Espacial

Empresa Cype Ingenieros.

Descripción del programa: Idealización de la estructura: simplificaciones efectuadas. El programa realiza un cálculo espacial en tres dimensiones por métodos matriciales de rigidez, formando las barras los elementos que definen la estructura: pilares, vigas, brochales y viguetas. Se establece la compatibilidad de deformación en todos los nudos considerando seis grados de libertad y se crea la hipótesis de indeformabilidad del plano de cada planta, para simular el comportamiento del forjado, impidiendo los desplazamientos relativos entre nudos del mismo. Por tanto, cada planta sólo podrá girar y desplazarse en su conjunto (3 grados de libertad).

A los efectos de obtención de solicitaciones y desplazamientos, para todos los estados de carga se realiza un cálculo estático (excepto cuando se consideran acciones dinámicas por sismo, en cuyo caso se emplea el análisis modal espectral), y se supone un comportamiento lineal de los materiales, por tanto, un cálculo en primer orden, de cara a la obtención de esfuerzos y desplazamientos.

Los cálculos quedan reflejados en el apartado Cálculos por ordenador del Anexo Cálculo de Estructuras.

Memoria de cálculo.

A) Método de cálculo. El dimensionado de secciones se realiza según la Teoría de los Estados Límites de la vigente EHE-08, artículo 8, utilizando el Método de Cálculo en Rotura.

B) Redistribución de esfuerzos: Se realiza una plastificación de hasta un 15% de momentos negativos en vigas, según el artículo 24.1 de la EHE-08.

C) Deformaciones. Valores de acuerdo al artículo 50.1 de la EHE-08. Para la estimación de flechas se considera la Inercia Equivalente (I_e) a partir de la Fórmula de Branson. Se considera el módulo de deformación E_c establecido en la EHE-08, art. 39.1.

- Lím. flecha total. $L/250$

- Lím. flecha activa. $L/400$

- Máx. recomendada. 1cm.

D) Cuantías geométricas. Serán como mínimo las fijadas por la instrucción en la tabla 42.3.5 de la Instrucción vigente.

Estado de cargas consideradas.

Las combinaciones de las acciones consideradas se han establecido siguiendo los criterios de:

- Norma española EHE-08

- Documento básico se (código técnico)

Los valores de las acciones serán los recogidos en:

- Documento básico SE-AE (código técnico)
- ANEJO A del Documento Nacional de Aplicación de la norma UNE ENV 1992 parte 1, publicado en la norma EHE-08

Los valores adoptados en el cálculo quedan reflejados en el Anexo Cálculo de Estructuras.

.Valores de cálculo de las acciones. (EHE-08 Art.12).

Se define como valor de cálculo de una acción el obtenido como producto del valor representativo (Artículo 11º) por un coeficiente parcial de seguridad.

Estados Límite Últimos. (Art. 12.1 EHE-08).

Coefficientes parciales de seguridad para las acciones, aplicables para la evaluación de los Estados Límite Últimos (Tabla 12.1.a.)

TIPO DE ACCIÓN	Situación persistente		Situación accidental	
	Efecto favorable	Efecto desfavorable	Efecto favorable	Efecto desfavorable
Permanente	$\psi_G=1,00$	$\psi_G=1,35$	$\psi_G=1,00$	$\psi_G=1,00$
Pretensado	$\psi_P=1,00$	$\psi_P=1,00$	$\psi_P=1,00$	$\psi_P=1,00$
Permanente de valor no constante	$\psi_{G^*}=1,00$	$\psi_{G^*}=1,50$	$\psi_{G^*}=1,00$	$\psi_{G^*}=1,00$
Variable	$\psi_Q=0,00$	$\psi_Q=1,50$	$\psi_Q=0,00$	$\psi_Q=1,00$
Accidental	-	-	$\psi_A=1,00$	$\psi_A=1,00$

Estados Límite de Servicio. (Art. 12.2 EHE-08).

Coefficientes parciales de seguridad para las acciones, aplicables para la evaluación de los Estados Límite de Servicio (Tabla 12.2.).

TIPO DE ACCIÓN		Efecto favorable	Efecto desfavorable
Permanente		$\psi_G=1,00$	$\psi_G=1,00$
Pretensado	Armadura pretesa	$\psi_P=0,95$	$\psi_P=1,05$
	Armadura postesa	$\psi_P=0,90$	$\psi_P=1,10$
Permanente de valor no constante		$\psi_{G^*}=1,00$	$\psi_{G^*}=1,00$
Variable		$\psi_Q=0,00$	$\psi_Q=1,00$

Control de la ejecución. (Art.95. EHE-08).

Los coeficientes parciales de seguridad para acciones, definidos en el apartado 8.4. deberán corregirse en función del nivel de control de ejecución adoptado en la siguiente tabla:

Tabla 95.5 Valores de los coeficientes de mayoración de acciones γ_f , en función del nivel de control de ejecución.

TIPO DE ACCIÓN	NIVEL DE CONTROL DE EJECUCIÓN	
	INTENSO	NORMAL
PERMANENTE	$\gamma_G=1,35$	$\gamma_G=1,50$
PRETENSADO	$\gamma_P=1,00$	$\gamma_P=1,00$
PERMANENTE DE VALOR NO CONSTANTE	$\gamma_G=1,50$	$\gamma_G=1,60$
VARIABLE	$\gamma_Q=1,50$	$\gamma_Q=1,60$

- **Combinación de acciones (EHE-08 Art. 13).**

Los elementos resistentes se han calculado teniendo en cuenta las solicitaciones correspondientes a las combinaciones de acciones más desfavorables.

De acuerdo con las acciones determinadas en función de su origen, y teniendo en cuenta tanto si el efecto de las mismas es favorable o desfavorable, así como los coeficientes de ponderación se realizará el cálculo de las combinaciones posibles del modo siguiente:

- **Asientos admisibles y límites de deformación.**

Asientos admisibles (CTE-DB SE-C).

Asientos admisibles de la cimentación. De acuerdo a la norma CTE SE-C, artículo 2.4.3, y en función del tipo de terreno, tipo y características del edificio, se considera aceptable un asiento máximo admisible de 35 cm.

Límites de deformación (CTE DB-SE A y EHE-08 Art. 50)..

El cálculo de las deformaciones se ha realizado para condiciones de servicio, estimando coeficientes de minoración de resistencias de valor 1,5, coeficientes de mayoración de acciones desfavorables (o favorables permanentes) de valor 1,6, y de valor 1,5 para acciones favorables no permanentes.

Límites de deformación de la estructura. Según lo expuesto en el artículo 4.3.3 de la norma CTE SE, se han verificado en la estructura las flechas de los distintos elementos. Se ha verificado tanto el desplome local como el total de acuerdo con lo expuesto en 4.3.3.2 de la citada norma.

Según el CTE. Para el cálculo de las flechas en los elementos flectados, vigas y forjados, se tendrán en cuenta tanto las deformaciones instantáneas como las diferidas, calculándose las inercias equivalentes de acuerdo a lo indicado en la norma.

Para el cálculo de las flechas se ha tenido en cuenta tanto el proceso

constructivo, como las condiciones ambientales, edad de puesta en carga, de acuerdo a unas condiciones habituales de la práctica constructiva en la edificación convencional. Por tanto, a partir de estos supuestos se estiman los coeficientes de flecha pertinentes

para la determinación de la flecha activa, suma de las flechas instantáneas más las diferidas producidas con posterioridad a la construcción de las tabiquerías y se han considerado los momentos de inercia equivalentes de las secciones fisuradas.

El cálculo de las flechas de los elementos sometidos a flexión se ha realizado aplicando los criterios expuestos en el apartado 7 del DB-SE A del CTE, en el caso de elementos de acero, y en los Art. 50.2.2.2. y 50.2.2.3. de la EHE-08, en el caso de elementos de hormigón armado estructural.

NORMA DE CONSTRUCCIÓN SISMORRESISTENTE (NCSE-02).

RD 997/2002, de 27 de Septiembre, por el que se aprueba la Norma de construcción sismorresistente: parte general y edificación (NCSE-02).

De acuerdo con lo dispuesto en la norma NCSE-02, según el mapa de peligrosidad sísmica, a la ubicación del edificio le corresponde una aceleración sísmica básica menor de 0,04 g, de lo que se deduce que la NCSE-02 no es de aplicación.

3 MEMORIA DESCRIPTIVA DE LA NAVE

La nave contara con las siguientes características para su cálculo estructural:

- 15 m de alzado
- 30 m de perfil
- 7,35 m de altura a cornisa
- 8,75 m de altura a cumbre
- Pendiente de cubierta de 20%
- Superficie útil generada de 432,16 m²
- Astial frontal con pilar central para dejar la puerta de acceso en un lateral
- Astial trasero con 2 pilares centrales a 4 m entre ejes
- Pórticos con vano de 5 m
- Correas
- Muro de carga perimetral hasta los 4 m de altura, el resto del cerramiento con panel tipo "sándwich" e= 30mm
- Solera de la planta con hormigón e=15mm, sobre zahorra compactada e=15mm

4 LISTADO DE CALCULOS:

4.1 ACCIONES Y CORREAS

Datos de la obra

Separación entre pórticos: 5.96 m.

Con cerramiento en cubierta

- Peso del cerramiento: 10.00 kg/m²

- Sobrecarga del cerramiento: 0.00 kg/m²

Con cerramiento en laterales

- Peso del cerramiento: 10.00 kg/m²

Normas y combinaciones

Perfiles conformados	CTE Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m
Perfiles laminados	CTE Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m
Desplazamientos	Acciones características

Datos de viento

Normativa: CTE DB-SE AE (España)

Zona eólica: B

Grado de aspereza: IV. Zona urbana, industrial o forestal

Periodo de servicio (años): 50

Profundidad nave industrial: 29.80

Sin huecos.

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 2 sin acción en el interior

3 - V(90°) H1: Viento a 90°, presión exterior tipo 1 sin acción en el interior

4 - V(180°) H1: Viento a 180°, presión exterior tipo 1 sin acción en el interior

5 - V(180°) H2: Viento a 180°, presión exterior tipo 2 sin acción en el interior

6 - V(270°) H1: Viento a 270°, presión exterior tipo 1 sin acción en el interior

Datos de nieve

Normativa: CTE DB-SE AE (España)

Zona de clima invernal: 1

Altitud topográfica: 800.00 m

Cubierta sin resaltes

Exposición al viento: Normal

Hipótesis aplicadas:

1 - N(EI): Nieve(estado inicial)

2 - N(R) 1: Nieve(redistribución) 1

3 - N(R) 2: Nieve(redistribución) 2

Aceros en perfiles

Tipo acero	Acero	Lim. elástico kp/cm ²	Módulo de elasticidad kp/cm ²
Aceros Conformados	S275	2803	2140673

Cargas en barras

Pórtico 1

Barra	Hipótesis	Tipo	Posición	Valor	Orientación
Pilar	Carga permanente	Faja	4.00/6.50 m	0.04 t/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior	Faja	0.62/1.00 (R)	0.17 t/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 sin acción en el interior	Faja	0.62/1.00 (R)	0.17 t/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Viento a 90°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior	Faja	0.62/1.00 (R)	0.25 t/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior	Faja	0.62/1.00 (R)	0.09 t/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 sin acción en el interior	Faja	0.62/1.00 (R)	0.09 t/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 270°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior	Faja	0.62/1.00 (R)	0.11 t/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Carga permanente	Faja	4.00/6.50 m	0.04 t/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior	Faja	0.62/1.00 (R)	0.09 t/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 sin acción en el interior	Faja	0.62/1.00 (R)	0.09 t/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Viento a 90°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior	Faja	0.62/1.00 (R)	0.25 t/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior	Faja	0.62/1.00 (R)	0.17 t/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 sin acción en el interior	Faja	0.62/1.00 (R)	0.17 t/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 270°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior	Faja	0.62/1.00 (R)	0.11 t/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Carga permanente	Uniforme	---	0.04 t/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior	Faja	0.00/0.22 (R)	0.24 t/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior	Faja	0.22/1.00 (R)	0.08 t/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 sin acción en el interior	Faja	0.00/0.22 (R)	0.04 t/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 sin acción en el interior	Faja	0.22/1.00 (R)	0.04 t/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 90°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior	Faja	0.00/0.50 (R)	0.14 t/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 90°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior	Faja	0.50/1.00 (R)	0.13 t/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 90°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior	Uniforme	---	0.08 t/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior	Faja	0.00/0.78 (R)	0.10 t/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior	Faja	0.78/1.00 (R)	0.17 t/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 sin acción en el interior	Faja	0.00/0.78 (R)	0.03 t/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 sin acción en el interior	Faja	0.78/1.00 (R)	0.03 t/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 270°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior	Uniforme	---	0.12 t/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Nieve(estado inicial)	Uniforme	---	0.36 t/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Nieve(redistribución) 1	Uniforme	---	0.18 t/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Nieve(redistribución) 2	Uniforme	---	0.36 t/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Carga permanente	Uniforme	---	0.04 t/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior	Faja	0.00/0.78 (R)	0.10 t/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior	Faja	0.78/1.00 (R)	0.17 t/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 sin acción en el interior	Faja	0.00/0.78 (R)	0.03 t/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 sin acción en el interior	Faja	0.78/1.00 (R)	0.03 t/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 90°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior	Faja	0.00/0.50 (R)	0.14 t/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 90°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior	Faja	0.50/1.00 (R)	0.13 t/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 90°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior	Uniforme	---	0.08 t/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior	Faja	0.00/0.22 (R)	0.24 t/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior	Faja	0.22/1.00 (R)	0.08 t/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 sin acción en el interior	Faja	0.00/0.22 (R)	0.04 t/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 sin acción en el interior	Faja	0.22/1.00 (R)	0.04 t/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 270°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior	Uniforme	---	0.12 t/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Nieve(estado inicial)	Uniforme	---	0.36 t/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Nieve(redistribución) 1	Uniforme	---	0.36 t/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Nieve(redistribución) 2	Uniforme	---	0.18 t/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)

Pórtico 2(TRES UNIDADES MAS)P3-P4-P5

Barra	Hipótesis	Tipo	Posición	Valor	Orientación
Pilar	Carga permanente	Faja	4.00/6.50 m	0.08 t/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior	Faja	0.62/1.00 (R)	0.34 t/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 sin acción en el interior	Faja	0.62/1.00 (R)	0.34 t/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Viento a 90°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior	Faja	0.62/1.00 (R)	0.39 t/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior	Faja	0.62/1.00 (R)	0.17 t/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 sin acción en el interior	Faja	0.62/1.00 (R)	0.17 t/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 270°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior	Faja	0.62/1.00 (R)	0.23 t/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Carga permanente	Faja	4.00/6.50 m	0.08 t/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior	Faja	0.62/1.00 (R)	0.17 t/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 sin acción en el interior	Faja	0.62/1.00 (R)	0.17 t/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Viento a 90°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior	Faja	0.62/1.00 (R)	0.39 t/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior	Faja	0.62/1.00 (R)	0.34 t/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)

ANEJO 5-INGENIERIA DE LAS OBRAS

Barra	Hipótesis	Tipo	Posición	Valor	Orientación
Pilar	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 sin acción en el interior	Faja	0.62/1.00 (R)	0.34 t/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 270°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior	Faja	0.62/1.00 (R)	0.23 t/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Carga permanente	Uniforme	---	0.09 t/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior	Faja	0.00/0.22 (R)	0.42 t/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior	Faja	0.22/1.00 (R)	0.17 t/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 sin acción en el interior	Faja	0.00/0.22 (R)	0.07 t/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 sin acción en el interior	Faja	0.22/1.00 (R)	0.07 t/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 90°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior	Faja	0.00/0.50 (R)	0.02 t/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 90°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior	Faja	0.50/1.00 (R)	0.02 t/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 90°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior	Uniforme	---	0.26 t/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior	Faja	0.00/0.78 (R)	0.20 t/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior	Faja	0.78/1.00 (R)	0.34 t/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 sin acción en el interior	Faja	0.00/0.78 (R)	0.06 t/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 sin acción en el interior	Faja	0.78/1.00 (R)	0.06 t/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 270°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior	Uniforme	---	0.24 t/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Nieve(estado inicial)	Uniforme	---	0.71 t/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Nieve(redistribución) 1	Uniforme	---	0.36 t/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Nieve(redistribución) 2	Uniforme	---	0.71 t/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Carga permanente	Uniforme	---	0.09 t/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior	Faja	0.00/0.78 (R)	0.20 t/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior	Faja	0.78/1.00 (R)	0.34 t/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 sin acción en el interior	Faja	0.00/0.78 (R)	0.06 t/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 sin acción en el interior	Faja	0.78/1.00 (R)	0.06 t/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 90°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior	Faja	0.00/0.50 (R)	0.02 t/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 90°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior	Faja	0.50/1.00 (R)	0.02 t/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 90°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior	Uniforme	---	0.26 t/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior	Faja	0.00/0.22 (R)	0.42 t/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior	Faja	0.22/1.00 (R)	0.17 t/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 sin acción en el interior	Faja	0.00/0.22 (R)	0.07 t/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 sin acción en el interior	Faja	0.22/1.00 (R)	0.07 t/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 270°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior	Uniforme	---	0.24 t/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Nieve(estado inicial)	Uniforme	---	0.71 t/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Nieve(redistribución) 1	Uniforme	---	0.71 t/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Nieve(redistribución) 2	Uniforme	---	0.36 t/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)

Pórtico 6

Barra	Hipótesis	Tipo	Posición	Valor	Orientación
Pilar	Carga permanente	Faja	4.00/6.50 m	0.04 t/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior	Faja	0.62/1.00 (R)	0.17 t/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 sin acción en el interior	Faja	0.62/1.00 (R)	0.17 t/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Viento a 90°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior	Faja	0.62/1.00 (R)	0.11 t/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior	Faja	0.62/1.00 (R)	0.09 t/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 sin acción en el interior	Faja	0.62/1.00 (R)	0.09 t/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 270°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior	Faja	0.62/1.00 (R)	0.25 t/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Carga permanente	Faja	4.00/6.50 m	0.04 t/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior	Faja	0.62/1.00 (R)	0.09 t/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 sin acción en el interior	Faja	0.62/1.00 (R)	0.09 t/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Viento a 90°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior	Faja	0.62/1.00 (R)	0.11 t/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior	Faja	0.62/1.00 (R)	0.17 t/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 sin acción en el interior	Faja	0.62/1.00 (R)	0.17 t/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 270°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior	Faja	0.62/1.00 (R)	0.25 t/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Carga permanente	Uniforme	---	0.04 t/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior	Faja	0.00/0.22 (R)	0.24 t/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior	Faja	0.22/1.00 (R)	0.08 t/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 sin acción en el interior	Faja	0.00/0.22 (R)	0.04 t/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 sin acción en el interior	Faja	0.22/1.00 (R)	0.04 t/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 90°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior	Uniforme	---	0.12 t/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior	Faja	0.00/0.78 (R)	0.10 t/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior	Faja	0.78/1.00 (R)	0.17 t/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 sin acción en el interior	Faja	0.00/0.78 (R)	0.03 t/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 sin acción en el interior	Faja	0.78/1.00 (R)	0.03 t/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 270°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior	Faja	0.00/0.50 (R)	0.14 t/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 270°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior	Faja	0.50/1.00 (R)	0.13 t/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 270°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior	Uniforme	---	0.08 t/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Nieve(estado inicial)	Uniforme	---	0.36 t/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Nieve(redistribución) 1	Uniforme	---	0.18 t/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Nieve(redistribución) 2	Uniforme	---	0.36 t/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)

ANEJO 5-INGENIERIA DE LAS OBRAS

Barra	Hipótesis	Tipo	Posición	Valor	Orientación
Cubierta	Carga permanente	Uniforme	---	0.04 t/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior	Faja	0.00/0.78 (R)	0.10 t/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior	Faja	0.78/1.00 (R)	0.17 t/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 sin acción en el interior	Faja	0.00/0.78 (R)	0.03 t/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 sin acción en el interior	Faja	0.78/1.00 (R)	0.03 t/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 90°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior	Uniforme	---	0.12 t/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior	Faja	0.00/0.22 (R)	0.24 t/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior	Faja	0.22/1.00 (R)	0.08 t/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 sin acción en el interior	Faja	0.00/0.22 (R)	0.04 t/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 sin acción en el interior	Faja	0.22/1.00 (R)	0.04 t/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 270°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior	Faja	0.00/0.50 (R)	0.14 t/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 270°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior	Faja	0.50/1.00 (R)	0.13 t/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 270°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior	Uniforme	---	0.08 t/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Nieve(estado inicial)	Uniforme	---	0.36 t/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Nieve(redistribución) 1	Uniforme	---	0.36 t/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Nieve(redistribución) 2	Uniforme	---	0.18 t/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)

Descripción de las abreviaturas:

R : Posición relativa a la longitud de la barra.

EG : Ejes de la carga coincidentes con los globales de la estructura.

EXB : Ejes de la carga en el plano de definición de la misma y con el eje X coincidente con la barra.

Datos de correas de cubierta	
Descripción de correas	Parámetros de cálculo
Tipo de perfil: ZF 200x2	Límite flecha: L / 300
Separación: 1.41 m	Número de vanos: Tres vanos
Tipo de Acero: S275	Tipo de fijación: Fijación rígida

Comprobación de resistencia

Comprobación de resistencia
El perfil seleccionado cumple todas las comprobaciones.
Aprovechamiento: 83.63 %

Barra pésima en cubierta

Perfil: ZF 200x2 Material: S275																																
	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Nudos</th> <th rowspan="2">Longitud d (m)</th> <th colspan="7">Características mecánicas</th> </tr> <tr> <th>Inicial</th> <th>Final</th> <th>Área (cm²)</th> <th>I_y⁽¹⁾ (cm⁴)</th> <th>I_z⁽¹⁾ (cm⁴)</th> <th>I_{yz}⁽⁴⁾ (cm⁴)</th> <th>I_p⁽²⁾ (cm⁴)</th> <th>y_a⁽³⁾ (mm)</th> <th>z_a⁽³⁾ (mm)</th> <th>α⁽⁵⁾ (grados)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0.687, 23.840, 6.658</td> <td>0.687, 17.880, 6.658</td> <td>5.960</td> <td>7.66</td> <td>472.19</td> <td>97.17</td> <td>-158.65</td> <td>0.10</td> <td>1.97</td> <td>3.19</td> <td>20.1</td> </tr> </tbody> </table>	Nudos		Longitud d (m)	Características mecánicas							Inicial	Final	Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _{yz} ⁽⁴⁾ (cm ⁴)	I _p ⁽²⁾ (cm ⁴)	y _a ⁽³⁾ (mm)	z _a ⁽³⁾ (mm)	α ⁽⁵⁾ (grados)	0.687, 23.840, 6.658	0.687, 17.880, 6.658	5.960	7.66	472.19	97.17	-158.65	0.10	1.97	3.19	20.1
	Nudos		Longitud d (m)		Características mecánicas																											
	Inicial	Final		Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _{yz} ⁽⁴⁾ (cm ⁴)	I _p ⁽²⁾ (cm ⁴)	y _a ⁽³⁾ (mm)	z _a ⁽³⁾ (mm)	α ⁽⁵⁾ (grados)																					
	0.687, 23.840, 6.658	0.687, 17.880, 6.658	5.960	7.66	472.19	97.17	-158.65	0.10	1.97	3.19	20.1																					
	<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>																															
<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2"></th> <th colspan="2">Pandeo</th> <th colspan="2">Pandeo lateral</th> </tr> <tr> <th>Plano XY</th> <th>Plano XZ</th> <th>Ala sup.</th> <th>Ala inf.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>β</td> <td>0.00</td> <td>1.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> </tr> <tr> <td>L_k</td> <td>0.000</td> <td>5.960</td> <td>0.000</td> <td>0.000</td> </tr> <tr> <td>C_m</td> <td>1.000</td> <td>1.000</td> <td>1.000</td> <td>1.000</td> </tr> </tbody> </table>		Pandeo		Pandeo lateral		Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.	β	0.00	1.00	0.00	0.00	L _k	0.000	5.960	0.000	0.000	C _m	1.000	1.000	1.000	1.000								
		Pandeo		Pandeo lateral																												
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.																												
β	0.00	1.00	0.00	0.00																												
L _k	0.000	5.960	0.000	0.000																												
C _m	1.000	1.000	1.000	1.000																												
<p>Notación:</p> <p>β: Coeficiente de pandeo</p> <p>L_k: Longitud de pandeo (m)</p> <p>C_m: Coeficiente de momentos</p>																																

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)													Estado
	b / t	$\bar{\lambda}$	N _t	N _c	M _y	M _z	M _y M _z	V _y	V _z	N _t M _y M _z	N _c M _y M _z	NM _y M _z V _y V _z	M _t NM _y M _z V _y V _z	
pésima en cubierta	b / t ≤ (b / t) _{máx.}	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	x: 0 m η = 83.6	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	x: 0 m η = 20.9	N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	N.P. ⁽¹⁰⁾	CUMPLE η = 83.6

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)													Estado
	b / t	$\bar{\lambda}$	N_t	N_c	M_v	M_z	M_yM_z	V_v	V_z	$N_tM_yM_z$	$N_cM_yM_z$	$NM_yM_zV_vV_z$	$M_yNM_yM_zV_vV_z$	
<p>Notación:</p> <p>b / t: Relación anchura / espesor</p> <p>$\bar{\lambda}$: Limitación de esbeltez</p> <p>N_t: Resistencia a tracción</p> <p>N_c: Resistencia a compresión</p> <p>M_y: Resistencia a flexión. Eje Y</p> <p>M_z: Resistencia a flexión. Eje Z</p> <p>M_yM_z: Resistencia a flexión biaxial</p> <p>V_v: Resistencia a corte Y</p> <p>V_z: Resistencia a corte Z</p> <p>$N_tM_yM_z$: Resistencia a tracción y flexión</p> <p>$N_cM_yM_z$: Resistencia a compresión y flexión</p> <p>$NM_yM_zV_vV_z$: Resistencia a cortante, axil y flexión</p> <p>$M_yNM_yM_zV_vV_z$: Resistencia a torsión combinada con axil, flexión y cortante</p> <p>x: Distancia al origen de la barra</p> <p>η: Coeficiente de aprovechamiento (%)</p> <p>N.P.: No procede</p>														
<p>Comprobaciones que no proceden (N.P.):</p> <p>(1) La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión ni de tracción.</p> <p>(2) La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.</p> <p>(3) La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.</p> <p>(4) La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.</p> <p>(5) La comprobación no procede, ya que no hay flexión biaxial para ninguna combinación.</p> <p>(6) La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.</p> <p>(7) No hay interacción entre axil de tracción y momento flector para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.</p> <p>(8) No hay interacción entre axil de compresión y momento flector para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.</p> <p>(9) No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.</p> <p>(10) La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.</p>														

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

Se debe satisfacer:

$h/t \leq 250$	$h / t : 95.5$ ✓
$b_1/t \leq 90$	$b_1 / t : 35.5$ ✓
$c_1/t \leq 30$	$c_1 / t : 10.3$ ✓
$b_2/t \leq 60$	$b_2 / t : 30.5$ ✓
$c_2/t \leq 30$	$c_2 / t : 8.8$ ✓

Los rigidizadores proporcionan suficiente rigidez, ya que se cumple:

$$0.2 \leq c_1/b_1 \leq 0.6 \quad c_1 / b_1 : \underline{0.289}$$

$$0.2 \leq c_2/b_2 \leq 0.6 \quad c_2 / b_2 : \underline{0.287}$$

Donde:

h : Altura del alma.	h : <u>191.00</u> mm
b₁ : Ancho del ala superior.	b₁ : <u>71.00</u> mm
c₁ : Altura del rigidizador del ala superior.	c₁ : <u>20.50</u> mm
b₂ : Ancho del ala inferior.	b₂ : <u>61.00</u> mm
c₂ : Altura del rigidizador del ala inferior.	c₂ : <u>17.50</u> mm
t : Espesor.	t : <u>2.00</u> mm

Nota: Las dimensiones no incluyen el acuerdo entre elementos.

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

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

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.1.2)

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

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.1.3)

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

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

Se debe satisfacer:

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

$\eta : 0.836$ 

Para flexión positiva:

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

$M_{y,Ed}^+ : 0.000$ t·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo 0.687, 23.840, 6.658, para la combinación de acciones 1.35*G1 + 1.35*G2 + 1.50*N(R) 2 + 0.90*V(0°) H2.

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

$M_{y,Ed}^- : 1.022$ t·m

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

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

$M_{c,Rd} : 1.222$ t·m

Donde:

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

$W_{el} : 45.76$ cm³

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

$f_{yb} : 2803.26$ kp/cm²

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

$\gamma_{M0} : 1.05$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Se debe satisfacer:

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

η : 0.209 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo 0.687, 23.840, 6.658, para la combinación de acciones 1.35*G1 + 1.35*G2 + 1.50*N(R) 2 + 0.90*V(0°) H2.

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

V_{Ed} : 0.857 t

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

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

$V_{b,Rd}$: 4.094 t

Donde:

h_w : Altura del alma.

h_w : 195.95 mm

t : Espesor.

t : 2.00 mm

ϕ : Ángulo que forma el alma con la horizontal.

ϕ : 90.0 grados

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

$$0.83 < \bar{\lambda}_w < 1.40 \rightarrow f_{bv} = 0.48 \cdot f_{yb} / \bar{\lambda}_w$$

f_{bv} : 1096.88 kp/cm²

Siendo:

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

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

$\bar{\lambda}_w$: 1.23

Donde:

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

f_{yb} : 2803.26 kp/cm²

E : Módulo de elasticidad.

E : 2140672.78 kp/cm²

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

γ_{M0} : 1.05

Resistencia a tracción y flexión (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.1.8)

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 (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.1.9)

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 (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.1.10)

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 (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.1.6)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.
Comprobación de flecha

Comprobación de flecha
El perfil seleccionado cumple todas las comprobaciones. Porcentajes de aprovechamiento: - Flecha: 85.34 %

Coordenadas del nudo inicial: 14.113, 23.840, 6.658

Coordenadas del nudo final: 14.113, 29.800, 6.658

El aprovechamiento pésimo se produce para la combinación de hipótesis 1.00*G1 + 1.00*G2 + 1.00*N(R) 1 + 1.00*V(180°) H2 a una distancia 2.980 m del origen en el tercer vano de la correa.
(I_y = 472 cm⁴) (I_z = 97 cm⁴)

Datos de correas laterales	
Descripción de correas	Parámetros de cálculo
Tipo de perfil: CF 200x2	Límite flecha: L / 300
Separación: 1.46 m	Número de vanos: Un vano
Tipo de Acero: S275	Tipo de fijación: Fijación rígida

Comprobación de resistencia

Comprobación de resistencia
El perfil seleccionado cumple todas las comprobaciones. Aprovechamiento: 58.77 %

Barra pésima en lateral

Perfil: CF 200x2 Material: S275																											
	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Nudos</th> <th rowspan="2">Longitud (m)</th> <th colspan="6">Características mecánicas</th> </tr> <tr> <th>Inicial</th> <th>Final</th> <th>Área (cm²)</th> <th>I_y⁽¹⁾ (cm⁴)</th> <th>I_z⁽¹⁾ (cm⁴)</th> <th>I_t⁽²⁾ (cm⁴)</th> <th>y_q⁽³⁾ (mm)</th> <th>z_q⁽³⁾ (mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0.000, 5.960, 0.730</td> <td>0.000, 0.000, 0.730</td> <td>5.960</td> <td>6.92</td> <td>405.65</td> <td>32.67</td> <td>0.09</td> <td>-13.42</td> <td>0.00</td> </tr> </tbody> </table>	Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas						Inicial	Final	Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)	y _q ⁽³⁾ (mm)	z _q ⁽³⁾ (mm)	0.000, 5.960, 0.730	0.000, 0.000, 0.730	5.960	6.92	405.65	32.67	0.09	-13.42	0.00
	Nudos		Longitud (m)		Características mecánicas																						
	Inicial	Final		Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)	y _q ⁽³⁾ (mm)	z _q ⁽³⁾ (mm)																		
	0.000, 5.960, 0.730	0.000, 0.000, 0.730	5.960	6.92	405.65	32.67	0.09	-13.42	0.00																		
	<p>Notas: (¹) Inercia respecto al eje indicado (²) Momento de inercia a torsión uniforme (³) Coordenadas del centro de gravedad</p>																										
<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2"></th> <th colspan="2">Pandeo</th> <th colspan="2">Pandeo lateral</th> </tr> <tr> <th>Plano XY</th> <th>Plano XZ</th> <th>Ala sup.</th> <th>Ala inf.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>β</td> <td>0.00</td> <td>1.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> </tr> <tr> <td>L_K</td> <td>0.000</td> <td>5.960</td> <td>0.000</td> <td>0.000</td> </tr> <tr> <td>C_m</td> <td>1.000</td> <td>1.000</td> <td>1.000</td> <td>1.000</td> </tr> </tbody> </table>		Pandeo		Pandeo lateral		Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.	β	0.00	1.00	0.00	0.00	L _K	0.000	5.960	0.000	0.000	C _m	1.000	1.000	1.000	1.000			
		Pandeo		Pandeo lateral																							
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.																							
β	0.00	1.00	0.00	0.00																							
L _K	0.000	5.960	0.000	0.000																							
C _m	1.000	1.000	1.000	1.000																							
<p>Notación: β: Coeficiente de pandeo L_K: Longitud de pandeo (m) C_m: Coeficiente de momentos</p>																											

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)										Estado			
	b / t	$\bar{\lambda}$	N _t	N _c	M _y	M _z	M _y M _z	V _y	V _z	N _t M _y M _z		N _c M _y M _z	NM _y M _z V _y V _z	M _t NM _y M _z V _y V _z
pésima en lateral	b / t ≤ (b / t) _{máx.}	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	x: 2.98 m η = 58.8	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	x: 5.96 m η = 11.5	N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	N.P. ⁽¹⁰⁾	CUMPLE η = 58.8

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)														Estado
	b / t	$\bar{\lambda}$	N _t	N _c	M _y	M _z	M _y M _z	V _y	V _z	N _t M _y M _z	N _c M _y M _z	NM _y M _z V _y V _z	M _y NM _y M _z V _y V _z		
<p>Notación: 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_yM_z: Resistencia a flexión biaxial V_y: Resistencia a corte Y V_z: Resistencia a corte Z NM_yM_z: Resistencia a tracción y flexión N_cM_yM_z: Resistencia a compresión y flexión NM_yM_zV_yV_z: Resistencia a cortante, axil y flexión M_yNM_yM_zV_yV_z: Resistencia a torsión combinada con axil, flexión y cortante x: Distancia al origen de la barra η: Coeficiente de aprovechamiento (%) N.P.: No procede</p> <p>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.</p>															

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

Se debe satisfacer:

$h/t \leq 250$	$h / t : 95.5$ ✓
$b/t \leq 90$	$b / t : 25.5$ ✓
$c/t \leq 30$	$c / t : 7.8$ ✓

Los rigidizadores proporcionan suficiente rigidez, ya que se cumple:

$$0.2 \leq c/b \leq 0.6 \quad c / b : 0.304$$

Donde:

h : Altura del alma.	$h : 191.00$ mm
b : Ancho de las alas.	$b : 51.00$ mm
c : Altura de los rigidizadores.	$c : 15.50$ mm
t : Espesor.	$t : 2.00$ mm

Nota: Las dimensiones no incluyen el acuerdo entre elementos.

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

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

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.1.2)

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

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.1.3)

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

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

Se debe satisfacer:

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

$\eta : 0.588$ ✓

Para flexión positiva:

$M_{y,Ed}$: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. $M_{y,Ed}^+ : 0.000$ t·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 2.980 m del nudo 0.000, 5.960, 0.730, para la combinación de acciones $0.80 \cdot G1 + 0.80 \cdot G2 + 1.50 \cdot V(270^\circ)$ H1.

$M_{y,Ed}$: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. $M_{y,Ed}^- : 0.636$ t·m

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

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

$M_{c,Rd} : 1.083$ t·m

Donde:

W_{el} : Módulo resistente elástico correspondiente a la fibra de mayor tensión. $W_{el} : 40.57$ cm³
 f_{yb} : Límite elástico del material base. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_{yb} : 2803.26$ kp/cm²
 γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material. $\gamma_{M0} : 1.05$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Se debe satisfacer:

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

$\eta : 0.115$ ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo 0.000, 0.000, 0.730, para la combinación de acciones $0.80 \cdot G1 + 0.80 \cdot G2 + 1.50 \cdot V(270^\circ)$ H1.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed} : 0.471$ t

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

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

$V_{b,Rd} : 4.094$ t

Donde:

h_w : Altura del alma.	h_w : <u>195.95</u> mm
t : Espesor.	t : <u>2.00</u> mm
ϕ : Ángulo que forma el alma con la horizontal.	ϕ : <u>90.0</u> grados
f_{bv} : Resistencia a cortante, teniendo en cuenta el pandeo.	

$$0.83 < \bar{\lambda}_w < 1.40 \rightarrow f_{bv} = 0.48 \cdot f_{yb} / \bar{\lambda}_w \quad f_{bv} : \underline{1096.88} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

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

$$\bar{\lambda}_w = 0.346 \cdot \frac{h_w}{t} \cdot \sqrt{\frac{f_{yb}}{E}} \quad \bar{\lambda}_w : \underline{1.23}$$

Donde:

f_{yb} : Límite elástico del material base. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	f_{yb} : <u>2803.26</u> kp/cm ²
E : Módulo de elasticidad.	E : <u>2140672.78</u> kp/cm ²
γ_{m0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.	γ_{m0} : <u>1.05</u>

Resistencia a tracción y flexión (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.1.8)

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 (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.1.9)

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 (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.1.10)

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 (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.1.6)

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

Comprobación de flecha

Comprobación de flecha
El perfil seleccionado cumple todas las comprobaciones. Porcentajes de aprovechamiento: - Flecha: 91.06 %

Coordenadas del nudo inicial: 0.000, 29.800, 0.730

Coordenadas del nudo final: 0.000, 23.840, 0.730

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 2.980 m del origen en el primer vano de la correa.

($I_y = 406 \text{ cm}^4$) ($I_z = 33 \text{ cm}^4$)

Medición de correas			
Tipo de correas	Nº de correas	Peso lineal kg/m	Peso superficial kg/m ²
Correas de cubierta	12	72.13	4.87
Correas laterales	6	32.58	2.20

4.2 ZAPATAS

Referencia: (N3 - N8 - N13 - N18 - N23 - N28)		
Dimensiones: 3050 x 100 x 75		
Armados: Xi:Ø16c/20 Yi:Ø16c/29 Xs:Ø16c/29 Ys:Ø16c/29		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 3 kp/cm ² Calculado: 0.331 kp/cm ²	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 3.75 kp/cm ² Calculado: 0.369 kp/cm ²	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 3.75 kp/cm ² Calculado: 0.67 kp/cm ²	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: 2397.8 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 23.5 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 19.10 t·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 10.99 t·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 5.69 t	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 0.00 t	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 509.68 t/m ² Calculado: 11.82 t/m ²	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 58.8.1 (norma EHE-08)</i>		
	Mínimo: 25 cm Calculado: 75 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- N3:	Calculado: 67 cm Mínimo: 44 cm	Cumple
- N8:	Mínimo: 35 cm	Cumple
- N13:	Mínimo: 35 cm	Cumple
- N18:	Mínimo: 35 cm	Cumple
- N23:	Mínimo: 35 cm	Cumple
- N28:	Mínimo: 44 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 (norma EHE-08)</i>		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0009 Calculado: 0.0014	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

Referencia: (N3 - N8 - N13 - N18 - N23 - N28)		
Dimensiones: 3050 x 100 x 75		
Armados: Xi:Ø16c/20 Yi:Ø16c/29 Xs:Ø16c/29 Ys:Ø16c/29		
Comprobación	Valores	Estado
<p>Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 (norma EHE-08)</i></p> <p>- Armado inferior dirección X:</p> <p>- Armado inferior dirección Y:</p> <p>- Armado superior dirección X:</p> <p>- Armado superior dirección Y:</p>	<p>Mínimo: 0.0013 Calculado: 0.0014</p> <p>Mínimo: 0.0001 Calculado: 0.001</p> <p>Mínimo: 0.0008 Calculado: 0.001</p> <p>Mínimo: 0.0001 Calculado: 0.001</p>	<p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p>
<p>Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i></p> <p>- Parrilla inferior:</p> <p>- Parrilla superior:</p>	<p>Mínimo: 12 mm Calculado: 16 mm</p> <p>Calculado: 16 mm</p>	<p>Cumple</p> <p>Cumple</p>
<p>Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i></p> <p>- Armado inferior dirección X:</p> <p>- Armado inferior dirección Y:</p> <p>- Armado superior dirección X:</p> <p>- Armado superior dirección Y:</p>	<p>Máximo: 30 cm Calculado: 20 cm</p> <p>Calculado: 29 cm</p> <p>Calculado: 29 cm</p> <p>Calculado: 29 cm</p>	<p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p>
<p>Separación mínima entre barras: <i>Recomendación del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. ed. INTEMAC, 1991</i></p> <p>- Armado inferior dirección X:</p> <p>- Armado inferior dirección Y:</p> <p>- Armado superior dirección X:</p> <p>- Armado superior dirección Y:</p>	<p>Mínimo: 10 cm Calculado: 20 cm</p> <p>Calculado: 29 cm</p> <p>Calculado: 29 cm</p> <p>Calculado: 29 cm</p>	<p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p>
<p>Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. ed. INTEMAC, 1991</i></p> <p>- Armado inf. dirección X hacia der:</p> <p>- Armado inf. dirección X hacia izq:</p> <p>- Armado inf. dirección Y hacia arriba:</p> <p>- Armado inf. dirección Y hacia abajo:</p> <p>- Armado sup. dirección X hacia der:</p> <p>- Armado sup. dirección X hacia izq:</p>	<p>Mínimo: 28 cm Calculado: 1191 cm</p> <p>Mínimo: 31 cm Calculado: 1191 cm</p> <p>Mínimo: 16 cm Calculado: 16 cm</p> <p>Mínimo: 16 cm Calculado: 16 cm</p> <p>Mínimo: 32 cm Calculado: 1194 cm</p> <p>Mínimo: 31 cm Calculado: 1194 cm</p>	<p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p>

Referencia: (N3 - N8 - N13 - N18 - N23 - N28)		
Dimensiones: 3050 x 100 x 75		
Armados: Xi:Ø16c/20 Yi:Ø16c/29 Xs:Ø16c/29 Ys:Ø16c/29		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 19 cm Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 19 cm Calculado: 19 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 16 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 19 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Zapata de tipo rígido (Criterio de CYPE Ingenieros)		
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.79		
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.02		
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 33.34 t		
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 0.00 t		

4.3 PORTICO CENTRAL

ÍNDICE

1.- GEOMETRÍA	32
1.1.- Nudos	32
1.2.- Barras	32
1.2.1.- Materiales utilizados	32
1.2.2.- Descripción	32
1.2.3.- Características mecánicas	33
1.2.4.- Tabla de medición	33
1.2.5.- Resumen de medición	33
2.- CARGAS	33
2.1.- Barras	33
3.- RESULTADOS	35
3.1.- Nudos	35
3.1.1.- Desplazamientos	35
3.1.2.- Reacciones	37
3.2.- Barras	37
3.2.1.- Esfuerzos	37
3.2.2.- Resistencia	42
3.2.3.- Flechas	43
3.2.4.- Comprobaciones E.L.U. (Completo)	43
3.2.5.- Comprobaciones E.L.U. (Resumido)	90
4.- PLACAS DE ANCLAJE	90
4.1.- Descripción	90
4.2.- Medición placas de anclaje	90
4.3.- Medición pernos placas de anclaje	90
4.4.- Comprobación de las placas de anclaje	90

1.- GEOMETRÍA

1.1.- Nudos

Referencias:

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

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

D_x, D_y, D_z : Desplazamientos ligados en ejes globales.

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

Nudos												
Referencia	Coordenadas			Vinculación exterior						Vinculación interior	Ligaduras	
	X (m)	Y (m)	Z (m)	Δ_x	Δ_y	Δ_z	θ_x	θ_y	θ_z		Dx	Dy
N11	11.920	0.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado	-	-
N12	11.920	0.000	6.500	-	-	-	-	-	-	Empotrado	1	1
N13	11.920	14.800	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado	-	-
N14	11.920	14.800	6.500	-	-	-	-	-	-	Empotrado	1	1
N15	11.920	7.400	8.200	-	-	-	-	-	-	Empotrado	1	1

1.2.- Barras

1.2.1.- Materiales utilizados

Materiales utilizados							
Material		E (kp/cm ²)	ν	G (kp/cm ²)	f_v (kp/cm ²)	α_t (m/m°C)	γ (kg/dm ³)
Tipo	Designación						
Acero laminado	S275	2140672.78	0.300	825688.07	2803.26	1.2e-005	7.85
Notación: <i>E</i> : Módulo de elasticidad <i>ν</i> : Módulo de Poisson <i>G</i> : Módulo de cortadura <i>f_v</i> : Límite elástico <i>α_t</i> : Coeficiente de dilatación <i>γ</i> : Peso específico							

1.2.2.- Descripción

Descripción									
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	β_{xy}	β_{xz}	Lb _{Sup.} (m)	Lb _{Inf.} (m)
Tipo	Designación								
Acero laminado	S275	N11/N12	N11/N12	HEA-180 (HEA)	6.50	0.22	0.63	6.50	1.46
		N13/N14	N13/N14	HEA-180 (HEA)	6.50	0.22	0.63	1.46	6.50
		N12/N15	N12/N15	IPE-300 (IPE)	7.59	0.19	0.00	1.41	7.59
		N14/N15	N14/N15	IPE-300 (IPE)	7.59	0.19	0.00	1.41	7.59
Notación: <i>Ni</i> : Nudo inicial <i>Nf</i> : Nudo final <i>β_{xy}</i> : Coeficiente de pandeo en el plano 'XY' <i>β_{xz}</i> : Coeficiente de pandeo en el plano 'XZ' <i>Lb_{Sup.}</i> : Separación entre arriostramientos del ala superior <i>Lb_{Inf.}</i> : Separación entre arriostramientos del ala inferior									

1.2.3.- Características mecánicas

Tipos de pieza	
Ref.	Piezas
1	N11/N12 y N13/N14
2	N12/N15 y N14/N15

Características mecánicas									
Material		Ref.	Descripción	A (cm ²)	Avy (cm ²)	Avz (cm ²)	Iyy (cm ⁴)	Izz (cm ⁴)	It (cm ⁴)
Tipo	Designación								
Acero laminado	S275	1	HEA-180, (HEA)	45.30	25.65	8.21	2510.00	925.00	11.38
		2	IPE-300, Simple con cartelas, (IPE) Cartela inicial inferior: 2.00 m. Cartela final inferior: 2.00 m.	53.80	24.07	17.80	8360.00	604.00	15.57

Notación:
 Ref.: Referencia
 A: Área de la sección transversal
 Avy: Área de cortante de la sección según el eje local 'Y'
 Avz: Área de cortante de la sección según el eje local 'Z'
 Iyy: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Y'
 Izz: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Z'
 It: Inercia a torsión
 Las características mecánicas de las piezas corresponden a la sección en el punto medio de las mismas.

1.2.4.- Tabla de medición

Tabla de medición						
Material		Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	Volumen (m ³)	Peso (kg)
Tipo	Designación					
Acero laminado	S275	N11/N12	HEA-180 (HEA)	6.50	0.029	231.14
		N13/N14	HEA-180 (HEA)	6.50	0.029	231.14
		N12/N15	IPE-300 (IPE)	7.59	0.068	402.10
		N14/N15	IPE-300 (IPE)	7.59	0.068	402.10

Notación:
 Ni: Nudo inicial
 Nf: Nudo final

1.2.5.- Resumen de medición

Resumen de medición												
Material		Serie	Perfil	Longitud			Volumen			Peso		
Tipo	Designación			Perfil (m)	Serie (m)	Material (m)	Perfil (m ³)	Serie (m ³)	Material (m ³)	Perfil (kg)	Serie (kg)	Material (kg)
Acero laminado	S275	HEA	HEA-180	13.00			0.059			462.29		
			IPE	IPE-300, Simple con cartelas	15.19	13.00		0.136			804.20	462.29
						15.19			0.136			804.20
						28.19		0.195			1266.48	

2.- CARGAS

2.1.- Barras

Referencias:

'P1', 'P2':

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

'L1', 'L2':

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

Unidades:

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

Cargas en barras										
Barra	Hipótesis	Tipo	Valores		Posición		Dirección			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Ejes	X	Y	Z
N11/N12	Carga permanente	Uniforme	0.036	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N11/N12	Carga permanente	Faja	0.082	-	4.000	6.500	Globales	0.000	0.000	-1.000
N11/N12	V(0°) H1	Faja	0.338	-	4.000	6.500	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N11/N12	V(0°) H2	Faja	0.338	-	4.000	6.500	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N11/N12	V(90°) H1	Faja	0.317	-	4.000	6.500	Globales	0.000	-1.000	0.000
N11/N12	V(90°) H1	Faja	0.031	-	4.000	6.500	Globales	0.000	-1.000	0.000
N11/N12	V(180°) H1	Faja	0.174	-	4.000	6.500	Globales	0.000	-1.000	0.000
N11/N12	V(180°) H2	Faja	0.174	-	4.000	6.500	Globales	0.000	-1.000	0.000
N11/N12	V(270°) H1	Faja	0.043	-	4.000	6.500	Globales	0.000	-1.000	0.000
N11/N12	V(270°) H1	Faja	0.202	-	4.000	6.500	Globales	0.000	-1.000	0.000
N13/N14	Carga permanente	Uniforme	0.036	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N13/N14	Carga permanente	Faja	0.082	-	4.000	6.500	Globales	0.000	0.000	-1.000
N13/N14	V(0°) H1	Faja	0.174	-	4.000	6.500	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N13/N14	V(0°) H2	Faja	0.174	-	4.000	6.500	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N13/N14	V(90°) H1	Faja	0.317	-	4.000	6.500	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N13/N14	V(90°) H1	Faja	0.031	-	4.000	6.500	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N13/N14	V(180°) H1	Faja	0.338	-	4.000	6.500	Globales	0.000	-1.000	0.000
N13/N14	V(180°) H2	Faja	0.338	-	4.000	6.500	Globales	0.000	-1.000	0.000
N13/N14	V(270°) H1	Faja	0.043	-	4.000	6.500	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N13/N14	V(270°) H1	Faja	0.202	-	4.000	6.500	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N12/N15	Carga permanente	Trapezoidal	0.070	0.055	0.000	2.000	Globales	0.000	0.000	-1.000
N12/N15	Carga permanente	Faja	0.042	-	2.000	5.593	Globales	0.000	0.000	-1.000
N12/N15	Carga permanente	Trapezoidal	0.055	0.070	5.593	7.593	Globales	0.000	0.000	-1.000
N12/N15	Carga permanente	Uniforme	0.085	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N12/N15	V(0°) H1	Faja	0.165	-	1.682	7.593	Globales	-0.000	-0.224	0.975
N12/N15	V(0°) H1	Faja	0.403	-	0.000	1.683	Globales	0.000	-0.224	0.975
N12/N15	V(0°) H2	Faja	0.073	-	0.000	1.683	Globales	-0.000	0.224	-0.975
N12/N15	V(0°) H2	Faja	0.073	-	1.682	7.593	Globales	0.000	0.224	-0.975
N12/N15	V(90°) H1	Uniforme	0.008	-	-	-	Globales	0.000	-0.224	0.975
N12/N15	V(90°) H1	Uniforme	0.231	-	-	-	Globales	0.000	-0.224	0.975
N12/N15	V(180°) H1	Faja	0.202	-	0.000	5.910	Globales	0.000	-0.224	0.975
N12/N15	V(180°) H1	Faja	0.344	-	5.910	7.593	Globales	-0.000	-0.224	0.975
N12/N15	V(180°) H2	Faja	0.057	-	5.910	7.593	Globales	-0.000	-0.224	0.975
N12/N15	V(180°) H2	Faja	0.057	-	0.000	5.910	Globales	0.000	-0.224	0.975
N12/N15	V(270°) H1	Uniforme	0.238	-	-	-	Globales	0.000	-0.224	0.975
N12/N15	N(EI)	Uniforme	0.711	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N12/N15	N(R) 1	Uniforme	0.355	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N12/N15	N(R) 2	Uniforme	0.711	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000

Cargas en barras										
Barra	Hipótesis	Tipo	Valores		Posición		Dirección			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Ejes	X	Y	Z
N14/N15	Carga permanente	Trapezoidal	0.070	0.055	0.000	2.000	Globales	0.000	0.000	-1.000
N14/N15	Carga permanente	Faja	0.042	-	2.000	5.593	Globales	0.000	0.000	-1.000
N14/N15	Carga permanente	Trapezoidal	0.055	0.070	5.593	7.593	Globales	0.000	0.000	-1.000
N14/N15	Carga permanente	Uniforme	0.085	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N14/N15	V(0°) H1	Faja	0.202	-	0.000	5.910	Globales	-0.000	0.224	0.975
N14/N15	V(0°) H1	Faja	0.344	-	5.910	7.593	Globales	0.000	0.224	0.975
N14/N15	V(0°) H2	Faja	0.057	-	5.910	7.593	Globales	0.000	0.224	0.975
N14/N15	V(0°) H2	Faja	0.057	-	0.000	5.910	Globales	-0.000	0.224	0.975
N14/N15	V(90°) H1	Uniforme	0.008	-	-	-	Globales	-0.000	0.224	0.975
N14/N15	V(90°) H1	Uniforme	0.231	-	-	-	Globales	-0.000	0.224	0.975
N14/N15	V(180°) H1	Faja	0.165	-	1.682	7.593	Globales	0.000	0.224	0.975
N14/N15	V(180°) H1	Faja	0.403	-	0.000	1.682	Globales	-0.000	0.224	0.975
N14/N15	V(180°) H2	Faja	0.073	-	0.000	1.682	Globales	0.000	-0.224	-0.975
N14/N15	V(180°) H2	Faja	0.073	-	1.682	7.593	Globales	-0.000	-0.224	-0.975
N14/N15	V(270°) H1	Uniforme	0.238	-	-	-	Globales	0.000	0.224	0.975
N14/N15	N(EI)	Uniforme	0.711	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N14/N15	N(R) 1	Uniforme	0.711	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N14/N15	N(R) 2	Uniforme	0.355	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000

3.- RESULTADOS

3.1.- Nudos

3.1.1.- Desplazamientos

Referencias:

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

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

3.1.1.1.- Hipótesis

Desplazamientos de los nudos, por hipótesis							
Referencia	Descripción	Desplazamientos en ejes globales					
		Dx (mm)	Dy (mm)	Dz (mm)	Gx (mRad)	Gy (mRad)	Gz (mRad)
N11	Carga permanente	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.000	0.000
	V(0°) H1	0.000	0.000	0.000	-0.000	0.000	0.000
	V(0°) H2	0.000	0.000	0.000	-0.000	0.000	0.000
	V(90°) H1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	V(180°) H1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	V(180°) H2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	V(270°) H1	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.000	0.000
	N(EI)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	N(R) 1	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.000	0.000
	N(R) 2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
N12	Carga permanente	0.001	0.000	-0.097	-	-	-
	V(0°) H1	0.137	30.169	0.141	-	-	-
	V(0°) H2	0.138	37.151	0.012	-	-	-
	V(90°) H1	32.136	0.000	0.119	-	-	-
	V(180°) H1	0.137	-30.169	0.083	-	-	-
	V(180°) H2	0.138	-37.151	-0.019	-	-	-
	V(270°) H1	-32.187	0.000	0.117	-	-	-
	N(EI)	0.004	0.000	-0.362	-	-	-

Desplazamientos de los nudos, por hipótesis							
Referencia	Descripción	Desplazamientos en ejes globales					
		Dx (mm)	Dy (mm)	Dz (mm)	Gx (mRad)	Gy (mRad)	Gz (mRad)
	N(R) 1	0.003	-4.228	-0.235	-	-	-
	N(R) 2	0.003	4.228	-0.308	-	-	-
N13	Carga permanente	0.000	0.000	0.000	-0.000	0.000	0.000
	V(0°) H1	0.000	0.000	0.000	-0.000	0.000	0.000
	V(0°) H2	0.000	0.000	0.000	-0.000	0.000	0.000
	V(90°) H1	0.000	0.000	0.000	-0.000	0.000	0.000
	V(180°) H1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	V(180°) H2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	V(270°) H1	0.000	0.000	0.000	-0.000	-0.000	0.000
	N(EI)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	N(R) 1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	N(R) 2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
N14	Carga permanente	0.001	0.000	-0.097	-	-	-
	V(0°) H1	0.137	30.169	0.083	-	-	-
	V(0°) H2	0.138	37.151	-0.019	-	-	-
	V(90°) H1	32.136	0.000	0.119	-	-	-
	V(180°) H1	0.137	-30.169	0.141	-	-	-
	V(180°) H2	0.138	-37.151	0.012	-	-	-
	V(270°) H1	-32.187	0.000	0.117	-	-	-
	N(EI)	0.004	0.000	-0.362	-	-	-
	N(R) 1	0.003	-4.228	-0.308	-	-	-
	N(R) 2	0.003	4.228	-0.235	-	-	-
N15	Carga permanente	0.001	0.000	-0.805	0.000	0.001	0.000
	V(0°) H1	0.137	30.169	1.243	0.906	0.076	0.002
	V(0°) H2	0.138	37.151	-0.006	1.466	0.075	0.002
	V(90°) H1	32.136	0.000	1.162	0.000	-0.782	-0.043
	V(180°) H1	0.137	-30.169	1.243	-0.906	0.075	0.007
	V(180°) H2	0.138	-37.151	-0.006	-1.466	0.075	0.007
	V(270°) H1	-32.187	0.000	1.200	0.000	0.749	0.041
	N(EI)	0.004	0.000	-4.011	0.000	-0.000	-0.000
	N(R) 1	0.003	-4.228	-3.008	-1.368	-0.000	-0.000
	N(R) 2	0.003	4.228	-3.008	1.368	-0.000	-0.000

3.1.1.2.- Envolventes

Envolvente de los desplazamientos en nudos								
Referencia	Tipo	Combinación Descripción	Desplazamientos en ejes globales					
			Dx (mm)	Dy (mm)	Dz (mm)	Gx (mRad)	Gy (mRad)	Gz (mRad)
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	-32.185	-41.379	-0.478	-	-	-
		Valor máximo de la envolvente	32.141	41.379	0.045	-	-	-
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	-32.185	-41.379	-0.478	-	-	-
		Valor máximo de la envolvente	32.141	41.379	0.045	-	-	-
N15	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-32.185	-41.379	-4.822	-2.835	-0.782	-0.042
		Valor máximo de la envolvente	32.141	41.379	0.439	2.835	0.750	0.041

3.1.2.- Reacciones

Referencias:

Rx, Ry, Rz: Reacciones en nudos con desplazamientos coaccionados (fuerzas).
 Mx, My, Mz: Reacciones en nudos con giros coaccionados (momentos).

3.1.2.1.- Hipótesis

Reacciones en los nudos, por hipótesis							
Referencia	Descripción	Reacciones en ejes globales					
		Rx (t)	Ry (t)	Rz (t)	Mx (t·m)	My (t·m)	Mz (t·m)
N11	Carga permanente	0.000	0.037	1.601	-0.080	0.000	-0.000
	V(0°) H1	0.001	-0.762	-2.111	2.379	0.000	-0.000
	V(0°) H2	0.001	-0.809	-0.176	2.655	-0.000	-0.000
	V(90°) H1	-0.210	0.062	-1.778	-0.110	-0.756	-0.000
	V(180°) H1	0.000	0.585	-1.236	-2.009	-0.001	-0.000
	V(180°) H2	0.000	0.753	0.287	-2.546	-0.001	-0.000
	V(270°) H1	0.210	0.024	-1.751	-0.036	0.756	0.000
	N(EI)	-0.000	0.196	5.395	-0.420	-0.000	0.000
	N(R) 1	-0.000	0.145	3.500	-0.418	-0.000	0.000
	N(R) 2	-0.000	0.149	4.593	-0.212	-0.000	0.000
N13	Carga permanente	0.000	-0.037	1.601	0.080	0.000	0.000
	V(0°) H1	0.000	-0.585	-1.236	2.009	-0.001	0.000
	V(0°) H2	0.000	-0.753	0.287	2.546	-0.001	0.000
	V(90°) H1	-0.210	-0.062	-1.778	0.110	-0.756	0.000
	V(180°) H1	0.001	0.762	-2.111	-2.379	0.000	0.000
	V(180°) H2	0.001	0.809	-0.176	-2.655	-0.000	0.000
	V(270°) H1	0.210	-0.024	-1.751	0.036	0.756	-0.000
	N(EI)	-0.000	-0.196	5.395	0.420	-0.000	-0.000
	N(R) 1	-0.000	-0.149	4.593	0.212	-0.000	-0.000
	N(R) 2	-0.000	-0.145	3.500	0.418	-0.000	-0.000

3.1.2.2.- Envolventes

Envolventes de las reacciones en nudos								
Referencia	Combinación		Reacciones en ejes globales					
	Tipo	Descripción	Rx (t)	Ry (t)	Rz (t)	Mx (t·m)	My (t·m)	Mz (t·m)
N11	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	-0.315	-1.176	-1.565	-4.241	-1.134	-0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.315	1.326	10.513	3.904	1.134	0.000
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envolvente	-0.210	-0.772	-0.509	-3.046	-0.756	-0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.210	0.986	7.283	2.576	0.756	0.000
N13	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	-0.315	-1.326	-1.565	-3.904	-1.134	-0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.315	1.176	10.513	4.241	1.134	0.000
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envolvente	-0.210	-0.986	-0.509	-2.576	-0.756	-0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.210	0.772	7.283	3.046	0.756	0.000

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

3.2.- Barras

3.2.1.- Esfuerzos

Referencias:

N: Esfuerzo axial (t)

Vy: Esfuerzo cortante según el eje local Y de la barra. (t)

Vz: Esfuerzo cortante según el eje local Z de la barra. (t)

Mt: Momento torsor (t·m)

My: Momento flector en el plano 'XZ' (giro de la sección respecto al eje local 'Y' de la barra). (t·m)

Mz: Momento flector en el plano 'XY' (giro de la sección respecto al eje local 'Z' de la barra). (t·m)

3.2.1.1.- Hipótesis

Esfuerzos en barras, por hipótesis											
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.650 m	1.625 m	2.275 m	3.250 m	4.225 m	4.875 m	5.850 m	6.500 m
N11/N12	Carga permanente	N	-1.601	-1.578	-1.543	-1.520	-1.486	-1.433	-1.356	-1.242	-1.166
		Vy	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000
		Vz	-0.037	-0.037	-0.037	-0.037	-0.037	-0.037	-0.037	-0.037	-0.037
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My	-0.080	-0.055	-0.019	0.005	0.041	0.077	0.101	0.138	0.162
		Mz	-0.000	-0.000	-0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	V(0°) H1	N	2.111	2.111	2.111	2.111	2.111	2.111	2.111	2.111	2.111
		Vy	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001
		Vz	0.762	0.762	0.762	0.762	0.762	0.686	0.466	0.137	-0.083
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My	2.379	1.883	1.140	0.644	-0.099	-0.834	-1.209	-1.503	-1.520
		Mz	-0.000	0.000	0.001	0.001	0.002	0.003	0.003	0.004	0.004
V(0°) H2	N	0.176	0.176	0.176	0.176	0.176	0.176	0.176	0.176	0.176	
	Vy	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	
	Vz	0.809	0.809	0.809	0.809	0.809	0.733	0.513	0.183	-0.037	
	Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
	My	2.655	2.130	1.341	0.815	0.027	-0.753	-1.158	-1.497	-1.545	
	Mz	0.000	0.000	0.001	0.001	0.002	0.003	0.003	0.003	0.004	
V(90°) H1	N	1.778	1.778	1.778	1.778	1.778	1.778	1.778	1.778	1.778	
	Vy	0.210	0.210	0.210	0.210	0.210	0.210	0.210	0.210	0.210	
	Vz	-0.062	-0.062	-0.062	-0.062	-0.062	0.016	0.242	0.580	0.806	
	Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
	My	-0.110	-0.070	-0.009	0.031	0.091	0.143	0.059	-0.342	-0.793	
	Mz	0.756	0.619	0.414	0.278	0.073	-0.132	-0.268	-0.473	-0.610	
V(180°) H1	N	1.236	1.236	1.236	1.236	1.236	1.236	1.236	1.236	1.236	
	Vy	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	
	Vz	-0.585	-0.585	-0.585	-0.585	-0.585	-0.546	-0.432	-0.263	-0.150	
	Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
	My	-2.009	-1.629	-1.058	-0.678	-0.108	0.458	0.776	1.114	1.248	
	Mz	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.002	0.002	0.002	0.002	
V(180°) H2	N	-0.287	-0.287	-0.287	-0.287	-0.287	-0.287	-0.287	-0.287	-0.287	
	Vy	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	
	Vz	-0.753	-0.753	-0.753	-0.753	-0.753	-0.714	-0.600	-0.431	-0.317	
	Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
	My	-2.546	-2.057	-1.323	-0.834	-0.100	0.630	1.057	1.560	1.803	
	Mz	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.002	0.002	0.002	0.002	
V(270°) H1	N	1.751	1.751	1.751	1.751	1.751	1.751	1.751	1.751	1.751	
	Vy	-0.210	-0.210	-0.210	-0.210	-0.210	-0.210	-0.210	-0.210	-0.210	
	Vz	-0.024	-0.024	-0.024	-0.024	-0.024	0.031	0.190	0.428	0.587	
	Mt	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	
	My	-0.036	-0.020	0.003	0.019	0.043	0.060	-0.011	-0.312	-0.642	
	Mz	-0.756	-0.620	-0.415	-0.278	-0.074	0.131	0.267	0.472	0.609	
N(EI)	N	-5.395	-5.395	-5.395	-5.395	-5.395	-5.395	-5.395	-5.395	-5.395	
	Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
	Vz	-0.196	-0.196	-0.196	-0.196	-0.196	-0.196	-0.196	-0.196	-0.196	
	Mt	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	
	My	-0.420	-0.293	-0.101	0.026	0.217	0.408	0.536	0.727	0.854	
	Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	
N(R) 1	N	-3.500	-3.500	-3.500	-3.500	-3.500	-3.500	-3.500	-3.500	-3.500	
	Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
	Vz	-0.145	-0.145	-0.145	-0.145	-0.145	-0.145	-0.145	-0.145	-0.145	
	Mt	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	
	My	-0.418	-0.324	-0.182	-0.088	0.053	0.194	0.288	0.430	0.524	
	Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	

Envolventes de los esfuerzos en barras													
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra										
			0.000 m	0.650 m	1.625 m	2.275 m	3.250 m	4.225 m	4.875 m	5.850 m	6.500 m		
		Mt _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My _{mín}	-4.241	-3.403	-2.147	-1.313	-0.129	-1.190	-1.732	-2.144	-2.187		
		My _{máx}	3.920	3.150	2.019	1.325	0.547	1.363	2.124	3.070	3.563		
		Mz _{mín}	-1.134	-0.929	-0.622	-0.418	-0.110	-0.198	-0.402	-0.710	-0.914		
		Mz _{máx}	1.134	0.929	0.622	0.417	0.110	0.197	0.402	0.709	0.913		

Envolventes de los esfuerzos en barras														
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra											
			0.000 m	0.650 m	1.625 m	2.275 m	3.250 m	4.225 m	4.875 m	5.850 m	6.500 m			
N13/N14	Acero laminado	N _{mín}	-10.513	-10.481	-10.435	-10.403	-10.357	-10.285	-10.182	-10.028	-9.925			
		N _{máx}	1.885	1.903	1.931	1.950	1.977	2.020	2.081	2.172	2.233			
		Vy _{mín}	-0.315	-0.315	-0.315	-0.315	-0.315	-0.315	-0.315	-0.315	-0.315	-0.315		
		Vy _{máx}	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315		
		Vz _{mín}	-1.184	-1.184	-1.184	-1.184	-1.184	-1.069	-0.739	-0.841	-1.180			
		Vz _{máx}	1.326	1.326	1.326	1.326	1.326	1.268	1.098	0.843	0.673			
		Mt _{mín}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
		Mt _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
		My _{mín}	-3.920	-3.150	-2.019	-1.325	-0.547	-1.363	-2.124	-3.070	-3.563			
		My _{máx}	4.241	3.403	2.147	1.313	0.129	1.190	1.732	2.144	2.187			
		Mz _{mín}	-1.134	-0.929	-0.622	-0.418	-0.110	-0.198	-0.402	-0.710	-0.914			
		Mz _{máx}	1.134	0.929	0.622	0.417	0.110	0.197	0.402	0.709	0.913			

Envolventes de los esfuerzos en barras																
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra													
			0.000 m	0.999 m	1.875 m	1.999 m	2.001 m	2.798 m	3.597 m	4.794 m	5.592 m	5.594 m	5.718 m	6.594 m	7.593 m	
N12/N15	Acero laminado	N _{mín}	-28.754	-28.402	-28.101	-28.059	-28.038	-27.817	-27.596	-27.264	-27.043	-27.160	-27.133	-26.950	-26.740	
		N _{máx}	5.616	5.615	5.618	5.620	5.616	5.634	5.652	5.679	5.697	5.705	5.709	5.738	5.773	
		Vy _{mín}	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005
		Vy _{máx}	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005
		Vz _{mín}	-2.645	-1.413	-0.578	-0.460	-1.363	-0.444	-0.430	-0.674	-0.836	-0.665	-0.689	-0.983	-1.369	
		Vz _{máx}	0.789	0.546	0.822	0.882	0.376	0.398	1.132	2.655	3.668	2.490	2.651	3.709	4.977	
		Mt _{mín}	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002
		Mt _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.002	0.002	0.002	0.002
		My _{mín}	-2.476	-2.468	-2.318	-2.286	-2.211	-2.015	-1.781	-2.025	-3.197	-2.395	-2.498	-3.474	-7.075	
		My _{máx}	3.649	5.038	5.681	5.719	5.027	5.560	5.283	3.349	1.365	1.725	1.448	0.887	1.384	
		Mz _{mín}	-0.032	-0.027	-0.023	-0.022	-0.022	-0.018	-0.015	-0.009	-0.005	-0.005	-0.004	-0.000	-0.005	
		Mz _{máx}	0.033	0.028	0.024	0.023	0.023	0.019	0.015	0.009	0.005	0.005	0.005	0.000	0.005	

Envolventes de los esfuerzos en barras																
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra													
			0.000 m	0.999 m	1.875 m	1.999 m	2.001 m	2.798 m	3.597 m	4.794 m	5.592 m	5.594 m	5.718 m	6.594 m	7.593 m	
N14/N15	Acero laminado	N _{mín}	-28.754	-28.402	-28.101	-28.059	-28.038	-27.817	-27.596	-27.264	-27.043	-27.160	-27.133	-26.950	-26.740	
		N _{máx}	5.616	5.615	5.618	5.620	5.616	5.634	5.652	5.679	5.697	5.705	5.709	5.738	5.773	
		Vy _{mín}	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005
		Vy _{máx}	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005
		Vz _{mín}	-2.645	-1.413	-0.578	-0.460	-1.363	-0.444	-0.430	-0.674	-0.836	-0.665	-0.689	-0.983	-1.369	
		Vz _{máx}	0.789	0.546	0.822	0.882	0.376	0.398	1.132	2.655	3.668	2.490	2.651	3.709	4.977	
		Mt _{mín}	0.000	0.000	-0.000	-0.000	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002
		Mt _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.002	0.002	0.002	0.002
		My _{mín}	-2.476	-2.468	-2.318	-2.286	-2.211	-2.015	-1.781	-2.025	-3.197	-2.395	-2.498	-3.474	-7.075	
		My _{máx}	3.649	5.038	5.681	5.719	5.027	5.560	5.283	3.349	1.365	1.725	1.448	0.887	1.384	
		Mz _{mín}	-0.033	-0.028	-0.024	-0.023	-0.023	-0.019	-0.015	-0.009	-0.005	-0.005	-0.004	-0.000	-0.005	
		Mz _{máx}	0.032	0.027	0.023	0.022	0.022	0.018	0.015	0.009	0.005	0.005	0.004	0.000	0.005	

3.2.2.- Resistencia

Referencias:

N: Esfuerzo axial (t)

Vy: Esfuerzo cortante según el eje local Y de la barra. (t)

Vz: Esfuerzo cortante según el eje local Z de la barra. (t)

Mt: Momento torsor (t·m)

My: Momento flector en el plano 'XZ' (giro de la sección respecto al eje local 'Y' de la barra). (t·m)

Mz: Momento flector en el plano 'XY' (giro de la sección respecto al eje local 'Z' de la barra). (t·m)

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 (t)	Vy (t)	Vz (t)	Mt (t·m)	My (t·m)	Mz (t·m)		
N11/N12	79.01	0.000	-5.342	-0.001	1.051	0.000	3.717	-0.000	GV	Cumple
N13/N14	79.01	0.000	-5.342	-0.001	-1.051	0.000	-3.717	-0.000	GV	Cumple
N12/N15	95.88	7.593	-24.743	-0.000	4.885	0.000	-7.075	0.000	GV	Cumple
N14/N15	95.88	7.593	-24.743	0.000	4.885	0.000	-7.075	0.000	GV	Cumple

3.2.3.- Flechas

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.

Grupo	Flechas							
	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)
N11/N12	1.625	3.75	1.950	5.30	1.625	7.49	1.625	9.10
	1.625	L/(>1000)	4.875	L/770.2	1.625	L/(>1000)	4.875	L/793.3
N13/N14	1.625	3.75	1.950	5.30	1.625	7.49	1.625	9.10
	1.625	L/(>1000)	4.875	L/770.2	1.625	L/(>1000)	4.875	L/793.3
N12/N15	2.798	0.71	3.597	11.83	2.798	1.41	3.996	16.16
	2.798	L/(>1000)	3.597	L/641.8	2.798	L/(>1000)	3.996	L/647.8
N14/N15	2.798	0.71	3.597	11.83	2.798	1.41	3.996	16.16
	2.798	L/(>1000)	3.597	L/641.8	2.798	L/(>1000)	3.996	L/647.8

3.2.4.- Comprobaciones E.L.U. (Completo)

Barra N11/N12

Perfil: HEA-180
Material: Acero (S275)

Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)
N11	N12	6.500	45.30	2510.00	925.00	11.38
Notas: (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme						
			Pandeo		Pandeo lateral	
			Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β			0.22	0.63	1.00	0.22
L _K			1.460	4.097	6.500	1.460
C _m			1.000	1.000	1.000	1.000
Notación: β: Coeficiente de pandeo L _K : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos						

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \mathbf{0.018}$$



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N12, para la combinación de acciones 0.8·G+1.5·V(0°)H1.

N_{t,Ed}: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

$$\mathbf{N_{t,Ed} : 2.233 \text{ t}}$$

La resistencia de cálculo a tracción **N_{t,Rd}** viene dada por:

$$\mathbf{N_{t,Rd} = A \cdot f_{yd}}$$

$$\mathbf{N_{t,Rd} : 120.941 \text{ t}}$$

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra.

$$\mathbf{A : 45.30 \text{ cm}^2}$$

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$\mathbf{f_{yd} : 2669.77 \text{ kp/cm}^2}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

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

$$\mathbf{f_y : 2803.26 \text{ kp/cm}^2}$$

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

$$\mathbf{\gamma_{M0} : 1.05}$$

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : \mathbf{0.087}$$



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

$$\eta : \mathbf{0.142}$$



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N11, para la combinaci3n de acciones 1.35·G+0.9·V(180°)H2+1.5·N(EI).

N_{c,Ed}: Axil de compresi3n solicitante de cálculo pésimo. **N_{c,Ed}** : 10.513 t

La resistencia de cálculo a compresi3n **N_{c,Rd}** viene dada por:

N_{c,Rd} = A · f_{yd} **N_{c,Rd}** : 120.941 t

Donde:

Clase: Clase de la secci3n, según la capacidad de deformaci3n y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una secci3n. **Clase** : 2

A:  rea de la secci3n bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : 45.30 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : 2669.77 kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : 2803.26 kp/cm²

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

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo **N_{b,Rd}** en una barra comprimida viene dada por:

N_{b,Rd} = χ · A · f_{yd} **N_{b,Rd}** : 73.973 t

Donde:

A:  rea de la secci3n bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : 45.30 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : 2669.77 kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : 2803.26 kp/cm²

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M1}** : 1.05

χ: Coeficiente de reducci3n por pandeo.

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - (\bar{\lambda})^2}} \leq 1$$

χ_v : 0.82
χ_z : 0.91
χ_T : 0.61

Siendo:

$$\Phi = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha \cdot (\bar{\lambda} - 0.2) + (\bar{\lambda})^2 \right]$$

φ_v : 0.77
φ_z : 0.61
φ_T : 1.05

α: Coeficiente de imperfecci3n elástica. **α_v** : 0.34

α_z : 0.49

α_T : 0.49

λ̄: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

λ̄_v : 0.63

$$\bar{\lambda}_z : \underline{0.37}$$

$$\bar{\lambda}_T : \underline{0.88}$$

$$N_{cr} : \underline{163.667} \text{ t}$$

N_{cr} : Axil crítico de pandeo elástico.

El axil crítico de pandeo elástico N_{cr} es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$$N_{cr,y} : \underline{315.858} \text{ t}$$

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

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$$N_{cr,z} : \underline{916.827} \text{ t}$$

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

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} : \underline{163.667} \text{ t}$$

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_0^2} \cdot \left[G \cdot I_t + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_w}{L_{kt}^2} \right]$$

Donde:

I_y : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.

$$I_y : \underline{2510.00} \text{ cm}^4$$

I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.

$$I_z : \underline{925.00} \text{ cm}^4$$

I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.

$$I_t : \underline{11.38} \text{ cm}^4$$

I_w : Constante de alabeo de la sección.

$$I_w : \underline{60228.71} \text{ cm}^6$$

E : Módulo de elasticidad.

$$E : \underline{2140673} \text{ kp/cm}^2$$

G : Módulo de elasticidad transversal.

$$G : \underline{825688} \text{ kp/cm}^2$$

L_{ky} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.

$$L_{ky} : \underline{4.097} \text{ m}$$

L_{kz} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.

$$L_{kz} : \underline{1.460} \text{ m}$$

L_{kt} : Longitud efectiva de pandeo por torsión.

$$L_{kt} : \underline{6.500} \text{ m}$$

i_0 : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.

$$i_0 : \underline{8.71} \text{ cm}$$

$$i_0 = (i_y^2 + i_z^2 + y_0^2 + z_0^2)^{0.5}$$

Siendo:

i_y, i_z : Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.

$$i_y : \underline{7.44} \text{ cm}$$

$$i_z : \underline{4.52} \text{ cm}$$

y_0, z_0 : Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

$$y_0 : \underline{0.00} \text{ mm}$$

$$z_0 : \underline{0.00} \text{ mm}$$

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : \underline{0.490}$$



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

$\eta : 0.759$



Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N11, para la combinación de acciones $0.8 \cdot G + 1.5 \cdot V(0^\circ)H2$.

$$\mathbf{M}_{Ed}^+ : \text{Momento flector solicitante de cálculo pésimo.} \quad \mathbf{M}_{Ed}^+ : \underline{3.920} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N11, para la combinación de acciones $1.35 \cdot G + 1.5 \cdot V(180^\circ)H2 + 0.75 \cdot N(EI)$.

$$\mathbf{M}_{Ed}^- : \text{Momento flector solicitante de cálculo pésimo.} \quad \mathbf{M}_{Ed}^- : \underline{4.241} \text{ t}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo $\mathbf{M}_{c,Rd}$ viene dado por:

$$\mathbf{M}_{c,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd} \quad \mathbf{M}_{c,Rd} : \underline{8.650} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

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

$$\mathbf{Clase} : \underline{2}$$

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

$$\mathbf{W}_{pl,y} : \underline{324.00} \text{ cm}^3$$

\mathbf{f}_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$\mathbf{f}_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

\mathbf{f}_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$\mathbf{f}_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

$\mathbf{\gamma}_{M0}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\mathbf{\gamma}_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

El momento flector resistente de cálculo $\mathbf{M}_{b,Rd}$ viene dado por:

$$\mathbf{M}_{b,Rd}^+ = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y}^+ \cdot f_{yd} \quad \mathbf{M}_{b,Rd}^+ : \underline{5.167} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$\mathbf{M}_{b,Rd}^- = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y}^- \cdot f_{yd} \quad \mathbf{M}_{b,Rd}^- : \underline{8.370} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

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

$$\mathbf{W}_{pl,y} : \underline{324.00} \text{ cm}^3$$

\mathbf{f}_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$\mathbf{f}_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

\mathbf{f}_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$\mathbf{f}_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

$\mathbf{\gamma}_{M1}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\mathbf{\gamma}_{M1} : \underline{1.05}$$

$\mathbf{\chi}_{LT}$: Factor de reducción por pandeo lateral.

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}} \leq 1$$

$$\chi_{LT}^+ : \underline{0.60}$$

$$\chi_{LT}^- : \underline{0.97}$$

Siendo:

$$\Phi_{LT} = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha_{LT} \cdot (\bar{\lambda}_{LT} - 0.2) + \bar{\lambda}_{LT}^2 \right]$$

$$\Phi_{LT}^+ : \underline{1.20}$$

$$\Phi_{LT}^- : \underline{0.57}$$

α_{LT} : Coeficiente de imperfección elástica.

$$\alpha_{LT} : \underline{0.21}$$

$\bar{\lambda}_{LT}$: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda}_{LT}^+ = \sqrt{\frac{W_{pl,y}^+ \cdot f_y}{M_{cr}}}$$

$$\bar{\lambda}_{LT}^+ : \underline{1.10}$$

$$\bar{\lambda}_{LT}^- = \sqrt{\frac{W_{pl,y}^- \cdot f_y}{M_{cr}}}$$

$$\bar{\lambda}_{LT}^- : \underline{0.34}$$

M_{cr} : Momento crítico elástico de pandeo lateral.

$$M_{cr}^+ : \underline{7.532} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$M_{cr}^- : \underline{77.899} \text{ t}\cdot\text{m}$$

El momento crítico elástico de pandeo lateral M_{cr} se determina según la teoría de la elasticidad:

$$M_{cr} = \sqrt{M_{LTV}^2 + M_{LTw}^2}$$

Siendo:

M_{LTV} : Componente que representa la resistencia por torsión uniforme de la barra.

$$M_{LTV} = C_1 \cdot \frac{\pi}{L_c} \cdot \sqrt{G \cdot I_t \cdot E \cdot I_z}$$

$$M_{LTV}^+ : \underline{6.594} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$M_{LTV}^- : \underline{29.355} \text{ t}\cdot\text{m}$$

M_{LTw} : Componente que representa la resistencia por torsión no uniforme de la barra.

$$M_{LTw} = W_{el,y} \cdot \frac{\pi^2 \cdot E}{L_c^2} \cdot C_1 \cdot i_{f,z}^2$$

$$M_{LTw}^+ : \underline{3.640} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$M_{LTw}^- : \underline{72.156} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Siendo:

$W_{el,y}$: Módulo resistente elástico de la sección bruta, obtenido para la fibra más comprimida.

$$W_{el,y} : \underline{293.57} \text{ cm}^3$$

I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.

$$I_z : \underline{925.00} \text{ cm}^4$$

I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.

$$I_t : \underline{11.38} \text{ cm}^4$$

E : Módulo de elasticidad.

$$E : \underline{2140673} \text{ kp/cm}^2$$

G : Módulo de elasticidad transversal.

$$G : \underline{825688} \text{ kp/cm}^2$$

L_c^+ : Longitud efectiva de pandeo lateral del ala superior.

$$L_c^+ : \underline{6.500} \text{ m}$$

L_c^- : Longitud efectiva de pandeo lateral del ala inferior.

$$L_c^- : \underline{1.460} \text{ m}$$

C_1 : Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra.

$$C_1 : \underline{1.00}$$

$i_{f,z}$: Radio de giro, respecto al eje de menor inercia de la sección, del soporte formado por el ala comprimida y la tercera parte de la zona comprimida del alma adyacente al ala comprimida.

$$i_{f,z}^+ : \underline{4.98} \text{ cm}$$

$$i_{f,z}^- : \underline{4.98} \text{ cm}$$

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : \mathbf{0.274} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N11, para la combinación de acciones

$0.8 \cdot G + 1.5 \cdot V(90^\circ)H1 + 0.75 \cdot N(EI)$.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{1.134} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N11, para la combinación de acciones $1.35 \cdot G + 1.5 \cdot V(270^\circ)H1$.

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{1.134} \text{ t}\cdot\text{m}$$

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

$$M_{c,Rd} = W_{pl,z} \cdot f_{yd}$$

$$M_{c,Rd} : \underline{4.145} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

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

$$\text{Clase} : \underline{2}$$

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

$$W_{pl,z} : \underline{155.27} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{MO}$$

Siendo:

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

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

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

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

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : \mathbf{0.084} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N11, para la combinación de acciones

$1.35 \cdot G + 1.5 \cdot V(180^\circ)H2 + 0.75 \cdot N(EI)$.

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

$$V_{Ed} : \underline{1.326} \text{ t}$$

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

$$V_{c,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$$V_{c,Rd} : \underline{15.815} \text{ t}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{10.26} \text{ cm}^2$$

$$A_v = h \cdot t_w$$

Siendo:

h : Canto de la sección.

$$h : \underline{171.00} \text{ mm}$$

t_w : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{6.00} \text{ mm}$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

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

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

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

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

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

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

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

$$25.33 < 64.71$$

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma.

$$\lambda_w : \underline{25.33}$$

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

$\lambda_{m\acute{a}x}$: Esbeltez máxima.

$$\lambda_{m\acute{a}x} : \underline{64.71}$$

$$\lambda_{m\acute{a}x} = 70 \cdot \varepsilon$$

ε : Factor de reducción.

$$\varepsilon : \underline{0.92}$$

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia.

$$f_{ref} : \underline{2395.51} \text{ kp/cm}^2$$

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

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : \underline{0.006} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones $0.8 \cdot G + 1.5 \cdot V(90^\circ)H1 + 0.75 \cdot N(EI)$.

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

$$V_{Ed} : \underline{0.315} \text{ t}$$

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

$$V_{c,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$$V_{c,Rd} : \underline{55.768} \text{ t}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante. A_v : 36.18 cm²

$$A_v = A - d \cdot t_w$$

Siendo:

A : Área de la sección bruta. A : 45.30 cm²

d : Altura del alma. d : 152.00 mm

t_w : Espesor del alma. t_w : 6.00 mm

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 2803.26 kp/cm²

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

γ_{M0} : 1.05

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

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

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

$$1.326 \leq 7.907$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·V(180°)H2+0.75·N(EI).

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

V_{Ed} : 1.326 t

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

$V_{c,Rd}$: 15.815 t

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

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

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

$$0.315 \leq 27.884$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 0.8·G+1.5·V(90°)H1+0.75·N(EI).

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

V_{Ed} : 0.315 t

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

$V_{c,Rd}$: 55.768 t

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.474} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{c_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.790}$$



$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{y,LT} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.748}$$



Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N11, para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·V(0°)H2+0.75·N(R)2.

Donde:

N_{c,Ed}: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{c,Ed} : \underline{5.342} \text{ t}$$

M_{y,Ed}, **M_{z,Ed}**: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{y,Ed}^+ : \underline{3.717} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$M_{z,Ed}^- : \underline{0.000} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.

$$\text{Clase} : \underline{2}$$

N_{pl,Rd}: Resistencia a compresión de la sección bruta.

$$N_{pl,Rd} : \underline{120.941} \text{ t}$$

M_{pl,Rd,y}, **M_{pl,Rd,z}**: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{pl,Rd,y} : \underline{8.650} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$M_{pl,Rd,z} : \underline{4.145} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

A: Área de la sección bruta.

$$A : \underline{45.30} \text{ cm}^2$$

W_{pl,y}, **W_{pl,z}**: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$W_{pl,y} : \underline{324.00} \text{ cm}^3$$

$$W_{pl,z} : \underline{155.27} \text{ cm}^3$$

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

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

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

k_y, **k_z**, **k_{y,LT}**: Coeficientes de interacción.

$$k_y = 1 + (\bar{\lambda}_y - 0.2) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot N_{c,Rd}}$$

$$k_y : \underline{1.02}$$

$$k_z = 1 + (2 \cdot \bar{\lambda}_z - 0.6) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}}$$

$$k_z : \underline{1.01}$$

$$k_{y,LT} = 1 - \frac{0.1 \cdot \bar{\lambda}_z}{C_{m,LT} - 0.25} \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}}$$

$$k_{y,LT} : \underline{0.97}$$

C_{m,y}, **C_{m,z}**, **C_{m,LT}**: Factores de momento flector uniforme equivalente.

$$C_{m,y} : \underline{1.00}$$

$$C_{m,z} : \underline{1.00}$$

$$C_{m,LT} : \underline{1.00}$$

χ_y, **χ_z**: Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\chi_y : \underline{0.82}$$

$$\chi_z : \underline{0.91}$$

χ_{LT}: Coeficiente de reducción por pandeo lateral.

$$\chi_{LT} : \underline{0.60}$$

λ_y, **λ_z**: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\bar{\lambda}_y : \underline{0.63}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{0.37}$$

α_y, **α_z**: Factores dependientes de la clase de la sección.

$$\alpha_y : \underline{0.60}$$

$$\alpha_z : \underline{0.60}$$

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

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $1.35 \cdot G + 1.5 \cdot V(180^\circ)H2 + 0.75 \cdot N(EI)$.

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

$$1.326 \leq 7.907$$

Donde:

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

$$V_{Ed,z} : \underline{1.326} \text{ t}$$

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

$$V_{c,Rd,z} : \underline{15.815} \text{ t}$$

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

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

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

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

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

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

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

La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$$\bar{\lambda} : \underline{0.88}$$



Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

$$\text{Clase} : \underline{2}$$

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{45.30} \text{ cm}^2$$

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

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

N_{cr} : Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

$$N_{cr} : \underline{163.667} \text{ t}$$

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$$N_{cr,y} : \underline{315.858} \text{ t}$$

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión
respecto al eje Z.

$N_{cr,z}$: 916.827 t

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$N_{cr,T}$: 163.667 t

Barra N13/N14

Perfil: HEA-180 Material: Acero (S275)						
Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)
N13	N14	6.500	45.30	2510.00	925.00	11.38
Notas: ⁽¹⁾ Inercia respecto al eje indicado ⁽²⁾ Momento de inercia a torsión uniforme						
		Pandeo		Pandeo lateral		
		Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.	
β	0.22	0.63	0.22	1.00		
L _K	1.460	4.097	1.460	6.500		
C _m	1.000	1.000	1.000	1.000		
Notación: β: Coeficiente de pandeo L _K : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos						

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \mathbf{0.018}$$



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N14, para la combinación de acciones 0.8·G+1.5·V(180°)H1.

N_{t,Ed}: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

$$\mathbf{N_{t,Ed} : 2.233 \text{ t}}$$

La resistencia de cálculo a tracción **N_{t,Rd}** viene dada por:

$$\mathbf{N_{t,Rd} = A \cdot f_{yd}}$$

$$\mathbf{N_{t,Rd} : 120.941 \text{ t}}$$

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra.

$$\mathbf{A : 45.30 \text{ cm}^2}$$

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$\mathbf{f_{yd} : 2669.77 \text{ kp/cm}^2}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

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

$$\mathbf{f_y : 2803.26 \text{ kp/cm}^2}$$

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

$$\mathbf{\gamma_{M0} : 1.05}$$

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : \mathbf{0.087}$$



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

$$\eta : \underline{0.142}$$



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N13, para la combinación de acciones $1.35 \cdot G + 0.9 \cdot V(0^\circ)H2 + 1.5 \cdot N(EI)$.

$$\mathbf{N}_{c,Ed} : \text{Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.} \quad \mathbf{N}_{c,Ed} : \underline{10.513} \text{ t}$$

La resistencia de cálculo a compresión $\mathbf{N}_{c,Rd}$ viene dada por:

$$\mathbf{N}_{c,Rd} = A \cdot f_{yd} \quad \mathbf{N}_{c,Rd} : \underline{120.941} \text{ t}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

$$\mathbf{Clase} : \underline{2}$$

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$\mathbf{A} : \underline{45.30} \text{ cm}^2$$

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$\mathbf{f}_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

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

$$\mathbf{f}_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

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

$$\mathbf{\gamma}_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo $\mathbf{N}_{b,Rd}$ en una barra comprimida viene dada por:

$$\mathbf{N}_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_{yd} \quad \mathbf{N}_{b,Rd} : \underline{73.973} \text{ t}$$

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$\mathbf{A} : \underline{45.30} \text{ cm}^2$$

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$\mathbf{f}_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

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

$$\mathbf{f}_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\mathbf{\gamma}_{M1} : \underline{1.05}$$

χ: Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - (\bar{\lambda})^2}} \leq 1$$

$$\mathbf{\chi}_y : \underline{0.82}$$

$$\mathbf{\chi}_z : \underline{0.91}$$

$$\mathbf{\chi}_T : \underline{0.61}$$

Siendo:

$$\Phi = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha \cdot (\bar{\lambda} - 0.2) + (\bar{\lambda})^2 \right]$$

$$\mathbf{\phi}_y : \underline{0.77}$$

$$\mathbf{\phi}_z : \underline{0.61}$$

$$\mathbf{\phi}_T : \underline{1.05}$$

α: Coeficiente de imperfección elástica.

$$\mathbf{\alpha}_y : \underline{0.34}$$

$$\mathbf{\alpha}_z : \underline{0.49}$$

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

N_{cr} : Axil crítico de pandeo elástico.

El axil crítico de pandeo elástico N_{cr} es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

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

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

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

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_0^2} \cdot \left[G \cdot I_t + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_w}{L_{kt}^2} \right]$$

Donde:

I_y : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.

I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.

I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.

I_w : Constante de alabeo de la sección.

E : Módulo de elasticidad.

G : Módulo de elasticidad transversal.

L_{ky} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.

L_{kz} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.

L_{kt} : Longitud efectiva de pandeo por torsión.

i_0 : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.

$$i_0 = \left(i_y^2 + i_z^2 + y_0^2 + z_0^2 \right)^{0.5}$$

Siendo:

i_y, i_z : Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.

y_0, z_0 : Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

$$\alpha_T : \underline{0.49}$$

$$\bar{\lambda}_y : \underline{0.63}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{0.37}$$

$$\bar{\lambda}_T : \underline{0.88}$$

$$N_{cr} : \underline{163.667} \text{ t}$$

$$N_{cr,y} : \underline{315.858} \text{ t}$$

$$N_{cr,z} : \underline{916.827} \text{ t}$$

$$N_{cr,T} : \underline{163.667} \text{ t}$$

$$I_y : \underline{2510.00} \text{ cm}^4$$

$$I_z : \underline{925.00} \text{ cm}^4$$

$$I_t : \underline{11.38} \text{ cm}^4$$

$$I_w : \underline{60228.71} \text{ cm}^6$$

$$E : \underline{2140673} \text{ kp/cm}^2$$

$$G : \underline{825688} \text{ kp/cm}^2$$

$$L_{ky} : \underline{4.097} \text{ m}$$

$$L_{kz} : \underline{1.460} \text{ m}$$

$$L_{kt} : \underline{6.500} \text{ m}$$

$$i_0 : \underline{8.71} \text{ cm}$$

$$i_y : \underline{7.44} \text{ cm}$$

$$i_z : \underline{4.52} \text{ cm}$$

$$y_0 : \underline{0.00} \text{ mm}$$

$$z_0 : \underline{0.00} \text{ mm}$$

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : \underline{0.490}$$



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

$$\eta : 0.759$$



Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N13, para la combinación de acciones $1.35 \cdot G + 1.5 \cdot V(0^\circ)H2 + 0.75 \cdot N(EI)$.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : 4.241 \text{ t}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N13, para la combinación de acciones $0.8 \cdot G + 1.5 \cdot V(180^\circ)H2$.

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : 3.920 \text{ t}\cdot\text{m}$$

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

$$M_{c,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$

$$M_{c,Rd} : 8.650 \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

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

$$\text{Clase} : 2$$

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

$$W_{pl,y} : 324.00 \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : 2669.77 \text{ kp/cm}^2$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

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

$$f_y : 2803.26 \text{ kp/cm}^2$$

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

$$\gamma_{M0} : 1.05$$

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

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

$$M_{b,Rd}^+ = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y}^+ \cdot f_{yd}$$

$$M_{b,Rd}^+ : 8.370 \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$M_{b,Rd}^- = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y}^- \cdot f_{yd}$$

$$M_{b,Rd}^- : 5.167 \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

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

$$W_{pl,y} : 324.00 \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : 2669.77 \text{ kp/cm}^2$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

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

$$f_y : 2803.26 \text{ kp/cm}^2$$

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

χ_{LT} : Factor de reducción por pandeo lateral.

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}} \leq 1$$

$$\chi_{LT}^+ : \underline{0.97}$$

$$\chi_{LT}^- : \underline{0.60}$$

Siendo:

$$\Phi_{LT} = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha_{LT} \cdot (\bar{\lambda}_{LT} - 0.2) + \bar{\lambda}_{LT}^2 \right]$$

$$\Phi_{LT}^+ : \underline{0.57}$$

$$\Phi_{LT}^- : \underline{1.20}$$

α_{LT} : Coeficiente de imperfección elástica.

$$\alpha_{LT} : \underline{0.21}$$

$\bar{\lambda}_{LT}$: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda}_{LT}^+ = \sqrt{\frac{W_{pl,y}^+ \cdot f_y}{M_{cr}}}$$

$$\bar{\lambda}_{LT}^+ : \underline{0.34}$$

$$\bar{\lambda}_{LT}^- = \sqrt{\frac{W_{pl,y}^- \cdot f_y}{M_{cr}}}$$

$$\bar{\lambda}_{LT}^- : \underline{1.10}$$

M_{cr} : Momento crítico elástico de pandeo lateral.

$$M_{cr}^+ : \underline{77.899} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$M_{cr}^- : \underline{7.532} \text{ t}\cdot\text{m}$$

El momento crítico elástico de pandeo lateral M_{cr} se determina según la teoría de la elasticidad:

$$M_{cr} = \sqrt{M_{LTV}^2 + M_{LTw}^2}$$

Siendo:

M_{LTV} : Componente que representa la resistencia por torsión uniforme de la barra.

$$M_{LTV} = C_1 \cdot \frac{\pi}{L_c} \cdot \sqrt{G \cdot I_t \cdot E \cdot I_z}$$

$$M_{LTV}^+ : \underline{29.355} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$M_{LTV}^- : \underline{6.594} \text{ t}\cdot\text{m}$$

M_{LTw} : Componente que representa la resistencia por torsión no uniforme de la barra.

$$M_{LTw} = W_{el,y} \cdot \frac{\pi^2 \cdot E}{L_c^2} \cdot C_1 \cdot i_{f,z}^2$$

$$M_{LTw}^+ : \underline{72.156} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$M_{LTw}^- : \underline{3.640} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Siendo:

$W_{el,y}$: Módulo resistente elástico de la sección bruta, obtenido para la fibra más comprimida.

$$W_{el,y} : \underline{293.57} \text{ cm}^3$$

I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.

$$I_z : \underline{925.00} \text{ cm}^4$$

I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.

$$I_t : \underline{11.38} \text{ cm}^4$$

E : Módulo de elasticidad.

$$E : \underline{2140673} \text{ kp/cm}^2$$

G : Módulo de elasticidad transversal.

$$G : \underline{825688} \text{ kp/cm}^2$$

L_c^+ : Longitud efectiva de pandeo lateral del ala superior.

$$L_c^+ : \underline{1.460} \text{ m}$$

L_c^- : Longitud efectiva de pandeo lateral del ala inferior.

$$L_c^- : \underline{6.500} \text{ m}$$

C_1 : Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra.

$$C_1 : \underline{1.00}$$

$i_{f,z}$: Radio de giro, respecto al eje de menor

$$i_{f,z}^+ : \underline{4.98} \text{ cm}$$

inercia de la sección, del soporte formado por el ala comprimida y la tercera parte de la zona comprimida del alma adyacente al ala comprimida.

$$i_{f,z}^- : \underline{4.98} \text{ cm}$$

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : \underline{0.274} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N13, para la combinación de acciones $0.8 \cdot G + 1.5 \cdot V(90^\circ)H1 + 0.75 \cdot N(EI)$.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{1.134} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N13, para la combinación de acciones $1.35 \cdot G + 1.5 \cdot V(270^\circ)H1$.

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{1.134} \text{ t}\cdot\text{m}$$

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

$$M_{c,Rd} = W_{pl,z} \cdot f_{yd}$$

$$M_{c,Rd} : \underline{4.145} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

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

$$\text{Clase} : \underline{2}$$

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

$$W_{pl,z} : \underline{155.27} \text{ cm}^3$$

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{vd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

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

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

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

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : \underline{0.084} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N13, para la combinación de acciones $1.35 \cdot G + 1.5 \cdot V(0^\circ)H2 + 0.75 \cdot N(EI)$.

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

$$V_{Ed} : \underline{1.326} \text{ t}$$

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

$$V_{c,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}} \quad V_{c,Rd} : \underline{15.815} \text{ t}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante. $A_v : \underline{10.26} \text{ cm}^2$

$$A_v = h \cdot t_w$$

Siendo:

h : Canto de la sección. $h : \underline{171.00} \text{ mm}$

t_w : Espesor del alma. $t_w : \underline{6.00} \text{ mm}$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. $f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$

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

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

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

$$\frac{d}{t_w} < 70 \cdot \varepsilon \quad 25.33 < 64.71$$

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma. $\lambda_w : \underline{25.33}$

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

$\lambda_{m\acute{a}x}$: Esbeltez máxima. $\lambda_{m\acute{a}x} : \underline{64.71}$

$$\lambda_{m\acute{a}x} = 70 \cdot \varepsilon$$

ε : Factor de reducción. $\varepsilon : \underline{0.92}$

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia. $f_{ref} : \underline{2395.51} \text{ kp/cm}^2$

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1 \quad \eta : \underline{0.006} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones $0.8 \cdot G + 1.5 \cdot V(90^\circ)H1 + 0.75 \cdot N(EI)$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed} : \underline{0.315} \text{ t}$

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

$$V_{c,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}} \quad V_{c,Rd} : \underline{55.768} \text{ t}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante. $A_v : \underline{36.18} \text{ cm}^2$

$$A_v = A - d \cdot t_w$$

Siendo:

A : Área de la sección bruta. $A : \underline{45.30} \text{ cm}^2$

d : Altura del alma. $d : \underline{152.00} \text{ mm}$

t_w : Espesor del alma. $t_w : \underline{6.00} \text{ mm}$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. $f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$

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

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

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

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2} \quad 1.326 \leq 7.907$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $1.35 \cdot G + 1.5 \cdot V(0^\circ)H2 + 0.75 \cdot N(EI)$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed} : \underline{1.326} \text{ t}$

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd} : \underline{15.815} \text{ t}$

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

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

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2} \quad 0.315 \leq 27.884$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $0.8 \cdot G + 1.5 \cdot V(90^\circ)H1 + 0.75 \cdot N(EI)$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed} : \underline{0.315} \text{ t}$

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd} : \underline{55.768} \text{ t}$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.474} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.790} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{y,LT} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.748} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N13, para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·V(180°)H2+0.75·N(R)1.

Donde:

N_{c,Ed}: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{c,Ed} : \underline{5.342} \text{ t}$$

M_{y,Ed}, M_{z,Ed}: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{y,Ed} : \underline{3.717} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$M_{z,Ed} : \underline{0.000} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.

$$\text{Clase} : \underline{2}$$

N_{pl,Rd}: Resistencia a compresión de la sección bruta.

$$N_{pl,Rd} : \underline{120.941} \text{ t}$$

M_{pl,Rd,y}, M_{pl,Rd,z}: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{pl,Rd,y} : \underline{8.650} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$M_{pl,Rd,z} : \underline{4.145} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

A: Área de la sección bruta.

$$A : \underline{45.30} \text{ cm}^2$$

W_{pl,y}, W_{pl,z}: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$W_{pl,y} : \underline{324.00} \text{ cm}^3$$

$$W_{pl,z} : \underline{155.27} \text{ cm}^3$$

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

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

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

k_y, k_z, k_{y,LT}: Coeficientes de interacción.

$$k_y = 1 + (\bar{\lambda}_y - 0.2) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot N_{c,Rd}}$$

$$k_y : \underline{1.02}$$

$$k_z = 1 + (2 \cdot \bar{\lambda}_z - 0.6) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}}$$

$$k_z : \underline{1.01}$$

$$k_{y,LT} = 1 - \frac{0.1 \cdot \bar{\lambda}_z}{C_{m,LT} - 0.25} \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}}$$

$$k_{y,LT} : \underline{0.97}$$

C_{m,y}, C_{m,z}, C_{m,LT}: Factores de momento flector uniforme equivalente.

$$C_{m,y} : \underline{1.00}$$

$$C_{m,z} : \underline{1.00}$$

$$C_{m,LT} : \underline{1.00}$$

χ_y, χ_z: Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\chi_y : \underline{0.82}$$

$$\chi_z : \underline{0.91}$$

χ_{LT} : Coeficiente de reducción por pandeo lateral.

$$\chi_{LT} : 0.60$$

$\bar{\lambda}_y, \bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\bar{\lambda}_y : 0.63$$

$$\bar{\lambda}_z : 0.37$$

α_y, α_z : Factores dependientes de la clase de la sección.

$$\alpha_y : 0.60$$

$$\alpha_z : 0.60$$

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

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $1.35 \cdot G + 1.5 \cdot V(0^\circ)H2 + 0.75 \cdot N(EI)$.

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

$$1.326 \leq 7.907$$

Donde:

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

$$V_{Ed,z} : 1.326 \text{ t}$$

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

$$V_{c,Rd,z} : 15.815 \text{ t}$$

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

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

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

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

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

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

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

La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$$\bar{\lambda} : 0.88$$



Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

$$\text{Clase} : 2$$

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : 45.30 \text{ cm}^2$$

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

$$f_y : 2803.26 \text{ kp/cm}^2$$

N_{cr} : Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr} : \underline{163.667} \text{ t}$$

$$N_{cr,y} : \underline{315.858} \text{ t}$$

$$N_{cr,z} : \underline{916.827} \text{ t}$$

$$N_{cr,T} : \underline{163.667} \text{ t}$$

Barra N12/N15

Perfil: IPE-300, Simple con cartelas (Cartela inicial inferior: 2.00 m. Cartela final inferior: 2.00 m.) Material: Acero (S275)									
Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas ⁽¹⁾						
Inicial	Final		Área (cm ²)	I _y ⁽²⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽²⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽³⁾ (cm ⁴)	y _a ⁽⁴⁾ (mm)	z _a ⁽⁴⁾ (mm)	
N12	N15	7.593	89.63	38461.07	905.77	25.02	0.00	144.65	
Notas: ⁽¹⁾ Las características mecánicas y el dibujo mostrados corresponden a la sección inicial del perfil (N12) ⁽²⁾ Inercia respecto al eje indicado ⁽³⁾ Momento de inercia a torsión uniforme ⁽⁴⁾ Coordenadas del centro de gravedad									
		Pandeo			Pandeo lateral				
		Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.				
β		0.19	0.00	0.19	1.00				
L _K		1.410	0.000	1.410	7.593				
C _m		1.000	1.000	1.000	1.000				
Notación: β: Coeficiente de pandeo L _K : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos									

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$

η : **0.040** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 5.594 m del nudo N12, para la combinación de acciones 0.8·G+1.5·V(0°)H1.

N_{t,Ed}: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

N_{t,Ed} : 5.705 t

La resistencia de cálculo a tracción **N_{t,Rd}** viene dada por:

$$N_{t,Rd} = A \cdot f_{yd}$$

N_{t,Rd} : 143.634 t

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra.

A : 53.80 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

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

f_y : 2803.26 kp/cm²

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

γ_{M0} : 1.05

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : \underline{0.123}$$



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

$$\eta : \underline{0.424}$$



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N12, para la combinación de acciones $1.35 \cdot G + 0.9 \cdot V(180^\circ)H2 + 1.5 \cdot N(EI)$.

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{c,Ed} : \underline{28.754} \text{ t}$$

La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

$$N_{c,Rd} = A_{ef} \cdot f_{yd}$$

$$N_{c,Rd} : \underline{233.287} \text{ t}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

$$Clase : \underline{4}$$

A_{ef} : Área de la sección eficaz para las secciones de clase 4.

$$A_{ef} : \underline{87.38} \text{ cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

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

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

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

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo $N_{b,Rd}$ en una barra comprimida viene dada por:

$$N_{b,Rd} = \chi \cdot A_{ef} \cdot f_{yd}$$

$$N_{b,Rd} : \underline{67.830} \text{ t}$$

Donde:

A_{ef} : Área de la sección eficaz para las secciones de clase 4.

$$A_{ef} : \underline{87.38} \text{ cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

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

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

χ : Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - (\bar{\lambda})^2}} \leq 1$$

$$\chi_z : \underline{0.88}$$

$$\chi_T : \underline{0.29}$$

Siendo:

$$\Phi = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha \cdot (\bar{\lambda} - 0.2) + (\bar{\lambda})^2 \right]$$

$$\phi_z : \underline{0.68}$$

α : Coeficiente de imperfección elástica.

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A_{ef} \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

N_{cr} : Axil crítico de pandeo elástico.

El axil crítico de pandeo elástico N_{cr} es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

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

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

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

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_0^2} \cdot \left[G \cdot I_t + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_w}{L_{kt}^2} \right]$$

Donde:

I_y : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.

I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.

I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.

I_w : Constante de alabeo de la sección.

E : Módulo de elasticidad.

G : Módulo de elasticidad transversal.

L_{ky} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.

L_{kz} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.

L_{kt} : Longitud efectiva de pandeo por torsión.

i_0 : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.

$$i_0 = \left(i_y^2 + i_z^2 + y_0^2 + z_0^2 \right)^{0.5}$$

Siendo:

i_y, i_z : Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.

y_0, z_0 : Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

$$\phi_T : 2.12$$

$$\alpha_z : 0.34$$

$$\alpha_T : 0.34$$

$$\bar{\lambda}_z : 0.50$$

$$\bar{\lambda}_T : 1.66$$

$$N_{cr} : 89.351 \text{ t}$$

$$N_{cr,y} : \infty$$

$$N_{cr,z} : 962.560 \text{ t}$$

$$N_{cr,T} : 89.351 \text{ t}$$

$$I_y : 38234.45 \text{ cm}^4$$

$$I_z : 905.76 \text{ cm}^4$$

$$I_t : 25.01 \text{ cm}^4$$

$$I_w : 502550.88 \text{ cm}^6$$

$$E : 2140673 \text{ kp/cm}^2$$

$$G : 825688 \text{ kp/cm}^2$$

$$L_{ky} : 0.000 \text{ m}$$

$$L_{kz} : 1.410 \text{ m}$$

$$L_{kt} : 7.593 \text{ m}$$

$$i_0 : 20.91 \text{ cm}$$

$$i_y : 20.67 \text{ cm}$$

$$i_z : 3.18 \text{ cm}$$

$$y_0 : 0.00 \text{ mm}$$

$$z_0 : 0.00 \text{ mm}$$

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : \mathbf{0.177} \quad \checkmark$$

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

$$\eta : \mathbf{0.854} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N15, para la combinación de acciones 0.8·G+1.5·V(180°)H1.

$$\mathbf{M_{Ed}^+} : \text{Momento flector solicitante de cálculo pésimo.} \quad \mathbf{M_{Ed}^+} : \underline{1.384} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N15, para la combinación de acciones 1.35·G+0.9·V(0°)H2+1.5·N(EI).

$$\mathbf{M_{Ed}^-} : \text{Momento flector solicitante de cálculo pésimo.} \quad \mathbf{M_{Ed}^-} : \underline{7.075} \text{ t}\cdot\text{m}$$

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

$$\mathbf{M_{c,Rd}} = W_{pl,y} \cdot f_{yd} \quad \mathbf{M_{c,Rd}} : \underline{40.042} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

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

$$\mathbf{Clase} : \underline{1}$$

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

$$\mathbf{W_{pl,y}} : \underline{1499.81} \text{ cm}^3$$

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

$$\mathbf{f_{yd}} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

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

$$\mathbf{f_y} : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

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

$$\mathbf{\gamma_{M0}} : \underline{1.05}$$

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

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

$$\mathbf{M_{b,Rd}^+} = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y}^+ \cdot f_{yd} \quad \mathbf{M_{b,Rd}^+} : \underline{35.925} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$\mathbf{M_{b,Rd}^-} = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y}^- \cdot f_{yd} \quad \mathbf{M_{b,Rd}^-} : \underline{8.289} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

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

$$\mathbf{W_{pl,y}} : \underline{1499.81} \text{ cm}^3$$

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

$$\mathbf{f_{yd}} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

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

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

χ_{LT} : Factor de reducción por pandeo lateral.

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}} \leq 1$$

$$\chi_{LT}^+ : \underline{0.90}$$

$$\chi_{LT}^- : \underline{0.21}$$

Siendo:

$$\Phi_{LT} = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha_{LT} \cdot (\bar{\lambda}_{LT} - 0.2) + \bar{\lambda}_{LT}^2 \right]$$

$$\Phi_{LT}^+ : \underline{0.66}$$

$$\Phi_{LT}^- : \underline{2.83}$$

α_{LT} : Coeficiente de imperfección elástica.

$$\alpha_{LT} : \underline{0.34}$$

$\bar{\lambda}_{LT}$: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda}_{LT}^+ = \sqrt{\frac{W_{pl,y}^+ \cdot f_y}{M_{cr}}}$$

$$\bar{\lambda}_{LT}^+ : \underline{0.47}$$

$$\bar{\lambda}_{LT}^- = \sqrt{\frac{W_{pl,y}^- \cdot f_y}{M_{cr}}}$$

$$\bar{\lambda}_{LT}^- : \underline{2.01}$$

M_{cr} : Momento crítico elástico de pandeo lateral.

$$M_{cr}^+ : \underline{190.186} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$M_{cr}^- : \underline{10.372} \text{ t}\cdot\text{m}$$

El momento crítico elástico de pandeo lateral M_{cr} se determina según la teoría de la elasticidad:

$$M_{cr} = \sqrt{M_{LTV}^2 + M_{LTw}^2}$$

Siendo:

M_{LTV} : Componente que representa la resistencia por torsión uniforme de la barra.

$$M_{LTV} = C_1 \cdot \frac{\pi}{L_c} \cdot \sqrt{G \cdot I_t \cdot E \cdot I_z}$$

$$M_{LTV}^+ : \underline{44.580} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$M_{LTV}^- : \underline{8.279} \text{ t}\cdot\text{m}$$

M_{LTw} : Componente que representa la resistencia por torsión no uniforme de la barra.

$$M_{LTw} = W_{el,y} \cdot \frac{\pi^2 \cdot E}{L_c^2} \cdot C_1 \cdot i_{f,z}^2$$

$$M_{LTw}^+ : \underline{184.887} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$M_{LTw}^- : \underline{6.249} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Siendo:

$W_{el,y}$: Módulo resistente elástico de la sección bruta, obtenido para la fibra más comprimida.

$$W_{el,y}^+ : \underline{1314.14} \text{ cm}^3$$

$$W_{el,y}^- : \underline{1287.95} \text{ cm}^3$$

I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.

$$I_z : \underline{905.76} \text{ cm}^4$$

I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.

$$I_t : \underline{25.01} \text{ cm}^4$$

E : Módulo de elasticidad.

$$E : \underline{2140673} \text{ kp/cm}^2$$

G : Módulo de elasticidad transversal.

$$G : \underline{825688} \text{ kp/cm}^2$$

L_c^+ : Longitud efectiva de pandeo lateral del ala superior.

$$L_c^+ : \underline{1.410} \text{ m}$$

L_c^- : Longitud efectiva de pandeo lateral del ala inferior.

$$L_c^- : \underline{7.593} \text{ m}$$

C_1 : Factor que depende de las condiciones

$$C_1 : \underline{1.00}$$

de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra.

$i_{f,z}$: Radio de giro, respecto al eje de menor inercia de la sección, del soporte formado por el ala comprimida y la tercera parte de la zona comprimida del alma adyacente al ala comprimida.

$$i_{f,z}^+ : \underline{3.64} \text{ cm}$$

$$i_{f,z}^- : \underline{3.64} \text{ cm}$$

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : \underline{0.007} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 1.999 m del nudo N12, para la combinación de acciones 0.8·G+1.5·V(90°)H1.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{0.023} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 1.999 m del nudo N12, para la combinación de acciones 0.8·G+1.5·V(270°)H1.

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{0.022} \text{ t}\cdot\text{m}$$

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

$$M_{c,Rd} = W_{pl,z} \cdot f_{yd}$$

$$M_{c,Rd} : \underline{3.307} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

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

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

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

$$W_{pl,z} : \underline{123.89} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

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

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

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

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : \underline{0.112} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 5.592 m del nudo N12, para la combinación de acciones 1.35·G+0.9·V(0°)H2+1.5·N(EI).

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed} : \underline{3.668} \text{ t}$

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

$$V_{c,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}} \quad V_{c,Rd} : \underline{32.832} \text{ t}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante. $A_v : \underline{21.30} \text{ cm}^2$

$$A_v = h \cdot t_w$$

Siendo:

h : Canto de la sección. $h : \underline{300.00} \text{ mm}$

t_w : Espesor del alma. $t_w : \underline{7.10} \text{ mm}$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. $f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$

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

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

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

$$\frac{d}{t_w} < 70 \cdot \varepsilon \quad 39.24 < 64.71$$

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma. $\lambda_w : \underline{39.24}$

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

$\lambda_{m\acute{a}x}$: Esbeltez máxima. $\lambda_{m\acute{a}x} : \underline{64.71}$

$$\lambda_{max} = 70 \cdot \varepsilon$$

ε : Factor de reducción. $\varepsilon : \underline{0.92}$

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia. $f_{ref} : \underline{2395.51} \text{ kp/cm}^2$

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1 \quad \eta < 0.001 \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 1.999 m del nudo N12, para la combinación de acciones 0.8·G+1.5·V(90°)H1.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 0.005 t

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

$$V_{c,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}} \quad V_{c,Rd} : \underline{52.437} \text{ t}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante. A_v : 34.02 cm²

$$A_v = A - d \cdot t_w$$

Siendo:

A : Área de la sección bruta. A : 53.80 cm²

d : Altura del alma. d : 278.60 mm

t_w : Espesor del alma. t_w : 7.10 mm

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 2803.26 kp/cm²

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

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

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

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2} \quad 2.645 \leq 32.165$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·G+0.9·V(0°)H2+1.5·N(R)2.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 2.645 t

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd}$: 64.329 t

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

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

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2} \quad 0.005 \leq 38.003$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 0.8·G+1.5·V(90°)H1.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 0.005 t

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd}$: 76.006 t

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1 \quad \eta : \mathbf{0.280} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1 \quad \eta : \mathbf{0.951} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{y,LT} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1 \quad \eta : \mathbf{0.959} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N15, para la combinación de acciones 1.35·G+0.9·V(0°)H2+1.5·N(EI).

Donde:

N_{c,Ed} : Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.	N_{c,Ed} : <u>24.743</u> t
M_{y,Ed} , M_{z,Ed} : Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.	M_{y,Ed} : <u>7.075</u> t·m
	M_{z,Ed} : <u>0.000</u> t·m
Clase : Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.	Clase : <u>1</u>
N_{pl,Rd} : Resistencia a compresión de la sección bruta.	N_{pl,Rd} : <u>239.011</u> t
M_{pl,Rd,y} , M_{pl,Rd,z} : Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.	M_{pl,Rd,y} : <u>40.042</u> t·m
	M_{pl,Rd,z} : <u>4.836</u> t·m

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

A : Área de la sección bruta.	A : <u>89.52</u> cm ²
W_{pl,y} , W_{pl,z} : Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.	W_{pl,y} : <u>1499.81</u> cm ³
	W_{pl,z} : <u>181.15</u> cm ³
f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.	f_{yd} : <u>2669.77</u> kp/cm ²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	f_y : <u>2803.26</u> kp/cm ²
γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.	γ_{M1} : <u>1.05</u>

k_y, **k_z**, **k_{y,LT}**: Coeficientes de interacción.

$$k_y = 1 + (\bar{\lambda}_y - 0.2) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot N_{c,Rd}} \quad k_y : \mathbf{1.00}$$

$$k_z = 1 + (2 \cdot \bar{\lambda}_z - 0.6) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}} \quad k_z : \mathbf{1.05}$$

$$k_{y,LT} = 1 - \frac{0.1 \cdot \bar{\lambda}_z}{C_{m,LT} - 0.25} \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}} \quad k_{y,LT} : \mathbf{0.99}$$

$C_{m,y}, C_{m,z}, C_{m,LT}$: Factores de momento flector uniforme equivalente.	$C_{m,y} : 1.00$
	$C_{m,z} : 1.00$
	$C_{m,LT} : 1.00$
χ_y, χ_z : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.	$\chi_y : 1.00$
	$\chi_z : 0.88$
χ_{LT} : Coeficiente de reducción por pandeo lateral.	$\chi_{LT} : 0.21$
$\bar{\lambda}_y, \bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.	$\bar{\lambda}_y : 0.00$
	$\bar{\lambda}_z : 0.51$
α_y, α_z : Factores dependientes de la clase de la sección.	$\alpha_y : 0.60$
	$\alpha_z : 0.60$

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

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $1.35 \cdot G + 0.9 \cdot V(0^\circ)H2 + 1.5 \cdot N(R)2$.

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

$$2.645 \leq 32.165$$

Donde:

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

$$V_{Ed,z} : 2.645 \text{ t}$$

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

$$V_{c,Rd,z} : 64.329 \text{ t}$$

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : 0.007 \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 5.594 m del nudo N12, para la combinación de acciones $0.8 \cdot G + 1.5 \cdot V(90^\circ)H1$.

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : 0.002 \text{ t}\cdot\text{m}$$

El momento torsor resistente de cálculo $M_{T,Rd}$ viene dado por:

$$M_{T,Rd} = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot W_T \cdot f_{yd}$$

$$M_{T,Rd} : 0.224 \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : 14.56 \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : 2669.77 \text{ kp/cm}^2$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

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

$$f_y : 2803.26 \text{ kp/cm}^2$$

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

$$\gamma_{M0} : 1.05$$

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : \underline{0.028} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 5.592 m del nudo N12, para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·V(270°)H1+0.75·N(R)2.

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

$$V_{Ed} : \underline{0.903} \text{ t}$$

M_{T,Ed}: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.001} \text{ t}\cdot\text{m}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido **V_{pl,T,Rd}** viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} = \sqrt{1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{1.25 \cdot f_{yd} / \sqrt{3}}} \cdot V_{pl,Rd}$$

$$V_{pl,T,Rd} : \underline{32.768} \text{ t}$$

Donde:

V_{pl,Rd}: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{pl,Rd} : \underline{32.832} \text{ t}$$

τ_{T,Ed}: Tensiones tangenciales por torsión.

$$\tau_{T,Ed} : \underline{7.49} \text{ kp/cm}^2$$

$$\tau_{T,Ed} = \frac{M_{T,Ed}}{W_t}$$

Siendo:

W_T: Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : \underline{14.56} \text{ cm}^3$$

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

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

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

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

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta < \underline{0.001} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 1.999 m del nudo N12, para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·V(270°)H1+0.75·N(R)2.

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

$$V_{Ed} : \underline{0.005} \text{ t}$$

M_{T,Ed}: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.000} \text{ t}\cdot\text{m}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido **V_{pl,T,Rd}** viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} = \sqrt{1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{1.25 \cdot f_{yd}/\sqrt{3}}} \cdot V_{pl,Rd}$$

$$V_{pl,T,Rd} : \underline{52.421} \text{ t}$$

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{pl,Rd} : \underline{52.437} \text{ t}$$

$\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión.

$$\tau_{T,Ed} : \underline{1.20} \text{ kp/cm}^2$$

$$\tau_{T,Ed} = \frac{M_{T,Ed}}{W_t}$$

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : \underline{14.56} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

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

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

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

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

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

La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A_{ef} \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$$\bar{\lambda} : \underline{1.66}$$



Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

$$\text{Clase} : \underline{4}$$

A_{ef} : Área de la sección eficaz para las secciones de clase 4.

$$A_{ef} : \underline{87.38} \text{ cm}^2$$

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

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

N_{cr} : Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

$$N_{cr} : \underline{89.351} \text{ t}$$

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$$N_{cr,y} : \underline{\infty}$$

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$$N_{cr,z} : \underline{962.560} \text{ t}$$

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} : \underline{89.351} \text{ t}$$

Barra N14/N15

Perfil: IPE-300, Simple con cartelas (Cartela inicial inferior: 2.00 m. Cartela final inferior: 2.00 m.) Material: Acero (S275)									
Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas ⁽¹⁾						
Inicial	Final		Área (cm ²)	I _y ⁽²⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽²⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽³⁾ (cm ⁴)	y _a ⁽⁴⁾ (mm)	z _a ⁽⁴⁾ (mm)	
N14	N15	7.593	89.63	38461.07	905.77	25.02	0.00	144.65	
Notas: ⁽¹⁾ Las características mecánicas y el dibujo mostrados corresponden a la sección inicial del perfil (N14) ⁽²⁾ Inercia respecto al eje indicado ⁽³⁾ Momento de inercia a torsión uniforme ⁽⁴⁾ Coordenadas del centro de gravedad									
		Pandeo			Pandeo lateral				
		Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.				
β		0.19	0.00	0.19	1.00				
L _K		1.410	0.000	1.410	7.593				
C _m		1.000	1.000	1.000	1.000				
Notación: β: Coeficiente de pandeo L _K : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos									

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$

η : **0.040** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 5.594 m del nudo N14, para la combinación de acciones 0.8·G+1.5·V(180°)H1.

N_{t,Ed}: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

N_{t,Ed} : 5.705 t

La resistencia de cálculo a tracción **N_{t,Rd}** viene dada por:

$$N_{t,Rd} = A \cdot f_{yd}$$

N_{t,Rd} : 143.634 t

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra.

A : 53.80 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

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

f_y : 2803.26 kp/cm²

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

γ_{M0} : 1.05

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : \underline{0.123}$$



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

$$\eta : \underline{0.424}$$



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N14, para la combinación de acciones $1.35 \cdot G + 0.9 \cdot V(0^\circ)H2 + 1.5 \cdot N(EI)$.

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{c,Ed} : \underline{28.754} \text{ t}$$

La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

$$N_{c,Rd} = A_{ef} \cdot f_{yd}$$

$$N_{c,Rd} : \underline{233.287} \text{ t}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

$$Clase : \underline{4}$$

A_{ef} : Área de la sección eficaz para las secciones de clase 4.

$$A_{ef} : \underline{87.38} \text{ cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

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

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

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

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo $N_{b,Rd}$ en una barra comprimida viene dada por:

$$N_{b,Rd} = \chi \cdot A_{ef} \cdot f_{yd}$$

$$N_{b,Rd} : \underline{67.830} \text{ t}$$

Donde:

A_{ef} : Área de la sección eficaz para las secciones de clase 4.

$$A_{ef} : \underline{87.38} \text{ cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

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

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

χ : Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - (\bar{\lambda})^2}} \leq 1$$

$$\chi_z : \underline{0.88}$$

$$\chi_T : \underline{0.29}$$

Siendo:

$$\Phi = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha \cdot (\bar{\lambda} - 0.2) + (\bar{\lambda})^2 \right]$$

$$\phi_z : \underline{0.68}$$

α : Coeficiente de imperfección elástica.

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A_{ef} \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

N_{cr} : Axil crítico de pandeo elástico.

El axil crítico de pandeo elástico N_{cr} es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

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

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

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

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_0^2} \cdot \left[G \cdot I_t + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_w}{L_{kt}^2} \right]$$

Donde:

I_y : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.

I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.

I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.

I_w : Constante de alabeo de la sección.

E : Módulo de elasticidad.

G : Módulo de elasticidad transversal.

L_{ky} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.

L_{kz} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.

L_{kt} : Longitud efectiva de pandeo por torsión.

i_0 : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.

$$i_0 = \left(i_y^2 + i_z^2 + y_0^2 + z_0^2 \right)^{0.5}$$

Siendo:

i_y, i_z : Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.

y_0, z_0 : Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

$$\phi_T : 2.12$$

$$\alpha_z : 0.34$$

$$\alpha_T : 0.34$$

$$\bar{\lambda}_z : 0.50$$

$$\bar{\lambda}_T : 1.66$$

$$N_{cr} : 89.351 \text{ t}$$

$$N_{cr,y} : \infty$$

$$N_{cr,z} : 962.560 \text{ t}$$

$$N_{cr,T} : 89.351 \text{ t}$$

$$I_y : 38234.45 \text{ cm}^4$$

$$I_z : 905.76 \text{ cm}^4$$

$$I_t : 25.01 \text{ cm}^4$$

$$I_w : 502550.88 \text{ cm}^6$$

$$E : 2140673 \text{ kp/cm}^2$$

$$G : 825688 \text{ kp/cm}^2$$

$$L_{ky} : 0.000 \text{ m}$$

$$L_{kz} : 1.410 \text{ m}$$

$$L_{kt} : 7.593 \text{ m}$$

$$i_0 : 20.91 \text{ cm}$$

$$i_y : 20.67 \text{ cm}$$

$$i_z : 3.18 \text{ cm}$$

$$y_0 : 0.00 \text{ mm}$$

$$z_0 : 0.00 \text{ mm}$$

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : \mathbf{0.177} \quad \checkmark$$

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

$$\eta : \mathbf{0.854} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N15, para la combinación de acciones 0.8·G+1.5·V(0°)H1.

$$\mathbf{M_{Ed}^+} : \text{Momento flector solicitante de cálculo pésimo.} \quad \mathbf{M_{Ed}^+} : \underline{1.384} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N15, para la combinación de acciones 1.35·G+0.9·V(180°)H2+1.5·N(EI).

$$\mathbf{M_{Ed}^-} : \text{Momento flector solicitante de cálculo pésimo.} \quad \mathbf{M_{Ed}^-} : \underline{7.075} \text{ t}\cdot\text{m}$$

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

$$\mathbf{M_{c,Rd}} = W_{pl,y} \cdot f_{yd} \quad \mathbf{M_{c,Rd}} : \underline{40.042} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

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

$$\mathbf{Clase} : \underline{1}$$

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

$$\mathbf{W_{pl,y}} : \underline{1499.81} \text{ cm}^3$$

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

$$\mathbf{f_{yd}} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

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

$$\mathbf{f_y} : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

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

$$\mathbf{\gamma_{M0}} : \underline{1.05}$$

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

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

$$\mathbf{M_{b,Rd}^+} = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y}^+ \cdot f_{yd} \quad \mathbf{M_{b,Rd}^+} : \underline{35.925} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$\mathbf{M_{b,Rd}^-} = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y}^- \cdot f_{yd} \quad \mathbf{M_{b,Rd}^-} : \underline{8.289} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

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

$$\mathbf{W_{pl,y}} : \underline{1499.81} \text{ cm}^3$$

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

$$\mathbf{f_{yd}} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

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

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

χ_{LT} : Factor de reducción por pandeo lateral.

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}} \leq 1$$

$$\chi_{LT}^+ : \underline{0.90}$$

$$\chi_{LT}^- : \underline{0.21}$$

Siendo:

$$\Phi_{LT} = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha_{LT} \cdot (\bar{\lambda}_{LT} - 0.2) + \bar{\lambda}_{LT}^2 \right]$$

$$\Phi_{LT}^+ : \underline{0.66}$$

$$\Phi_{LT}^- : \underline{2.83}$$

α_{LT} : Coeficiente de imperfección elástica.

$$\alpha_{LT} : \underline{0.34}$$

$\bar{\lambda}_{LT}$: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda}_{LT}^+ = \sqrt{\frac{W_{pl,y}^+ \cdot f_y}{M_{cr}}}$$

$$\bar{\lambda}_{LT}^+ : \underline{0.47}$$

$$\bar{\lambda}_{LT}^- = \sqrt{\frac{W_{pl,y}^- \cdot f_y}{M_{cr}}}$$

$$\bar{\lambda}_{LT}^- : \underline{2.01}$$

M_{cr} : Momento crítico elástico de pandeo lateral.

$$M_{cr}^+ : \underline{190.186} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$M_{cr}^- : \underline{10.372} \text{ t}\cdot\text{m}$$

El momento crítico elástico de pandeo lateral M_{cr} se determina según la teoría de la elasticidad:

$$M_{cr} = \sqrt{M_{LTV}^2 + M_{LTw}^2}$$

Siendo:

M_{LTV} : Componente que representa la resistencia por torsión uniforme de la barra.

$$M_{LTV} = C_1 \cdot \frac{\pi}{L_c} \cdot \sqrt{G \cdot I_t \cdot E \cdot I_z}$$

$$M_{LTV}^+ : \underline{44.580} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$M_{LTV}^- : \underline{8.279} \text{ t}\cdot\text{m}$$

M_{LTw} : Componente que representa la resistencia por torsión no uniforme de la barra.

$$M_{LTw} = W_{el,y} \cdot \frac{\pi^2 \cdot E}{L_c^2} \cdot C_1 \cdot i_{f,z}^2$$

$$M_{LTw}^+ : \underline{184.887} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$M_{LTw}^- : \underline{6.249} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Siendo:

$W_{el,y}$: Módulo resistente elástico de la sección bruta, obtenido para la fibra más comprimida.

$$W_{el,y}^+ : \underline{1314.14} \text{ cm}^3$$

$$W_{el,y}^- : \underline{1287.95} \text{ cm}^3$$

I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.

$$I_z : \underline{905.76} \text{ cm}^4$$

I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.

$$I_t : \underline{25.01} \text{ cm}^4$$

E : Módulo de elasticidad.

$$E : \underline{2140673} \text{ kp/cm}^2$$

G : Módulo de elasticidad transversal.

$$G : \underline{825688} \text{ kp/cm}^2$$

L_c^+ : Longitud efectiva de pandeo lateral del ala superior.

$$L_c^+ : \underline{1.410} \text{ m}$$

L_c^- : Longitud efectiva de pandeo lateral del ala inferior.

$$L_c^- : \underline{7.593} \text{ m}$$

C_1 : Factor que depende de las condiciones

$$C_1 : \underline{1.00}$$

de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra.

$i_{r,z}$: Radio de giro, respecto al eje de menor inercia de la sección, del soporte formado por el ala comprimida y la tercera parte de la zona comprimida del alma adyacente al ala comprimida.

$$i_{r,z}^+ : \underline{3.64} \text{ cm}$$

$$i_{r,z}^- : \underline{3.64} \text{ cm}$$

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : \underline{0.007} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 1.999 m del nudo N14, para la combinación de acciones 0.8·G+1.5·V(270°)H1.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{0.022} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 1.999 m del nudo N14, para la combinación de acciones 0.8·G+1.5·V(90°)H1.

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{0.023} \text{ t}\cdot\text{m}$$

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

$$M_{c,Rd} = W_{pl,z} \cdot f_{yd}$$

$$M_{c,Rd} : \underline{3.307} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

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

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

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

$$W_{pl,z} : \underline{123.89} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

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

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

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

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : \underline{0.112} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 5.592 m del nudo N14, para la combinación de acciones 1.35·G+0.9·V(180°)H2+1.5·N(EI).

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed} : \underline{3.668} \text{ t}$

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

$$V_{c,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}} \quad V_{c,Rd} : \underline{32.832} \text{ t}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante. $A_v : \underline{21.30} \text{ cm}^2$

$$A_v = h \cdot t_w$$

Siendo:

h : Canto de la sección. $h : \underline{300.00} \text{ mm}$

t_w : Espesor del alma. $t_w : \underline{7.10} \text{ mm}$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. $f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$

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

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

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

$$\frac{d}{t_w} < 70 \cdot \varepsilon \quad 39.24 < 64.71$$

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma. $\lambda_w : \underline{39.24}$

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

$\lambda_{m\acute{a}x}$: Esbeltez máxima. $\lambda_{m\acute{a}x} : \underline{64.71}$

$$\lambda_{max} = 70 \cdot \varepsilon$$

ε : Factor de reducción. $\varepsilon : \underline{0.92}$

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia. $f_{ref} : \underline{2395.51} \text{ kp/cm}^2$

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1 \quad \eta < 0.001 \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 1.999 m del nudo N14, para la combinación de acciones 0.8·G+1.5·V(90°)H1.

$$\mathbf{V_{Ed}}: \text{Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.} \quad \mathbf{V_{Ed}} : \underline{0.005} \text{ t}$$

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

$$\mathbf{V_{c,Rd}} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}} \quad \mathbf{V_{c,Rd}} : \underline{52.437} \text{ t}$$

Donde:

$$\mathbf{A_v}: \text{Área transversal a cortante.} \quad \mathbf{A_v} : \underline{34.02} \text{ cm}^2$$

$$\mathbf{A_v} = A - d \cdot t_w$$

Siendo:

$$\mathbf{A}: \text{Área de la sección bruta.} \quad \mathbf{A} : \underline{53.80} \text{ cm}^2$$

$$\mathbf{d}: \text{Altura del alma.} \quad \mathbf{d} : \underline{278.60} \text{ mm}$$

$$\mathbf{t_w}: \text{Espesor del alma.} \quad \mathbf{t_w} : \underline{7.10} \text{ mm}$$

$$\mathbf{f_{yd}}: \text{Resistencia de cálculo del acero.} \quad \mathbf{f_{yd}} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

$$\mathbf{f_y}: \text{Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} \quad \mathbf{f_y} : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

$$\mathbf{\gamma_{M0}}: \text{Coeficiente parcial de seguridad del material.} \quad \mathbf{\gamma_{M0}} : \underline{1.05}$$

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

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

$$\mathbf{V_{Ed}} \leq \frac{\mathbf{V_{c,Rd}}}{2} \quad \mathbf{2.645} \leq \mathbf{32.165}$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·G+0.9·V(180°)H2+1.5·N(R)1.

$$\mathbf{V_{Ed}}: \text{Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.} \quad \mathbf{V_{Ed}} : \underline{2.645} \text{ t}$$

$$\mathbf{V_{c,Rd}}: \text{Esfuerzo cortante resistente de cálculo.} \quad \mathbf{V_{c,Rd}} : \underline{64.329} \text{ t}$$

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

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

$$\mathbf{V_{Ed}} \leq \frac{\mathbf{V_{c,Rd}}}{2} \quad \mathbf{0.005} \leq \mathbf{38.003}$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 0.8·G+1.5·V(90°)H1.

$$\mathbf{V_{Ed}}: \text{Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.} \quad \mathbf{V_{Ed}} : \underline{0.005} \text{ t}$$

$$\mathbf{V_{c,Rd}}: \text{Esfuerzo cortante resistente de cálculo.} \quad \mathbf{V_{c,Rd}} : \underline{76.006} \text{ t}$$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1 \quad \eta : \mathbf{0.280} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1 \quad \eta : \mathbf{0.951} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{y,LT} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1 \quad \eta : \mathbf{0.959} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N15, para la combinación de acciones 1.35·G+0.9·V(180°)H2+1.5·N(EI).

Donde:

N_{c,Ed}: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{c,Ed} : \underline{24.743} \text{ t}$$

M_{y,Ed}, **M_{z,Ed}**: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{y,Ed} : \underline{7.075} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$M_{z,Ed}^+ : \underline{0.000} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

N_{pl,Rd}: Resistencia a compresión de la sección bruta.

$$N_{pl,Rd} : \underline{239.011} \text{ t}$$

M_{pl,Rd,y}, **M_{pl,Rd,z}**: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{pl,Rd,y} : \underline{40.042} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$M_{pl,Rd,z} : \underline{4.836} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

A: Área de la sección bruta.

$$A : \underline{89.52} \text{ cm}^2$$

W_{pl,y}, **W_{pl,z}**: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$W_{pl,y} : \underline{1499.81} \text{ cm}^3$$

$$W_{pl,z} : \underline{181.15} \text{ cm}^3$$

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

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

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

k_y, **k_z**, **k_{y,LT}**: Coeficientes de interacción.

$$k_y = 1 + (\bar{\lambda}_y - 0.2) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot N_{c,Rd}}$$

$$k_y : \underline{1.00}$$

$$k_z = 1 + (2 \cdot \bar{\lambda}_z - 0.6) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}}$$

$$k_z : \underline{1.05}$$

$$k_{y,LT} = 1 - \frac{0.1 \cdot \bar{\lambda}_z}{C_{m,LT} - 0.25} \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}}$$

$$k_{y,LT} : \underline{0.99}$$

$C_{m,y}, C_{m,z}, C_{m,LT}$: Factores de momento flector uniforme equivalente.	$C_{m,y} : 1.00$
	$C_{m,z} : 1.00$
	$C_{m,LT} : 1.00$
χ_y, χ_z : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.	$\chi_y : 1.00$
	$\chi_z : 0.88$
χ_{LT} : Coeficiente de reducción por pandeo lateral.	$\chi_{LT} : 0.21$
$\bar{\lambda}_y, \bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.	$\bar{\lambda}_y : 0.00$
	$\bar{\lambda}_z : 0.51$
α_y, α_z : Factores dependientes de la clase de la sección.	$\alpha_y : 0.60$
	$\alpha_z : 0.60$

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

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $1.35 \cdot G + 0.9 \cdot V(180^\circ)H2 + 1.5 \cdot N(R)1$.

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

$$2.645 \leq 32.165$$

Donde:

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

$$V_{Ed,z} : 2.645 \text{ t}$$

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

$$V_{c,Rd,z} : 64.329 \text{ t}$$

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : 0.007 \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 5.594 m del nudo N14, para la combinación de acciones $0.8 \cdot G + 1.5 \cdot V(90^\circ)H1$.

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : 0.002 \text{ t}\cdot\text{m}$$

El momento torsor resistente de cálculo $M_{T,Rd}$ viene dado por:

$$M_{T,Rd} = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot W_T \cdot f_{yd}$$

$$M_{T,Rd} : 0.224 \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : 14.56 \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : 2669.77 \text{ kp/cm}^2$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

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

$$f_y : 2803.26 \text{ kp/cm}^2$$

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

$$\gamma_{M0} : 1.05$$

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

Se debe satisfacer:

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

$\eta : 0.015$ ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 1.999 m del nudo N14, para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·V(270°)H1+0.75·N(R)2.

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

V_{Ed} : 0.501 t

M_{T,Ed}: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

M_{T,Ed} : 0.000 t·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido **V_{pl,T,Rd}** viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} = \sqrt{1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{1.25 \cdot f_{yd} / \sqrt{3}}} \cdot V_{pl,Rd}$$

V_{pl,T,Rd} : 32.821 t

Donde:

V_{pl,Rd}: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

V_{pl,Rd} : 32.832 t

τ_{T,Ed}: Tensiones tangenciales por torsión.

τ_{T,Ed} : 1.20 kp/cm²

$$\tau_{T,Ed} = \frac{M_{T,Ed}}{W_t}$$

Siendo:

W_T: Módulo de resistencia a torsión.

W_T : 14.56 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

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

f_y : 2803.26 kp/cm²

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

γ_{M0} : 1.05

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

Se debe satisfacer:

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

$\eta < 0.001$ ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 1.999 m del nudo N14, para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·V(270°)H1+0.75·N(R)2.

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

V_{Ed} : 0.005 t

M_{T,Ed}: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

M_{T,Ed} : 0.000 t·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido **V_{pl,T,Rd}** viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} = \sqrt{1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{1.25 \cdot f_{yd}/\sqrt{3}}} \cdot V_{pl,Rd}$$

$$V_{pl,T,Rd} : \underline{52.421} \text{ t}$$

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{pl,Rd} : \underline{52.437} \text{ t}$$

$\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión.

$$\tau_{T,Ed} : \underline{1.20} \text{ kp/cm}^2$$

$$\tau_{T,Ed} = \frac{M_{T,Ed}}{W_t}$$

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : \underline{14.56} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

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

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

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

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

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

La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A_{ef} \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$$\bar{\lambda} : \underline{1.66}$$



Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

$$\text{Clase} : \underline{4}$$

A_{ef} : Área de la sección eficaz para las secciones de clase 4.

$$A_{ef} : \underline{87.38} \text{ cm}^2$$

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

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

N_{cr} : Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

$$N_{cr} : \underline{89.351} \text{ t}$$

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$$N_{cr,y} : \underline{\infty}$$

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$$N_{cr,z} : \underline{962.560} \text{ t}$$

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} : \underline{89.351} \text{ t}$$

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

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)													Estado	
	N _t	N _c	M _y	M _z	V _z	V _y	M _y V _z	M _z V _y	NM _y M _z	NM _y M _z V _y V _z	M _t	M _t V _z	M _t V _y		$\bar{\lambda}$
N11/N12	x: 6.5 m $\eta = 1.8$	x: 0 m $\eta = 14.2$	x: 0 m $\eta = 75.9$	x: 0 m $\eta = 27.4$	x: 0 m $\eta = 8.4$	$\eta = 0.6$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 79.0$	$\eta < 0.1$	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	$\bar{\lambda} < 2.0$	CUMPLE $\eta = 79.0$
N13/N14	x: 6.5 m $\eta = 1.8$	x: 0 m $\eta = 14.2$	x: 0 m $\eta = 75.9$	x: 0 m $\eta = 27.4$	x: 0 m $\eta = 8.4$	$\eta = 0.6$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 79.0$	$\eta < 0.1$	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	$\bar{\lambda} < 2.0$	CUMPLE $\eta = 79.0$
N12/N15	x: 5.59 m $\eta = 4.0$	x: 0 m $\eta = 42.4$	x: 7.59 m $\eta = 85.4$	x: 2 m $\eta = 0.7$	x: 5.59 m $\eta = 11.2$	x: 2 m $\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 7.59 m $\eta = 95.9$	$\eta < 0.1$	x: 5.59 m $\eta = 0.7$	x: 5.59 m $\eta = 2.8$	x: 2 m $\eta < 0.1$	x: 0 m $\bar{\lambda} < 2.0$	CUMPLE $\eta = 95.9$
N14/N15	x: 5.59 m $\eta = 4.0$	x: 0 m $\eta = 42.4$	x: 7.59 m $\eta = 85.4$	x: 2 m $\eta = 0.7$	x: 5.59 m $\eta = 11.2$	x: 2 m $\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 7.59 m $\eta = 95.9$	$\eta < 0.1$	x: 5.59 m $\eta = 0.7$	x: 2 m $\eta = 1.5$	x: 2 m $\eta < 0.1$	x: 0 m $\bar{\lambda} < 2.0$	CUMPLE $\eta = 95.9$

Notación:
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_yV_z: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados
M_zV_y: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados
NM_yM_z: Resistencia a flexión y axil combinados
NM_yM_zV_yV_z: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados
M_t: Resistencia a torsión
M_tV_z: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados
M_tV_y: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados
 $\bar{\lambda}$: Limitación de esbeltez
x: Distancia al origen de la barra
 η : Coeficiente de aprovechamiento (%)
N.P.: No procede

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.

4.- PLACAS DE ANCLAJE

4.1.- Descripción

Descripción				
Referencia	Placa base	Disposición	Rigidizadores	Pernos
N11,N13	Ancho X: 400 mm Ancho Y: 350 mm Espesor: 15 mm	Posición X: Centrada Posición Y: Centrada	Paralelos X: - Paralelos Y: 2(100x0x5.0)	6Ø16 mm L=35 cm Prolongación recta

4.2.- Medición placas de anclaje

Pilares	Acero	Peso kp	Totales kp
N11, N13	S275	2 x 18.53	37.06
Totales			37.06

4.3.- Medición pernos placas de anclaje

Pilares	Pernos	Acero	Longitud m	Peso kp	Totales m	Totales kp
N11, N13	12Ø16 mm L=41 cm	B 400 S, Ys = 1.15 (corrugado)	12 x 0.41	12 x 0.65	4.93	7.78
Totales					4.93	7.78

4.4.- Comprobación de las placas de anclaje

Referencia: N11		
-Placa base: Ancho X: 400 mm Ancho Y: 350 mm Espesor: 15 mm		
-Pernos: 6Ø16 mm L=35 cm Prolongación recta		
-Disposición: Posición X: Centrada Posición Y: Centrada		
-Rigidizadores: Paralelos X: - Paralelos Y: 2(100x0x5.0)		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: 3 diámetros	Mínimo: 48 mm Calculado: 170 mm	Cumple
Separación mínima pernos-perfil: 1.5 diámetros	Mínimo: 24 mm Calculado: 60 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: 1.5 diámetros	Mínimo: 24 mm Calculado: 30 mm	Cumple
Esbeltez de rigidizadores: - Paralelos a Y:	Máximo: 50 Calculado: 46.5	Cumple

Referencia: N11 -Placa base: Ancho X: 400 mm Ancho Y: 350 mm Espesor: 15 mm -Pernos: 6Ø16 mm L=35 cm Prolongación recta -Disposición: Posición X: Centrada Posición Y: Centrada -Rigidizadores: Paralelos X: - Paralelos Y: 2(100x0x5.0)		
Comprobación	Valores	Estado
Longitud mínima del perno: <i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>	Mínimo: 19 cm Calculado: 35 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón: - Tracción: - Cortante: - Tracción + Cortante:	Máximo: 4.879 t Calculado: 4.326 t Máximo: 3.416 t Calculado: 0.221 t Máximo: 4.879 t Calculado: 4.642 t	Cumple Cumple Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 6.557 t Calculado: 4.392 t	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 4077.47 kp/cm ² Calculado: 2193.03 kp/cm ²	Cumple
Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 13.456 t Calculado: 0.221 t	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales: - Derecha: - Izquierda: - Arriba: - Abajo:	Máximo: 2803.26 kp/cm ² Calculado: 2450.07 kp/cm ² Calculado: 2497.02 kp/cm ² Calculado: 2127.2 kp/cm ² Calculado: 2437.43 kp/cm ²	Cumple Cumple Cumple Cumple
Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i>	Mínimo: 250 Calculado: 273.619 Calculado: 285.591 Calculado: 4659.98 Calculado: 4458.36	Cumple Cumple Cumple Cumple
Tensión de Von Mises local: <i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>	Máximo: 2803.26 kp/cm ² Calculado: 1767.73 kp/cm ²	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Referencia: N13 -Placa base: Ancho X: 400 mm Ancho Y: 350 mm Espesor: 15 mm -Pernos: 6Ø16 mm L=35 cm Prolongación recta -Disposición: Posición X: Centrada Posición Y: Centrada -Rigidizadores: Paralelos X: - Paralelos Y: 2(100x0x5.0)		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: <i>3 diámetros</i>	Mínimo: 48 mm Calculado: 170 mm	Cumple
Separación mínima pernos-perfil: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 24 mm Calculado: 60 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 24 mm Calculado: 30 mm	Cumple

Referencia: N13 -Placa base: Ancho X: 400 mm Ancho Y: 350 mm Espesor: 15 mm -Pernos: 6Ø16 mm L=35 cm Prolongación recta -Disposición: Posición X: Centrada Posición Y: Centrada -Rigidizadores: Paralelos X: - Paralelos Y: 2(100x0x5.0)		
Comprobación	Valores	Estado
Esbeltez de rigidizadores: - Paralelos a Y:	Máximo: 50 Calculado: 46.5	Cumple
Longitud mínima del perno: <i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>	Mínimo: 19 cm Calculado: 35 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón: - Tracción: - Cortante: - Tracción + Cortante:	Máximo: 4.879 t Calculado: 4.326 t Máximo: 3.416 t Calculado: 0.221 t Máximo: 4.879 t Calculado: 4.642 t	Cumple Cumple Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 6.557 t Calculado: 4.392 t	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 4077.47 kp/cm ² Calculado: 2193.03 kp/cm ²	Cumple
Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 13.456 t Calculado: 0.221 t	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales: - Derecha: - Izquierda: - Arriba: - Abajo:	Máximo: 2803.26 kp/cm ² Calculado: 2450.07 kp/cm ² Calculado: 2497.02 kp/cm ² Calculado: 2437.43 kp/cm ² Calculado: 2127.2 kp/cm ²	Cumple Cumple Cumple Cumple
Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i>	Mínimo: 250 Calculado: 273.619 Calculado: 285.591 Calculado: 4458.36 Calculado: 4659.98	Cumple Cumple Cumple Cumple
Tensión de Von Mises local: <i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>	Máximo: 2803.26 kp/cm ² Calculado: 1767.73 kp/cm ²	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

4.4 ASTIAL POSTERIOR

ÍNDICE

1.- <u>GEOMETRÍA</u>	32
1.1.- <u>Nudos</u>	32
1.2.- <u>Barras</u>	32
1.2.1.- <u>Materiales utilizados</u>	32
1.2.2.- <u>Descripción</u>	32
1.2.3.- <u>Características mecánicas</u>	33
1.2.4.- <u>Tabla de medición</u>	33
1.2.5.- <u>Resumen de medición</u>	33
2.- <u>CARGAS</u>	33
2.1.- <u>Barras</u>	33
3.- <u>RESULTADOS</u>	35
3.1.- <u>Nudos</u>	35
3.1.1.- <u>Desplazamientos</u>	35
3.1.2.- <u>Reacciones</u>	37
3.2.- <u>Barras</u>	37
3.2.1.- <u>Esfuerzos</u>	37
3.2.2.- <u>Resistencia</u>	42
3.2.3.- <u>Flechas</u>	43
3.2.4.- <u>Comprobaciones E.L.U. (Completo)</u>	43
4.- <u>PLACAS DE ANCLAJE</u>	90
4.1.- <u>Descripción</u>	90
4.2.- <u>Medición placas de anclaje</u>	90
4.3.- <u>Medición pernos placas de anclaje</u>	90
4.4.- <u>Comprobación de las placas de anclaje</u>	90

1.- GEOMETRÍA

1.1.- Nudos

Referencias:

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

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

D_x, D_y, D_z : Desplazamientos ligados en ejes globales.

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

Nudos												
Referencia	Coordenadas			Vinculación exterior						Vinculación interior	Ligaduras	
	X (m)	Y (m)	Z (m)	Δ_x	Δ_y	Δ_z	θ_x	θ_y	θ_z		Dx	Dy
N1	0.000	0.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado	-	-
N2	0.000	0.000	6.500	-	-	-	-	-	-	Empotrado	1	1
N3	0.000	14.800	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado	-	-
N4	0.000	14.800	6.500	-	-	-	-	-	-	Empotrado	1	1
N5	0.000	7.400	8.200	-	-	-	-	-	-	Empotrado	1	1
N32	0.000	4.900	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado	-	-
N33	0.000	9.900	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado	-	-
N34	0.000	4.900	7.626	-	-	-	-	-	-	Articulado	1	1
N35	0.000	9.900	7.626	-	-	-	-	-	-	Articulado	1	1

1.2.- Barras

1.2.1.- Materiales utilizados

Materiales utilizados							
Material		E (kp/cm ²)	ν	G (kp/cm ²)	f_y (kp/cm ²)	α_t (m/m°C)	γ (kg/dm ³)
Tipo	Designación						
Acero laminado	S275	2140672.78	0.300	825688.07	2803.26	1.2e-005	7.85
Notación: <i>E</i> : Módulo de elasticidad <i>ν</i> : Módulo de Poisson <i>G</i> : Módulo de cortadura <i>f_y</i> : Límite elástico <i>α_t</i> : Coeficiente de dilatación <i>γ</i> : Peso específico							

1.2.2.- Descripción

Descripción									
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	β_{xy}	β_{xz}	Lb _{Sup.} (m)	Lb _{Inf.} (m)
Tipo	Designación								
Acero laminado	S275	N1/N2	N1/N2	HEA-180 (HEA)	6.50	0.22	0.63	6.50	1.46
		N3/N4	N3/N4	HEA-180 (HEA)	6.50	0.22	0.63	1.46	6.50
		N2/N34	N2/N5	IPE-200 (IPE)	5.03	0.19	0.00	1.41	5.03

Descripción									
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	β_{xy}	β_{xz}	Lb _{Sup.} (m)	Lb _{Inf.} (m)
Tipo	Designación								
		N34/N5	N2/N5	IPE-200 (IPE)	2.57	0.19	0.00	1.41	2.57
		N4/N35	N4/N5	IPE-200 (IPE)	5.03	0.19	0.00	1.41	5.03
		N35/N5	N4/N5	IPE-200 (IPE)	2.57	0.19	0.00	1.41	2.57
		N32/N34	N32/N34	IPE-200 (IPE)	7.63	0.22	0.63	-	-
		N33/N35	N33/N35	IPE-200 (IPE)	7.63	0.22	0.63	-	-

Notación:
Ni: Nudo inicial
Nf: Nudo final
 β_{xy} : Coeficiente de pandeo en el plano 'XY'
 β_{xz} : Coeficiente de pandeo en el plano 'XZ'
Lb_{Sup.}: Separación entre arriostramientos del ala superior
Lb_{Inf.}: Separación entre arriostramientos del ala inferior

1.2.3.- Características mecánicas

Tipos de pieza	
Ref.	Piezas
1	N1/N2 y N3/N4
2	N2/N5, N4/N5, N32/N34 y N33/N35

Características mecánicas									
Material		Ref.	Descripción	A (cm ²)	Avy (cm ²)	Avz (cm ²)	Iyy (cm ⁴)	Izz (cm ⁴)	It (cm ⁴)
Tipo	Designación								
Acero laminado	S275	1	HEA-180, (HEA)	45.30	25.65	8.21	2510.00	925.00	11.38
		2	IPE-200, Simple con cartelas, (IPE)	28.50	12.75	9.22	1940.00	142.00	5.17

Notación:
Ref.: Referencia
A: Área de la sección transversal
Avy: Área de cortante de la sección según el eje local 'Y'
Avz: Área de cortante de la sección según el eje local 'Z'
Iyy: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Y'
Izz: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Z'
It: Inercia a torsión
Las características mecánicas de las piezas corresponden a la sección en el punto medio de las mismas.

1.2.4.- Tabla de medición

Tabla de medición						
Material		Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	Volumen (m ³)	Peso (kg)
Tipo	Designación					
Acero laminado	S275	N1/N2	HEA-180 (HEA)	6.50	0.029	231.14
		N3/N4	HEA-180 (HEA)	6.50	0.029	231.14
		N2/N5	IPE-200 (IPE)	7.59	0.022	169.87
		N4/N5	IPE-200 (IPE)	7.59	0.022	169.87
		N32/N34	IPE-200 (IPE)	7.63	0.022	170.61
		N33/N35	IPE-200 (IPE)	7.63	0.022	170.61

Notación:
Ni: Nudo inicial
Nf: Nudo final

1.2.5.- Resumen de medición

Resumen de medición					
Material	Serie	Perfil	Longitud	Volumen	Peso

Tipo	Designación			Perfil (m)	Serie (m)	Material (m)	Perfil (m³)	Serie (m³)	Material (m³)	Perfil (kg)	Serie (kg)	Material (kg)	
Acero laminado	S275	HEA	HEA-180	13.00			0.059			462.29			
			IPE-200, Simple con cartelas	30.44			0.087			680.95			
		IPE											
						43.44			0.146			1143.24	

2.- CARGAS

2.1.- Barras

Referencias:

'P1', 'P2':

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

'L1', 'L2':

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

Unidades:

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

Cargas en barras										
Barra	Hipótesis	Tipo	Valores		Posición		Dirección			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Ejes	X	Y	Z
N1/N2	Carga permanente	Uniforme	0.036	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N1/N2	Carga permanente	Uniforme	0.034	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N1/N2	Carga permanente	Faja	0.041	-	4.000	6.500	Globales	0.000	0.000	-1.000
N1/N2	V(0°) H1	Uniforme	0.201	-	-	-	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N1/N2	V(0°) H1	Uniforme	0.016	-	-	-	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N1/N2	V(0°) H1	Faja	0.169	-	4.000	6.500	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N1/N2	V(0°) H2	Uniforme	0.201	-	-	-	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N1/N2	V(0°) H2	Faja	0.169	-	4.000	6.500	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N1/N2	V(0°) H2	Uniforme	0.016	-	-	-	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N1/N2	V(90°) H1	Faja	0.046	-	4.000	6.500	Globales	0.000	-1.000	0.000
N1/N2	V(90°) H1	Faja	0.205	-	4.000	6.500	Globales	0.000	-1.000	0.000
N1/N2	V(90°) H1	Uniforme	0.132	-	-	-	Globales	1.000	0.000	0.000
N1/N2	V(180°) H1	Uniforme	0.150	-	-	-	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N1/N2	V(180°) H1	Faja	0.087	-	4.000	6.500	Globales	0.000	-1.000	0.000
N1/N2	V(180°) H2	Uniforme	0.150	-	-	-	Globales	-1.000	-0.000	-0.000

Cargas en barras										
Barra	Hipótesis	Tipo	Valores		Posición		Dirección			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Ejes	X	Y	Z
N1/N2	V(180°) H2	Faja	0.087	-	4.000	6.500	Globales	0.000	-1.000	0.000
N1/N2	V(270°) H1	Uniforme	0.058	-	-	-	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N1/N2	V(270°) H1	Faja	0.114	-	4.000	6.500	Globales	0.000	-1.000	0.000
N3/N4	Carga permanente	Uniforme	0.036	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N3/N4	Carga permanente	Uniforme	0.034	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N3/N4	Carga permanente	Faja	0.041	-	4.000	6.500	Globales	0.000	0.000	-1.000
N3/N4	V(0°) H1	Uniforme	0.150	-	-	-	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N3/N4	V(0°) H1	Faja	0.087	-	4.000	6.500	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N3/N4	V(0°) H2	Faja	0.087	-	4.000	6.500	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N3/N4	V(0°) H2	Uniforme	0.150	-	-	-	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N3/N4	V(90°) H1	Faja	0.205	-	4.000	6.500	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N3/N4	V(90°) H1	Uniforme	0.132	-	-	-	Globales	1.000	0.000	0.000
N3/N4	V(90°) H1	Faja	0.046	-	4.000	6.500	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N3/N4	V(180°) H1	Faja	0.169	-	4.000	6.500	Globales	0.000	-1.000	0.000
N3/N4	V(180°) H1	Uniforme	0.201	-	-	-	Globales	-1.000	-0.000	0.000
N3/N4	V(180°) H1	Uniforme	0.016	-	-	-	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N3/N4	V(180°) H2	Uniforme	0.201	-	-	-	Globales	-1.000	-0.000	0.000
N3/N4	V(180°) H2	Faja	0.169	-	4.000	6.500	Globales	0.000	-1.000	0.000
N3/N4	V(180°) H2	Uniforme	0.016	-	-	-	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N3/N4	V(270°) H1	Uniforme	0.058	-	-	-	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N3/N4	V(270°) H1	Faja	0.114	-	4.000	6.500	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N2/N34	Carga permanente	Uniforme	0.022	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N2/N34	Carga permanente	Triangular Izq.	0.008	-	0.000	5.028	Globales	0.000	0.000	-1.000
N2/N34	Carga permanente	Uniforme	0.043	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N2/N34	V(0°) H1	Faja	0.220	-	0.000	1.683	Globales	-0.000	-0.224	0.975
N2/N34	V(0°) H1	Faja	0.020	-	0.000	1.683	Globales	0.000	-0.224	0.975
N2/N34	V(0°) H1	Faja	0.083	-	1.682	5.028	Globales	-0.000	-0.224	0.975
N2/N34	V(0°) H1	Faja	0.038	-	0.000	1.206	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N2/N34	V(0°) H1	Faja	0.024	-	1.206	2.285	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N2/N34	V(0°) H1	Faja	0.010	-	2.285	3.365	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N2/N34	V(0°) H1	Faja	0.004	-	0.000	0.934	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N2/N34	V(0°) H1	Faja	0.005	-	0.934	2.044	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N2/N34	V(0°) H1	Faja	0.008	-	2.044	3.365	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N2/N34	V(0°) H1	Triangular Izq.	0.011	-	3.365	5.028	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N2/N34	V(0°) H2	Faja	0.033	-	0.000	1.683	Globales	0.000	0.224	-0.975
N2/N34	V(0°) H2	Faja	0.004	-	0.000	1.683	Globales	-0.000	0.224	-0.975
N2/N34	V(0°) H2	Faja	0.036	-	1.682	5.028	Globales	0.000	0.224	-0.975
N2/N34	V(0°) H2	Faja	0.004	-	0.000	0.934	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N2/N34	V(0°) H2	Faja	0.005	-	0.934	2.044	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N2/N34	V(0°) H2	Faja	0.008	-	2.044	3.365	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N2/N34	V(0°) H2	Triangular Izq.	0.011	-	3.365	5.028	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N2/N34	V(0°) H2	Faja	0.010	-	2.285	3.365	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N2/N34	V(0°) H2	Faja	0.038	-	0.000	1.206	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N2/N34	V(0°) H2	Faja	0.024	-	1.206	2.285	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N2/N34	V(90°) H1	Faja	0.135	-	0.000	3.797	Globales	-0.000	-0.224	0.975
N2/N34	V(90°) H1	Triangular Izq.	0.030	-	0.000	5.028	Globales	1.000	0.000	0.000
N2/N34	V(90°) H1	Faja	0.129	-	3.796	5.028	Globales	0.000	-0.224	0.975
N2/N34	V(90°) H1	Uniforme	0.080	-	-	-	Globales	0.000	-0.224	0.975
N2/N34	V(180°) H1	Triangular Izq.	0.034	-	0.000	5.028	Globales	-1.000	-0.000	-0.000

Cargas en barras										
Barra	Hipótesis	Tipo	Valores		Posición		Dirección			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Ejes	X	Y	Z
N2/N34	V(180°) H1	Uniforme	0.101	-	-	-	Globales	0.000	-0.224	0.975
N2/N34	V(180°) H2	Triangular Izq.	0.034	-	0.000	5.028	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N2/N34	V(180°) H2	Uniforme	0.028	-	-	-	Globales	0.000	-0.224	0.975
N2/N34	V(270°) H1	Triangular Izq.	0.013	-	0.000	5.028	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N2/N34	V(270°) H1	Uniforme	0.119	-	-	-	Globales	0.000	-0.224	0.975
N2/N34	N(EI)	Uniforme	0.355	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N2/N34	N(R) 1	Uniforme	0.178	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N2/N34	N(R) 2	Uniforme	0.355	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N34/N5	Carga permanente	Uniforme	0.022	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N34/N5	Carga permanente	Triangular Izq.	0.008	-	0.000	2.565	Globales	0.000	0.000	-1.000
N34/N5	Carga permanente	Uniforme	0.043	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N34/N5	V(0°) H1	Triangular Izq.	0.034	-	0.000	2.565	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N34/N5	V(0°) H1	Uniforme	0.083	-	-	-	Globales	-0.000	-0.224	0.975
N34/N5	V(0°) H2	Triangular Izq.	0.034	-	0.000	2.565	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N34/N5	V(0°) H2	Uniforme	0.036	-	-	-	Globales	0.000	0.224	-0.975
N34/N5	V(90°) H1	Uniforme	0.129	-	-	-	Globales	0.000	-0.224	0.975
N34/N5	V(90°) H1	Triangular Izq.	0.030	-	0.000	2.565	Globales	1.000	0.000	0.000
N34/N5	V(90°) H1	Uniforme	0.080	-	-	-	Globales	0.000	-0.224	0.975
N34/N5	V(180°) H1	Faja	0.172	-	0.882	2.565	Globales	-0.000	-0.224	0.975
N34/N5	V(180°) H1	Triangular Izq.	0.034	-	0.000	2.565	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N34/N5	V(180°) H1	Faja	0.101	-	0.000	0.882	Globales	0.000	-0.224	0.975
N34/N5	V(180°) H2	Faja	0.028	-	0.000	0.882	Globales	0.000	-0.224	0.975
N34/N5	V(180°) H2	Faja	0.028	-	0.882	2.565	Globales	-0.000	-0.224	0.975
N34/N5	V(180°) H2	Triangular Izq.	0.034	-	0.000	2.565	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N34/N5	V(270°) H1	Triangular Izq.	0.013	-	0.000	2.565	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N34/N5	V(270°) H1	Uniforme	0.119	-	-	-	Globales	0.000	-0.224	0.975
N34/N5	N(EI)	Uniforme	0.355	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N34/N5	N(R) 1	Uniforme	0.178	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N34/N5	N(R) 2	Uniforme	0.355	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N4/N35	Carga permanente	Uniforme	0.022	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N4/N35	Carga permanente	Triangular Izq.	0.008	-	0.000	5.028	Globales	0.000	0.000	-1.000
N4/N35	Carga permanente	Uniforme	0.043	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N4/N35	V(0°) H1	Uniforme	0.101	-	-	-	Globales	-0.000	0.224	0.975
N4/N35	V(0°) H1	Triangular Izq.	0.034	-	0.000	5.028	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N4/N35	V(0°) H2	Uniforme	0.028	-	-	-	Globales	-0.000	0.224	0.975
N4/N35	V(0°) H2	Triangular Izq.	0.034	-	0.000	5.028	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N4/N35	V(90°) H1	Faja	0.135	-	0.000	3.797	Globales	-0.000	0.224	0.975
N4/N35	V(90°) H1	Triangular Izq.	0.030	-	0.000	5.028	Globales	1.000	0.000	0.000
N4/N35	V(90°) H1	Faja	0.129	-	3.796	5.028	Globales	0.000	0.224	0.975
N4/N35	V(90°) H1	Uniforme	0.080	-	-	-	Globales	-0.000	0.224	0.975
N4/N35	V(180°) H1	Faja	0.010	-	2.285	3.365	Globales	-1.000	-0.000	0.000
N4/N35	V(180°) H1	Faja	0.004	-	0.000	0.934	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N4/N35	V(180°) H1	Faja	0.005	-	0.934	2.044	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N4/N35	V(180°) H1	Faja	0.008	-	2.044	3.365	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N4/N35	V(180°) H1	Triangular Izq.	0.011	-	3.365	5.028	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N4/N35	V(180°) H1	Faja	0.083	-	1.682	5.028	Globales	0.000	0.224	0.975
N4/N35	V(180°) H1	Faja	0.020	-	0.000	1.682	Globales	-0.000	0.224	0.975
N4/N35	V(180°) H1	Faja	0.220	-	0.000	1.683	Globales	-0.000	0.224	0.975
N4/N35	V(180°) H1	Faja	0.024	-	1.206	2.285	Globales	-1.000	-0.000	0.000

Cargas en barras										
Barra	Hipótesis	Tipo	Valores		Posición		Dirección			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Ejes	X	Y	Z
N4/N35	V(180°) H1	Faja	0.038	-	0.000	1.206	Globales	-1.000	-0.000	0.000
N4/N35	V(180°) H2	Faja	0.033	-	0.000	1.683	Globales	0.000	-0.224	-0.975
N4/N35	V(180°) H2	Faja	0.004	-	0.000	1.682	Globales	0.000	-0.224	-0.975
N4/N35	V(180°) H2	Faja	0.036	-	1.682	5.028	Globales	-0.000	-0.224	-0.975
N4/N35	V(180°) H2	Faja	0.038	-	0.000	1.206	Globales	-1.000	-0.000	0.000
N4/N35	V(180°) H2	Triangular Izq.	0.011	-	3.365	5.028	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N4/N35	V(180°) H2	Faja	0.008	-	2.044	3.365	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N4/N35	V(180°) H2	Faja	0.005	-	0.934	2.044	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N4/N35	V(180°) H2	Faja	0.004	-	0.000	0.934	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N4/N35	V(180°) H2	Faja	0.010	-	2.285	3.365	Globales	-1.000	-0.000	0.000
N4/N35	V(180°) H2	Faja	0.024	-	1.206	2.285	Globales	-1.000	-0.000	0.000
N4/N35	V(270°) H1	Triangular Izq.	0.013	-	0.000	5.028	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N4/N35	V(270°) H1	Uniforme	0.119	-	-	-	Globales	0.000	0.224	0.975
N4/N35	N(EI)	Uniforme	0.355	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N4/N35	N(R) 1	Uniforme	0.355	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N4/N35	N(R) 2	Uniforme	0.178	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N35/N5	Carga permanente	Uniforme	0.022	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N35/N5	Carga permanente	Triangular Izq.	0.008	-	0.000	2.565	Globales	0.000	0.000	-1.000
N35/N5	Carga permanente	Uniforme	0.043	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N35/N5	V(0°) H1	Triangular Izq.	0.034	-	0.000	2.565	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N35/N5	V(0°) H1	Faja	0.101	-	0.000	0.882	Globales	-0.000	0.224	0.975
N35/N5	V(0°) H1	Faja	0.172	-	0.882	2.565	Globales	0.000	0.224	0.975
N35/N5	V(0°) H2	Faja	0.028	-	0.882	2.565	Globales	0.000	0.224	0.975
N35/N5	V(0°) H2	Triangular Izq.	0.034	-	0.000	2.565	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N35/N5	V(0°) H2	Faja	0.028	-	0.000	0.882	Globales	-0.000	0.224	0.975
N35/N5	V(90°) H1	Uniforme	0.080	-	-	-	Globales	-0.000	0.224	0.975
N35/N5	V(90°) H1	Uniforme	0.129	-	-	-	Globales	0.000	0.224	0.975
N35/N5	V(90°) H1	Triangular Izq.	0.030	-	0.000	2.565	Globales	1.000	0.000	0.000
N35/N5	V(180°) H1	Triangular Izq.	0.034	-	0.000	2.565	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N35/N5	V(180°) H1	Uniforme	0.083	-	-	-	Globales	0.000	0.224	0.975
N35/N5	V(180°) H2	Uniforme	0.036	-	-	-	Globales	-0.000	-0.224	-0.975
N35/N5	V(180°) H2	Triangular Izq.	0.034	-	0.000	2.565	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N35/N5	V(270°) H1	Triangular Izq.	0.013	-	0.000	2.565	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N35/N5	V(270°) H1	Uniforme	0.119	-	-	-	Globales	0.000	0.224	0.975
N35/N5	N(EI)	Uniforme	0.355	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N35/N5	N(R) 1	Uniforme	0.355	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N35/N5	N(R) 2	Uniforme	0.178	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N32/N34	Carga permanente	Uniforme	0.022	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N32/N34	Carga permanente	Faja	0.068	-	0.000	6.500	Globales	0.000	0.000	-1.000
N32/N34	Carga permanente	Trapezoidal	0.068	0.034	6.500	7.626	Globales	0.000	0.000	-1.000
N32/N34	V(0°) H1	Faja	0.101	-	0.000	6.500	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N32/N34	V(0°) H1	Faja	0.077	-	6.500	6.770	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N32/N34	V(0°) H1	Faja	0.036	-	6.770	7.012	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N32/N34	V(0°) H1	Faja	0.006	-	7.012	7.254	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N32/N34	V(0°) H1	Faja	0.236	-	0.000	6.500	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N32/N34	V(0°) H1	Faja	0.235	-	6.500	6.709	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N32/N34	V(0°) H1	Faja	0.229	-	6.709	6.958	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N32/N34	V(0°) H1	Faja	0.217	-	6.958	7.253	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N32/N34	V(0°) H1	Faja	0.190	-	7.253	7.455	Globales	-1.000	-0.000	-0.000

Cargas en barras										
Barra	Hipótesis	Tipo	Valores		Posición		Dirección			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Ejes	X	Y	Z
N32/N34	V(0°) H1	Faja	0.165	-	7.455	7.626	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N32/N34	V(0°) H2	Faja	0.101	-	0.000	6.500	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N32/N34	V(0°) H2	Faja	0.077	-	6.500	6.770	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N32/N34	V(0°) H2	Faja	0.036	-	6.770	7.012	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N32/N34	V(0°) H2	Faja	0.006	-	7.012	7.254	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N32/N34	V(0°) H2	Faja	0.236	-	0.000	6.500	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N32/N34	V(0°) H2	Faja	0.235	-	6.500	6.709	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N32/N34	V(0°) H2	Faja	0.229	-	6.709	6.958	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N32/N34	V(0°) H2	Faja	0.217	-	6.958	7.253	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N32/N34	V(0°) H2	Faja	0.190	-	7.253	7.455	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N32/N34	V(0°) H2	Faja	0.165	-	7.455	7.626	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N32/N34	V(90°) H1	Faja	0.267	-	0.000	6.500	Globales	1.000	0.000	0.000
N32/N34	V(90°) H1	Trapezoidal	0.267	0.135	6.500	7.626	Globales	1.000	0.000	0.000
N32/N34	V(180°) H1	Faja	0.304	-	0.000	6.500	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N32/N34	V(180°) H1	Trapezoidal	0.304	0.153	6.500	7.626	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N32/N34	V(180°) H2	Faja	0.304	-	0.000	6.500	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N32/N34	V(180°) H2	Trapezoidal	0.304	0.153	6.500	7.626	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N32/N34	V(270°) H1	Faja	0.116	-	0.000	6.500	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N32/N34	V(270°) H1	Trapezoidal	0.116	0.059	6.500	7.626	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N33/N35	Carga permanente	Uniforme	0.022	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N33/N35	Carga permanente	Faja	0.068	-	0.000	6.500	Globales	0.000	0.000	-1.000
N33/N35	Carga permanente	Trapezoidal	0.068	0.034	6.500	7.626	Globales	0.000	0.000	-1.000
N33/N35	V(0°) H1	Faja	0.304	-	0.000	6.500	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N33/N35	V(0°) H1	Trapezoidal	0.304	0.153	6.500	7.626	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N33/N35	V(0°) H2	Faja	0.304	-	0.000	6.500	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N33/N35	V(0°) H2	Trapezoidal	0.304	0.153	6.500	7.626	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N33/N35	V(90°) H1	Faja	0.267	-	0.000	6.500	Globales	1.000	0.000	0.000
N33/N35	V(90°) H1	Trapezoidal	0.267	0.135	6.500	7.626	Globales	1.000	0.000	0.000
N33/N35	V(180°) H1	Faja	0.101	-	0.000	6.500	Globales	-1.000	-0.000	0.000
N33/N35	V(180°) H1	Faja	0.077	-	6.500	6.770	Globales	-1.000	-0.000	0.000
N33/N35	V(180°) H1	Faja	0.036	-	6.770	7.012	Globales	-1.000	-0.000	0.000
N33/N35	V(180°) H1	Faja	0.006	-	7.012	7.253	Globales	-1.000	-0.000	0.000
N33/N35	V(180°) H1	Faja	0.236	-	0.000	6.500	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N33/N35	V(180°) H1	Faja	0.235	-	6.500	6.709	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N33/N35	V(180°) H1	Faja	0.229	-	6.709	6.958	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N33/N35	V(180°) H1	Faja	0.217	-	6.958	7.254	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N33/N35	V(180°) H1	Faja	0.190	-	7.254	7.455	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N33/N35	V(180°) H1	Faja	0.165	-	7.455	7.626	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N33/N35	V(180°) H2	Faja	0.101	-	0.000	6.500	Globales	-1.000	-0.000	0.000
N33/N35	V(180°) H2	Faja	0.077	-	6.500	6.770	Globales	-1.000	-0.000	0.000
N33/N35	V(180°) H2	Faja	0.036	-	6.770	7.012	Globales	-1.000	-0.000	0.000
N33/N35	V(180°) H2	Faja	0.006	-	7.012	7.253	Globales	-1.000	-0.000	0.000
N33/N35	V(180°) H2	Faja	0.236	-	0.000	6.500	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N33/N35	V(180°) H2	Faja	0.235	-	6.500	6.709	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N33/N35	V(180°) H2	Faja	0.229	-	6.709	6.958	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N33/N35	V(180°) H2	Faja	0.217	-	6.958	7.254	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N33/N35	V(180°) H2	Faja	0.190	-	7.254	7.455	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N33/N35	V(180°) H2	Faja	0.165	-	7.455	7.626	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N33/N35	V(270°) H1	Faja	0.116	-	0.000	6.500	Globales	-1.000	-0.000	-0.000

Desplazamientos de los nudos, por hipótesis							
Referencia	Descripción	Desplazamientos en ejes globales					
		Dx (mm)	Dy (mm)	Dz (mm)	Gx (mRad)	Gy (mRad)	Gz (mRad)
	N(R) 2	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.000	0.000
N4	Carga permanente	0.001	0.000	-0.037	0.388	0.148	-0.014
	V(0°) H1	0.137	30.169	0.011	-2.238	1.310	-0.979
	V(0°) H2	0.138	37.151	-0.003	-2.319	1.314	-0.979
	V(90°) H1	32.136	0.000	0.049	-0.169	4.485	0.405
	V(180°) H1	0.137	-30.169	0.036	0.522	1.884	-1.349
	V(180°) H2	0.138	-37.151	0.004	2.019	1.888	-1.349
	V(270°) H1	-32.187	0.000	0.012	-0.199	-5.142	0.081
	N(EI)	0.004	0.000	-0.060	1.979	0.014	-0.001
	N(R) 1	0.003	-4.228	-0.058	2.275	0.012	-0.000
	N(R) 2	0.003	4.228	-0.032	0.692	0.010	-0.000
N5	Carga permanente	0.001	0.000	-0.104	-0.000	0.012	0.000
	V(0°) H1	0.137	30.169	0.109	-0.065	-0.216	0.044
	V(0°) H2	0.138	37.151	-0.009	-0.176	-0.216	0.044
	V(90°) H1	32.136	0.000	0.223	-0.000	0.542	0.000
	V(180°) H1	0.137	-30.169	0.109	0.065	-0.216	-0.044
	V(180°) H2	0.138	-37.151	-0.009	0.176	-0.216	-0.044
	V(270°) H1	-32.187	0.000	0.123	0.000	-0.524	-0.000
	N(EI)	0.004	0.000	-0.340	0.000	0.002	0.000
	N(R) 1	0.003	-4.228	-0.255	0.037	0.001	0.000
	N(R) 2	0.003	4.228	-0.255	-0.037	0.001	-0.000
N32	Carga permanente	0.000	0.000	0.000	-0.000	0.000	0.000
	V(0°) H1	0.000	0.000	0.000	-0.000	0.000	0.000
	V(0°) H2	0.000	0.000	0.000	-0.000	0.000	0.000
	V(90°) H1	0.000	0.000	0.000	-0.000	-0.000	0.000
	V(180°) H1	0.000	0.000	0.000	-0.000	0.000	0.000
	V(180°) H2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	V(270°) H1	0.000	0.000	0.000	-0.000	0.000	0.000
	N(EI)	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.000	0.000
	N(R) 1	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.000	0.000
	N(R) 2	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.000	0.000
N33	Carga permanente	0.000	0.000	0.000	-0.000	0.000	0.000
	V(0°) H1	0.000	0.000	0.000	-0.000	-0.000	0.000
	V(0°) H2	0.000	0.000	0.000	-0.000	-0.000	0.000
	V(90°) H1	0.000	0.000	0.000	-0.000	-0.000	0.000
	V(180°) H1	0.000	0.000	0.000	-0.000	0.000	0.000
	V(180°) H2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	V(270°) H1	0.000	0.000	0.000	-0.000	0.000	0.000
	N(EI)	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.000	0.000
	N(R) 1	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.000	0.000
	N(R) 2	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.000	0.000

Desplazamientos de los nudos, por hipótesis							
Referencia	Descripción	Desplazamientos en ejes globales					
		Dx (mm)	Dy (mm)	Dz (mm)	Gx (mRad)	Gy (mRad)	Gz (mRad)
N34	Carga permanente	0.001	0.000	-0.083	-	-	-
	V(0°) H1	0.137	30.169	0.049	-	-	-
	V(0°) H2	0.138	37.151	-0.038	-	-	-
	V(90°) H1	32.136	0.000	0.123	-	-	-
	V(180°) H1	0.137	-30.169	0.088	-	-	-
	V(180°) H2	0.138	-37.151	0.037	-	-	-
	V(270°) H1	-32.187	0.000	0.069	-	-	-
	N(EI)	0.004	0.000	-0.225	-	-	-
	N(R) 1	0.003	-4.228	-0.121	-	-	-
	N(R) 2	0.003	4.228	-0.217	-	-	-
N35	Carga permanente	0.001	0.000	-0.083	-	-	-
	V(0°) H1	0.137	30.169	0.088	-	-	-
	V(0°) H2	0.138	37.151	0.037	-	-	-
	V(90°) H1	32.136	0.000	0.123	-	-	-
	V(180°) H1	0.137	-30.169	0.049	-	-	-
	V(180°) H2	0.138	-37.151	-0.038	-	-	-
	V(270°) H1	-32.187	0.000	0.069	-	-	-
	N(EI)	0.004	0.000	-0.225	-	-	-
	N(R) 1	0.003	-4.228	-0.217	-	-	-
	N(R) 2	0.003	4.228	-0.121	-	-	-

3.1.1.2.- Envolventes

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	-0.000	-0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
N2	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-32.185	-41.379	-0.100	-4.682	-4.995	-0.391
		Valor máximo de la envolvente	32.141	41.379	0.012	1.931	4.647	1.364
N3	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
N4	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-32.185	-41.379	-0.100	-1.931	-4.995	-1.364
		Valor máximo de la envolvente	32.141	41.379	0.012	4.682	4.647	0.391
N5	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-32.185	-41.379	-0.454	-0.213	-0.512	-0.044
		Valor máximo de la envolvente	32.141	41.379	0.118	0.213	0.556	0.044
N32	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
N33	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
N34	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-32.185	-41.379	-0.347	-	-	-
		Valor máximo de la envolvente	32.141	41.379	0.040	-	-	-
N35	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-32.185	-41.379	-0.347	-	-	-
		Valor máximo de la envolvente	32.141	41.379	0.040	-	-	-

3.1.2.- Reacciones

Referencias:

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

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

3.1.2.1.- Hipótesis

Reacciones en los nudos, por hipótesis							
Referencia	Descripción	Reacciones en ejes globales					
		Rx (t)	Ry (t)	Rz (t)	Mx (t·m)	My (t·m)	Mz (t·m)
N1	Carga permanente	0.011	0.011	0.794	-0.024	0.024	-0.000
	V(0°) H1	0.843	-0.296	-0.532	0.911	1.055	-0.000
	V(0°) H2	0.844	-0.315	-0.064	1.016	1.056	-0.000
	V(90°) H1	-0.832	0.070	-0.733	-0.133	-2.146	0.000
	V(180°) H1	0.583	0.224	-0.162	-0.760	0.728	-0.000
	V(180°) H2	0.583	0.282	0.050	-0.951	0.729	-0.000
	V(270°) H1	0.542	0.029	-0.176	-0.053	1.783	0.000
	N(EI)	0.001	0.055	0.896	-0.120	0.002	-0.000
	N(R) 1	0.001	0.056	0.472	-0.161	0.001	-0.000
	N(R) 2	0.001	0.027	0.872	-0.019	0.002	-0.000
N3	Carga permanente	0.011	-0.011	0.794	0.024	0.024	0.000
	V(0°) H1	0.583	-0.224	-0.162	0.760	0.728	0.000
	V(0°) H2	0.583	-0.282	0.050	0.951	0.729	0.000
	V(90°) H1	-0.832	-0.070	-0.733	0.133	-2.146	-0.000
	V(180°) H1	0.843	0.296	-0.532	-0.911	1.055	0.000
	V(180°) H2	0.844	0.315	-0.064	-1.016	1.056	0.000
	V(270°) H1	0.542	-0.029	-0.176	0.053	1.783	-0.000
	N(EI)	0.001	-0.055	0.896	0.120	0.002	0.000
	N(R) 1	0.001	-0.027	0.872	0.019	0.002	0.000
	N(R) 2	0.001	-0.056	0.472	0.161	0.001	0.000
N32	Carga permanente	-0.000	0.000	1.006	0.000	-0.000	0.000
	V(0°) H1	1.597	-0.006	-0.393	0.047	2.419	0.000
	V(0°) H2	1.597	-0.008	0.307	0.058	2.419	0.000
	V(90°) H1	-1.356	0.000	-0.980	0.000	-2.607	0.000
	V(180°) H1	1.439	0.006	-0.704	-0.047	2.182	0.000
	V(180°) H2	1.439	0.008	-0.294	-0.058	2.182	0.000
	V(270°) H1	0.642	0.000	-0.551	0.000	1.525	0.000
	N(EI)	-0.000	0.000	1.802	0.000	-0.000	0.000
	N(R) 1	-0.000	0.001	0.970	-0.007	-0.000	0.000
	N(R) 2	-0.000	-0.001	1.734	0.007	-0.000	0.000
N33	Carga permanente	-0.000	0.000	1.006	0.000	-0.000	0.000
	V(0°) H1	1.439	-0.006	-0.704	0.047	2.182	0.000
	V(0°) H2	1.439	-0.008	-0.294	0.058	2.182	0.000
	V(90°) H1	-1.356	0.000	-0.980	0.000	-2.607	0.000
	V(180°) H1	1.597	0.006	-0.393	-0.047	2.419	0.000
	V(180°) H2	1.597	0.008	0.307	-0.058	2.419	0.000

Reacciones en los nudos, por hipótesis							
Referencia	Descripción	Reacciones en ejes globales					
		Rx (t)	Ry (t)	Rz (t)	Mx (t·m)	My (t·m)	Mz (t·m)
	V(270°) H1	0.642	0.000	-0.551	0.000	1.525	0.000
	N(EI)	-0.000	0.000	1.802	0.000	-0.000	0.000
	N(R) 1	-0.000	0.001	1.734	-0.007	-0.000	0.000
	N(R) 2	-0.000	-0.001	0.970	0.007	-0.000	0.000

3.1.2.2.- Envolventes

Envolventes de las reacciones en nudos									
Referencia	Combinación		Reacciones en ejes globales						
	Tipo	Descripción	Rx (t)	Ry (t)	Rz (t)	Mx (t·m)	My (t·m)	Mz (t·m)	
N1	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	-1.238	-0.461	-0.306	-1.579	-3.196	-0.000	
		Valor máximo de la envolvente	1.281	0.479	2.461	1.501	2.707	0.000	
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envolvente	-0.821	-0.304	0.060	-1.135	-2.123	-0.000	
		Valor máximo de la envolvente	0.855	0.348	1.740	0.993	1.808	0.000	
N3	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	-1.238	-0.479	-0.306	-1.501	-3.196	-0.000	
		Valor máximo de la envolvente	1.281	0.461	2.461	1.579	2.707	0.000	
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envolvente	-0.821	-0.348	0.060	-0.993	-2.123	-0.000	
		Valor máximo de la envolvente	0.855	0.304	1.740	1.135	1.808	0.000	
N32	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	-2.034	-0.012	-0.464	-0.092	-3.911	0.000	
		Valor máximo de la envolvente	2.396	0.012	4.338	0.092	3.629	0.000	
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envolvente	-1.356	-0.009	0.026	-0.065	-2.607	0.000	
		Valor máximo de la envolvente	1.597	0.009	3.116	0.065	2.419	0.000	
N33	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	-2.034	-0.012	-0.464	-0.092	-3.911	0.000	
		Valor máximo de la envolvente	2.396	0.012	4.338	0.092	3.629	0.000	
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envolvente	-1.356	-0.009	0.026	-0.065	-2.607	0.000	
		Valor máximo de la envolvente	1.597	0.009	3.116	0.065	2.419	0.000	

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

3.2.- Barras

3.2.1.- Esfuerzos

Referencias:

N: Esfuerzo axial (t)

Vy: Esfuerzo cortante según el eje local Y de la barra. (t)

Vz: Esfuerzo cortante según el eje local Z de la barra. (t)

Mt: Momento torsor (t·m)

My: Momento flector en el plano 'XZ' (giro de la sección respecto al eje local 'Y' de la barra). (t·m)

Mz: Momento flector en el plano 'XY' (giro de la sección respecto al eje local 'Z' de la barra). (t·m)

3.2.1.1.- Hipótesis

Esfuerzos en barras, por hipótesis											
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.650 m	1.625 m	2.275 m	3.250 m	4.225 m	4.875 m	5.850 m	6.500 m
N1/N2	Carga permanente	N	-0.794	-0.749	-0.681	-0.636	-0.569	-0.492	-0.421	-0.313	-0.242
		Vy	-0.011	-0.011	-0.011	-0.011	-0.011	-0.011	-0.011	-0.011	-0.011
		Vz	0.011	0.011	0.011	0.011	0.011	0.011	0.011	0.011	0.011
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My	0.024	0.016	0.006	-0.001	-0.012	-0.023	-0.030	-0.041	-0.048

Esfuerzos en barras, por hipótesis											
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.650 m	1.625 m	2.275 m	3.250 m	4.225 m	4.875 m	5.850 m	6.500 m
	V(0°) H1	Mz	-0.024	-0.016	-0.006	0.001	0.012	0.022	0.029	0.040	0.047
		N	0.532	0.532	0.532	0.532	0.532	0.532	0.532	0.532	0.532
		Vy	0.296	0.296	0.296	0.296	0.296	0.258	0.148	-0.017	-0.127
		Vz	0.843	0.702	0.490	0.349	0.137	-0.074	-0.215	-0.427	-0.568
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My	1.055	0.553	-0.028	-0.301	-0.538	-0.569	-0.475	-0.161	0.162
		Mz	0.911	0.719	0.430	0.237	-0.052	-0.336	-0.469	-0.533	-0.486
	V(0°) H2	N	0.064	0.064	0.064	0.064	0.064	0.064	0.064	0.064	0.064
		Vy	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315	0.277	0.167	0.002	-0.108
		Vz	0.844	0.702	0.491	0.349	0.138	-0.074	-0.215	-0.427	-0.568
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My	1.056	0.554	-0.028	-0.301	-0.538	-0.569	-0.476	-0.163	0.161
		Mz	1.016	0.812	0.505	0.300	-0.006	-0.309	-0.453	-0.535	-0.500
		V(90°) H1	N	0.733	0.733	0.733	0.733	0.733	0.733	0.733	0.733
	Vy		-0.070	-0.070	-0.070	-0.070	-0.070	-0.014	0.149	0.394	0.557
	Vz		-0.832	-0.747	-0.618	-0.532	-0.403	-0.274	-0.189	-0.060	0.026
	Mt		-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000
	My		-2.146	-1.633	-0.968	-0.594	-0.138	0.192	0.343	0.464	0.474
	Mz		-0.133	-0.087	-0.019	0.027	0.095	0.158	0.114	-0.151	-0.460
	V(180°) H1		N	0.162	0.162	0.162	0.162	0.162	0.162	0.162	0.162
		Vy	-0.224	-0.224	-0.224	-0.224	-0.224	-0.204	-0.147	-0.063	-0.006
		Vz	0.583	0.485	0.339	0.241	0.095	-0.052	-0.150	-0.296	-0.394
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My	0.728	0.381	-0.021	-0.209	-0.373	-0.394	-0.328	-0.111	0.113
		Mz	-0.760	-0.615	-0.397	-0.251	-0.033	0.183	0.297	0.399	0.421
		V(180°) H2	N	-0.050	-0.050	-0.050	-0.050	-0.050	-0.050	-0.050	-0.050
	Vy		-0.282	-0.282	-0.282	-0.282	-0.282	-0.262	-0.205	-0.121	-0.064
	Vz		0.583	0.486	0.339	0.241	0.095	-0.052	-0.149	-0.296	-0.393
Mt	0.000		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
My	0.729		0.381	-0.021	-0.209	-0.373	-0.394	-0.329	-0.112	0.112	
Mz	-0.951		-0.768	-0.493	-0.310	-0.036	0.237	0.388	0.547	0.607	
V(270°) H1	N		0.176	0.176	0.176	0.176	0.176	0.176	0.176	0.176	0.176
	Vy	-0.029	-0.029	-0.029	-0.029	-0.029	-0.003	0.071	0.183	0.257	
	Vz	0.542	0.505	0.449	0.411	0.355	0.299	0.262	0.206	0.168	
	Mt	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	
	My	1.783	1.442	0.977	0.697	0.324	0.005	-0.178	-0.405	-0.527	
	Mz	-0.053	-0.035	-0.007	0.012	0.040	0.065	0.042	-0.081	-0.224	
	N(EI)	N	-0.896	-0.896	-0.896	-0.896	-0.896	-0.896	-0.896	-0.896	-0.896
Vy		-0.055	-0.055	-0.055	-0.055	-0.055	-0.055	-0.055	-0.055	-0.055	
Vz		0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	
Mt		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
My		0.002	0.001	0.000	-0.000	-0.001	-0.002	-0.003	-0.004	-0.004	
Mz		-0.120	-0.084	-0.030	0.006	0.060	0.114	0.150	0.205	0.241	
N(R) 1		N	-0.472	-0.472	-0.472	-0.472	-0.472	-0.472	-0.472	-0.472	-0.472
	Vy	-0.056	-0.056	-0.056	-0.056	-0.056	-0.056	-0.056	-0.056	-0.056	
	Vz	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	
	Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
	My	0.001	0.001	0.000	-0.000	-0.001	-0.001	-0.002	-0.003	-0.003	
	Mz	-0.161	-0.124	-0.070	-0.033	0.021	0.076	0.112	0.166	0.203	
	N(R) 2	N	-0.872	-0.872	-0.872	-0.872	-0.872	-0.872	-0.872	-0.872	-0.872
Vy		-0.027	-0.027	-0.027	-0.027	-0.027	-0.027	-0.027	-0.027	-0.027	
Vz		0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	
Mt		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
My		0.002	0.001	0.000	-0.000	-0.001	-0.002	-0.002	-0.003	-0.004	
Mz		-0.019	-0.002	0.025	0.043	0.069	0.096	0.114	0.140	0.158	

Esfuerzos en barras, por hipótesis												
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.000 m	0.503 m	1.257 m	2.011 m	2.514 m	3.268 m	3.771 m	4.525 m	5.028 m	
	N(R) 1	Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.000	-0.000
		N	-0.343	-0.323	-0.293	-0.263	-0.243	-0.213	-0.193	-0.163	-0.143	
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
		Vz	-0.405	-0.318	-0.187	-0.057	0.030	0.161	0.248	0.379	0.466	
		Mt	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	
		My	-0.203	-0.021	0.169	0.261	0.268	0.196	0.093	-0.144	-0.356	
		Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.000	-0.000	
	N(R) 2	N	-0.630	-0.590	-0.530	-0.470	-0.430	-0.370	-0.330	-0.270	-0.230	
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
		Vz	-0.749	-0.575	-0.314	-0.053	0.121	0.382	0.556	0.818	0.992	
		Mt	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	
		My	-0.158	0.175	0.510	0.648	0.631	0.441	0.205	-0.313	-0.767	
		Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.000	-0.000	

Esfuerzos en barras, por hipótesis											
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.214 m	0.641 m	0.855 m	1.283 m	1.710 m	1.924 m	2.351 m	2.565 m
N34/N5	Carga permanente	N	-0.134	-0.131	-0.124	-0.121	-0.114	-0.108	-0.104	-0.098	-0.095
		Vy	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000
		Vz	-0.150	-0.135	-0.105	-0.091	-0.062	-0.033	-0.019	0.008	0.022
		Mt	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000
		My	-0.143	-0.113	-0.062	-0.041	-0.008	0.012	0.018	0.020	0.017
		Mz	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000
	V(0°) H1	N	0.319	0.319	0.319	0.319	0.319	0.319	0.319	0.319	0.319
		Vy	0.043	0.036	0.024	0.018	0.010	0.004	0.001	-0.001	-0.001
		Vz	0.161	0.143	0.108	0.090	0.055	0.019	0.002	-0.034	-0.051
		Mt	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000
		My	0.113	0.080	0.027	0.005	-0.025	-0.041	-0.044	-0.037	-0.028
		Mz	0.034	0.026	0.013	0.009	0.003	-0.000	-0.001	-0.001	-0.000
	V(0°) H2	N	0.154	0.154	0.154	0.154	0.154	0.154	0.154	0.154	0.154
		Vy	0.043	0.036	0.023	0.018	0.010	0.004	0.001	-0.001	-0.001
		Vz	-0.139	-0.131	-0.116	-0.108	-0.092	-0.077	-0.069	-0.054	-0.046
		Mt	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000
		My	-0.242	-0.213	-0.161	-0.137	-0.094	-0.058	-0.042	-0.016	-0.006
		Mz	0.034	0.026	0.013	0.009	0.003	-0.000	-0.001	-0.001	-0.000
	V(90°) H1	N	0.534	0.534	0.534	0.534	0.534	0.534	0.534	0.534	0.534
		Vy	-0.037	-0.031	-0.020	-0.016	-0.008	-0.003	-0.001	0.001	0.002
		Vz	0.414	0.369	0.280	0.235	0.146	0.056	0.012	-0.078	-0.123
		Mt	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000
		My	0.358	0.274	0.135	0.080	-0.001	-0.044	-0.052	-0.037	-0.016
		Mz	-0.030	-0.023	-0.012	-0.008	-0.003	-0.001	-0.000	-0.001	-0.001
	V(180°) H1	N	0.112	0.112	0.112	0.112	0.112	0.112	0.112	0.112	0.112
		Vy	0.040	0.033	0.021	0.016	0.007	0.001	-0.001	-0.003	-0.004
		Vz	0.331	0.309	0.266	0.244	0.173	0.099	0.063	-0.011	-0.048
		Mt	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000
		My	0.388	0.320	0.197	0.142	0.053	-0.005	-0.023	-0.034	-0.028
		Mz	0.028	0.020	0.008	0.004	-0.000	-0.002	-0.002	-0.001	-0.000
V(180°) H2	N	-0.246	-0.246	-0.246	-0.246	-0.246	-0.246	-0.246	-0.246	-0.246	
	Vy	0.040	0.033	0.021	0.016	0.007	0.001	-0.001	-0.003	-0.004	
	Vz	0.139	0.133	0.121	0.115	0.103	0.091	0.085	0.073	0.067	
	Mt	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	
	My	0.259	0.230	0.175	0.150	0.103	0.062	0.043	0.009	-0.006	
	Mz	0.028	0.020	0.008	0.004	-0.000	-0.002	-0.002	-0.001	-0.000	
V(270°) H1	N	0.290	0.290	0.290	0.290	0.290	0.290	0.290	0.290	0.290	
	Vy	0.017	0.014	0.010	0.008	0.005	0.002	0.001	0.000	0.000	

Esfuerzos en barras, por hipótesis												
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.000 m	0.503 m	1.257 m	2.011 m	2.514 m	3.268 m	3.771 m	4.525 m	5.028 m	
	V(180°) H2	Mz	-0.042	-0.008	0.023	0.034	0.031	0.019	0.006	-0.017	-0.034	
		N	-0.116	-0.116	-0.116	-0.116	-0.116	-0.116	-0.116	-0.116	-0.116	-0.116
		Vy	-0.078	-0.057	-0.026	-0.003	0.010	0.023	0.028	0.028	0.033	0.034
		Vz	0.056	0.075	0.102	0.129	0.148	0.175	0.193	0.221	0.221	0.239
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My	0.500	0.467	0.400	0.313	0.243	0.122	0.029	-0.127	-0.127	-0.242
		Mz	-0.042	-0.008	0.023	0.034	0.031	0.019	0.006	-0.017	-0.017	-0.034
	V(270°) H1	N	0.155	0.155	0.155	0.155	0.155	0.155	0.155	0.155	0.155	0.155
		Vy	-0.017	-0.011	-0.003	0.004	0.007	0.011	0.013	0.015	0.015	0.015
		Vz	0.302	0.242	0.152	0.063	0.003	-0.087	-0.146	-0.236	-0.236	-0.296
		Mt	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000
		My	0.224	0.088	-0.061	-0.142	-0.159	-0.127	-0.069	0.076	0.076	0.209
		Mz	0.006	0.013	0.018	0.018	0.015	0.008	0.002	-0.009	-0.009	-0.016
		N(EI)	N	-0.649	-0.609	-0.549	-0.489	-0.449	-0.389	-0.349	-0.289	-0.249
	Vy	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	
	Vz	-0.769	-0.595	-0.334	-0.073	0.101	0.362	0.536	0.797	0.797	0.972	
	Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
	My	-0.241	0.102	0.453	0.606	0.599	0.425	0.199	-0.304	-0.304	-0.749	
Mz	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	0.000	0.000		
N(R) 1	N	-0.630	-0.590	-0.530	-0.470	-0.430	-0.370	-0.330	-0.270	-0.230		
	Vy	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	
	Vz	-0.749	-0.575	-0.314	-0.053	0.121	0.382	0.556	0.818	0.818	0.992	
	Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
	My	-0.158	0.175	0.510	0.648	0.631	0.441	0.205	-0.313	-0.313	-0.767	
	Mz	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	0.000	0.000	
	N(R) 2	N	-0.343	-0.323	-0.293	-0.263	-0.243	-0.213	-0.193	-0.163	-0.143	
Vy	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000		
Vz	-0.405	-0.318	-0.187	-0.057	0.030	0.161	0.248	0.379	0.379	0.466		
Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
My	-0.203	-0.021	0.169	0.261	0.268	0.196	0.093	-0.144	-0.144	-0.356		
Mz	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	0.000	0.000		

Esfuerzos en barras, por hipótesis												
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.000 m	0.214 m	0.641 m	0.855 m	1.283 m	1.710 m	1.924 m	2.351 m	2.565 m	
N35/N5	Carga permanente	N	-0.134	-0.131	-0.124	-0.121	-0.114	-0.108	-0.104	-0.098	-0.095	
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
		Vz	-0.150	-0.135	-0.105	-0.091	-0.062	-0.033	-0.019	0.008	0.008	0.022
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My	-0.143	-0.113	-0.062	-0.041	-0.008	0.012	0.018	0.020	0.020	0.017
		Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		N	0.112	0.112	0.112	0.112	0.112	0.112	0.112	0.112	0.112	0.112
	Vy	-0.040	-0.033	-0.021	-0.016	-0.007	-0.001	0.001	0.003	0.003	0.004	
	Vz	0.331	0.309	0.266	0.244	0.173	0.099	0.063	-0.011	-0.011	-0.048	
	Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
	My	0.388	0.320	0.197	0.142	0.053	-0.005	-0.023	-0.034	-0.034	-0.028	
	Mz	-0.028	-0.020	-0.008	-0.004	0.000	0.002	0.002	0.001	0.001	0.000	
	V(0°) H2	N	-0.246	-0.246	-0.246	-0.246	-0.246	-0.246	-0.246	-0.246	-0.246	-0.246
		Vy	-0.040	-0.033	-0.021	-0.016	-0.007	-0.001	0.001	0.003	0.003	0.004
		Vz	0.139	0.133	0.121	0.115	0.103	0.091	0.085	0.073	0.073	0.067
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My	0.259	0.230	0.175	0.150	0.103	0.062	0.043	0.009	0.009	-0.006
		Mz	-0.028	-0.020	-0.008	-0.004	0.000	0.002	0.002	0.001	0.001	0.000
N		0.534	0.534	0.534	0.534	0.534	0.534	0.534	0.534	0.534	0.534	
Vy	0.037	0.031	0.020	0.016	0.008	0.003	0.001	-0.001	-0.001	-0.002		

Esfuerzos en barras, por hipótesis											
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.763 m	1.906 m	3.050 m	3.813 m	4.957 m	5.719 m	6.863 m	7.626 m
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	0.000
		Mz	0.007	0.006	0.005	0.004	0.003	0.002	0.002	0.001	0.000

3.2.1.2.- Envolventes

Envolventes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.650 m	1.625 m	2.275 m	3.250 m	4.225 m	4.875 m	5.850 m	6.500 m
N1/N2	Acero laminado	N _{mín}	-2.461	-2.401	-2.309	-2.249	-2.158	-2.054	-1.958	-1.813	-1.716
		N _{máx}	0.465	0.501	0.555	0.591	0.645	0.706	0.763	0.849	0.907
		Vy _{mín}	-0.479	-0.479	-0.479	-0.479	-0.479	-0.450	-0.365	-0.237	-0.247
		Vy _{máx}	0.463	0.463	0.463	0.463	0.463	0.406	0.241	0.582	0.827
		Vz _{mín}	-1.240	-1.111	-0.918	-0.789	-0.596	-0.403	-0.314	-0.632	-0.844
		Vz _{máx}	1.281	1.069	0.752	0.633	0.549	0.464	0.408	0.324	0.268
		Mt _{mín}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My _{mín}	-3.200	-2.436	-1.447	-0.893	-0.825	-0.887	-0.756	-0.666	-0.858
		My _{máx}	2.707	2.186	1.474	1.045	0.476	0.270	0.490	0.663	0.673
		Mz _{mín}	-1.579	-1.267	-0.800	-0.490	-0.068	-0.487	-0.679	-0.770	-0.712
		Mz _{máx}	1.505	1.204	0.771	0.484	0.211	0.471	0.735	1.029	1.155

Envolventes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.650 m	1.625 m	2.275 m	3.250 m	4.225 m	4.875 m	5.850 m	6.500 m
N3/N4	Acero laminado	N _{mín}	-2.461	-2.401	-2.309	-2.249	-2.158	-2.054	-1.958	-1.813	-1.716
		N _{máx}	0.465	0.501	0.555	0.591	0.645	0.706	0.763	0.849	0.907
		Vy _{mín}	-0.463	-0.463	-0.463	-0.463	-0.463	-0.406	-0.241	-0.582	-0.827
		Vy _{máx}	0.479	0.479	0.479	0.479	0.479	0.450	0.365	0.237	0.247
		Vz _{mín}	-1.240	-1.111	-0.918	-0.789	-0.596	-0.403	-0.314	-0.632	-0.844
		Vz _{máx}	1.281	1.069	0.752	0.633	0.549	0.464	0.408	0.324	0.268
		Mt _{mín}	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000
		Mt _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My _{mín}	-3.200	-2.436	-1.447	-0.893	-0.825	-0.887	-0.756	-0.666	-0.858
		My _{máx}	2.707	2.186	1.474	1.045	0.476	0.270	0.490	0.663	0.673
		Mz _{mín}	-1.505	-1.204	-0.771	-0.484	-0.211	-0.471	-0.735	-1.029	-1.155
		Mz _{máx}	1.579	1.267	0.800	0.490	0.068	0.487	0.679	0.770	0.712

Envolventes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.503 m	1.257 m	2.011 m	2.514 m	3.268 m	3.771 m	4.525 m	5.028 m
N2/N34	Acero laminado	N _{mín}	-1.300	-1.229	-1.122	-1.016	-0.946	-0.840	-0.770	-0.665	-0.595
		N _{máx}	0.183	0.190	0.199	0.209	0.215	0.224	0.230	0.239	0.245
		Vy _{mín}	-0.068	-0.047	-0.019	-0.005	-0.014	-0.034	-0.043	-0.049	-0.050
		Vy _{máx}	0.118	0.086	0.039	0.005	0.016	0.030	0.036	0.042	0.043
		Vz _{mín}	-1.450	-1.154	-0.711	-0.310	-0.242	-0.299	-0.349	-0.492	-0.624
		Vz _{máx}	0.720	0.586	0.384	0.184	0.343	0.826	1.148	1.630	1.951
		Mt _{mín}	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000
		Mt _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My _{mín}	-1.155	-0.829	-0.616	-0.510	-0.410	-0.269	-0.155	-0.662	-1.563
		My _{máx}	0.712	0.859	1.245	1.414	1.323	0.882	0.385	0.242	0.468
		Mz _{mín}	-0.014	-0.019	-0.034	-0.050	-0.047	-0.029	-0.009	-0.023	-0.045
		Mz _{máx}	0.064	0.015	0.040	0.046	0.041	0.023	0.006	0.026	0.051

Envolventes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								

			0.000 m	0.214 m	0.641 m	0.855 m	1.283 m	1.710 m	1.924 m	2.351 m	2.565 m
N34/N5	Acero laminado	N _{min}	-1.549	-1.531	-1.497	-1.479	-1.445	-1.411	-1.393	-1.359	-1.342
		N _{máx}	0.693	0.696	0.701	0.704	0.709	0.714	0.717	0.722	0.724
		Vy _{min}	-0.056	-0.046	-0.030	-0.023	-0.012	-0.004	-0.001	-0.005	-0.005
		Vy _{máx}	0.064	0.054	0.035	0.027	0.015	0.005	0.002	0.002	0.002
		Vz _{min}	-1.484	-1.346	-1.070	-0.932	-0.657	-0.383	-0.246	-0.110	-0.166
		Vz _{máx}	0.501	0.446	0.336	0.294	0.210	0.122	0.112	0.154	0.268
		Mt _{min}	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000
		Mt _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My _{min}	-1.563	-1.261	-0.746	-0.532	-0.201	-0.077	-0.063	-0.040	-0.028
		My _{máx}	0.468	0.389	0.246	0.193	0.149	0.167	0.203	0.196	0.158
		Mz _{min}	-0.045	-0.034	-0.018	-0.012	-0.005	-0.003	-0.003	-0.002	-0.001
		Mz _{máx}	0.051	0.038	0.019	0.013	0.005	0.003	0.002	0.002	0.002

Envolturas de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.503 m	1.257 m	2.011 m	2.514 m	3.268 m	3.771 m	4.525 m	5.028 m
N4/N35	Acero laminado	N _{min}	-1.300	-1.229	-1.122	-1.016	-0.946	-0.840	-0.770	-0.665	-0.595
		N _{máx}	0.183	0.190	0.199	0.209	0.215	0.224	0.230	0.239	0.245
		Vy _{min}	-0.118	-0.086	-0.039	-0.005	-0.016	-0.030	-0.036	-0.042	-0.043
		Vy _{máx}	0.068	0.047	0.019	0.005	0.014	0.034	0.043	0.049	0.050
		Vz _{min}	-1.450	-1.154	-0.711	-0.310	-0.242	-0.299	-0.349	-0.492	-0.624
		Vz _{máx}	0.720	0.586	0.384	0.184	0.343	0.826	1.148	1.630	1.951
		Mt _{min}	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000
		Mt _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My _{min}	-1.155	-0.829	-0.616	-0.510	-0.410	-0.269	-0.155	-0.662	-1.563
		My _{máx}	0.712	0.859	1.245	1.414	1.323	0.882	0.385	0.242	0.468
		Mz _{min}	-0.064	-0.015	-0.040	-0.046	-0.041	-0.023	-0.006	-0.026	-0.051
		Mz _{máx}	0.014	0.019	0.034	0.050	0.047	0.029	0.009	0.023	0.045

Envolturas de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.214 m	0.641 m	0.855 m	1.283 m	1.710 m	1.924 m	2.351 m	2.565 m
N35/N5	Acero laminado	N _{min}	-1.549	-1.531	-1.497	-1.479	-1.445	-1.411	-1.393	-1.359	-1.342
		N _{máx}	0.693	0.696	0.701	0.704	0.709	0.714	0.717	0.722	0.724
		Vy _{min}	-0.064	-0.054	-0.035	-0.027	-0.015	-0.005	-0.002	-0.002	-0.002
		Vy _{máx}	0.056	0.046	0.030	0.023	0.012	0.004	0.001	0.005	0.005
		Vz _{min}	-1.484	-1.346	-1.070	-0.932	-0.657	-0.383	-0.246	-0.110	-0.166
		Vz _{máx}	0.501	0.446	0.336	0.294	0.210	0.122	0.112	0.154	0.268
		Mt _{min}	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000
		Mt _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My _{min}	-1.563	-1.261	-0.746	-0.532	-0.201	-0.077	-0.063	-0.040	-0.028
		My _{máx}	0.468	0.389	0.246	0.193	0.149	0.167	0.203	0.196	0.158
		Mz _{min}	-0.051	-0.038	-0.019	-0.013	-0.005	-0.003	-0.002	-0.002	-0.002
		Mz _{máx}	0.045	0.034	0.018	0.012	0.005	0.003	0.003	0.002	0.001

Envolturas de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.763 m	1.906 m	3.050 m	3.813 m	4.957 m	5.719 m	6.863 m	7.626 m
N32/N34	Acero laminado	N _{min}	-4.338	-4.245	-4.106	-3.967	-3.874	-3.734	-3.641	-3.505	-3.434
		N _{máx}	0.665	0.720	0.803	0.886	0.941	1.023	1.078	1.160	1.201
		Vy _{min}	-0.012	-0.012	-0.012	-0.012	-0.012	-0.012	-0.012	-0.012	-0.012
		Vy _{máx}	0.012	0.012	0.012	0.012	0.012	0.012	0.012	0.012	0.012
		Vz _{min}	-2.034	-1.728	-1.271	-0.813	-0.507	-0.111	-0.497	-1.055	-1.293
		Vz _{máx}	2.396	2.010	1.431	0.853	0.467	0.098	0.256	0.702	0.907
		Mt _{min}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My _{min}	-3.911	-2.476	-0.761	-1.326	-1.829	-2.032	-1.800	-0.904	0.000
		My _{máx}	3.629	1.949	0.769	0.430	0.934	1.252	1.173	0.620	0.000

Envoltantes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.763 m	1.906 m	3.050 m	3.813 m	4.957 m	5.719 m	6.863 m	7.626 m
		Mz _{min}	-0.092	-0.083	-0.069	-0.055	-0.046	-0.032	-0.023	-0.009	0.000
		Mz _{máx}	0.092	0.083	0.069	0.055	0.046	0.032	0.023	0.009	0.000

Envoltantes de los esfuerzos en barras												
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.000 m	0.763 m	1.906 m	3.050 m	3.813 m	4.957 m	5.719 m	6.863 m	7.626 m	
N33/N35	Acero laminado	N _{min}	-4.338	-4.245	-4.106	-3.967	-3.874	-3.734	-3.641	-3.505	-3.434	
		N _{máx}	0.665	0.720	0.803	0.886	0.941	1.023	1.078	1.160	1.201	
		Vy _{min}	-0.012	-0.012	-0.012	-0.012	-0.012	-0.012	-0.012	-0.012	-0.012	-0.012
		Vy _{máx}	0.012	0.012	0.012	0.012	0.012	0.012	0.012	0.012	0.012	0.012
		Vz _{min}	-2.034	-1.728	-1.271	-0.813	-0.507	-0.111	-0.497	-1.055	-1.293	
		Vz _{máx}	2.396	2.010	1.431	0.853	0.467	0.098	0.256	0.702	0.907	
		Mt _{min}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My _{min}	-3.911	-2.476	-0.761	-1.326	-1.829	-2.032	-1.800	-0.904	0.000	
		My _{máx}	3.629	1.949	0.769	0.430	0.934	1.252	1.173	0.620	0.000	
		Mz _{min}	-0.092	-0.083	-0.069	-0.055	-0.046	-0.032	-0.023	-0.009	0.000	
		Mz _{máx}	0.092	0.083	0.069	0.055	0.046	0.032	0.023	0.009	0.000	

3.2.2.- Resistencia

Referencias:

N: Esfuerzo axial (t)

Vy: Esfuerzo cortante según el eje local Y de la barra. (t)

Vz: Esfuerzo cortante según el eje local Z de la barra. (t)

Mt: Momento torsor (t·m)

My: Momento flector en el plano 'XZ' (giro de la sección respecto al eje local 'Y' de la barra). (t·m)

Mz: Momento flector en el plano 'XY' (giro de la sección respecto al eje local 'Z' de la barra). (t·m)

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 (t)	Vy (t)	Vz (t)	Mt (t·m)	My (t·m)	Mz (t·m)		
N1/N2	67.63	0.000	-1.630	0.437	1.281	0.000	1.617	1.478	GV	Cumple
N3/N4	69.98	0.000	0.111	0.156	-1.239	0.000	-3.199	0.339	GV	Cumple
N2/N34	80.28	5.028	-0.567	-0.030	1.951	-0.000	-1.563	0.030	GV	Cumple
N34/N5	42.24	0.000	-1.113	0.038	-1.484	-0.000	-1.535	0.030	GV	Cumple
N4/N35	80.28	5.028	-0.567	0.030	1.951	0.000	-1.563	-0.030	GV	Cumple

Comprobación de resistencia										
Barra	η (%)	Posición (m)	Esfuerzos pésimos						Origen	Estado
			N (t)	Vy (t)	Vz (t)	Mt (t·m)	My (t·m)	Mz (t·m)		
N35/N5	42.24	0.000	-1.113	-0.038	-1.484	0.000	-1.535	-0.030	GV	Cumple
N32/N34	73.76	0.000	-3.119	0.012	2.396	0.000	3.629	0.092	GV	Cumple
N33/N35	73.76	0.000	-3.119	-0.012	2.396	0.000	3.629	-0.092	GV	Cumple

3.2.3.- Flechas

Referencias:

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

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

Flechas									
Grupo	Flecha máxima absoluta xy		Flecha máxima absoluta xz		Flecha activa absoluta xy		Flecha activa absoluta xz		
	Flecha máxima relativa xy		Flecha máxima relativa xz		Flecha activa relativa xy		Flecha activa relativa xz		
	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	
N1/N2	1.625	4.83	1.950	4.33	1.625	8.84	1.950	8.01	
	1.300	L/837.2	1.950	L/(>1000)	1.300	L/839.0	1.950	L/(>1000)	
N3/N4	1.625	4.83	1.950	4.33	1.625	8.84	1.950	8.01	
	1.300	L/837.2	1.950	L/(>1000)	1.300	L/839.0	1.950	L/(>1000)	
N2/N5	2.262	2.11	2.262	6.06	2.262	4.17	2.262	7.68	
	2.262	L/(>1000)	2.262	L/838.3	2.262	L/(>1000)	2.262	L/845.5	
N4/N5	2.262	2.11	2.262	6.06	2.262	4.17	2.262	7.68	
	2.262	L/(>1000)	2.262	L/838.3	2.262	L/(>1000)	2.262	L/845.5	
N32/N3 4	3.050	7.94	4.575	14.99	3.050	15.89	4.575	21.49	
	3.050	L/960.0	4.575	L/508.7	3.050	L/960.0	4.575	L/508.7	
N33/N3 5	3.050	7.94	4.575	14.99	3.050	15.89	4.575	21.49	
	3.050	L/960.0	4.575	L/508.7	3.050	L/960.0	4.575	L/508.7	

3.2.4.- Comprobaciones E.L.U. (Completo)

Barra N1/N2

Perfil: HEA-180
Material: Acero (S275)

	Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
	Inicial	Final		Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)
	N1	N2	6.500	45.30	2510.00	925.00	11.38
	<i>Notas:</i> ⁽¹⁾ Inercia respecto al eje indicado ⁽²⁾ Momento de inercia a torsión uniforme						
			Pandeo		Pandeo lateral		
			Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.	
β		0.22	0.63	1.00	0.22		
L _K		1.460	4.097	6.500	1.460		
C _m		1.000	1.000	1.000	1.000		
<i>Notación:</i> β: Coeficiente de pandeo L _K : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos							

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$

η : 0.007 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N2, para la combinación de acciones 0.8·G+1.5·V(90°)H1.

N_{t,Ed}: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

N_{t,Ed} : 0.907 t

La resistencia de cálculo a tracción **N_{t,Rd}** viene dada por:

$$N_{t,Rd} = A \cdot f_{yd}$$

N_{t,Rd} : 120.941 t

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra.

A : 45.30 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

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

f_y : 2803.26 kp/cm²

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

γ_{M0} : 1.05

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

Se debe satisfacer:

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

η : 0.020 ✓

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

$$\eta : \mathbf{0.033}$$



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N1, para la combinación de acciones $1.35 \cdot G + 0.9 \cdot V(180^\circ)H2 + 1.5 \cdot N(EI)$.

$$\mathbf{N_{c,Ed}}: \text{Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.} \quad \mathbf{N_{c,Ed}} : \underline{2.461} \text{ t}$$

La resistencia de cálculo a compresión $\mathbf{N_{c,Rd}}$ viene dada por:

$$\mathbf{N_{c,Rd}} = A \cdot f_{yd} \quad \mathbf{N_{c,Rd}} : \underline{120.941} \text{ t}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase :** 2

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A :** 45.30 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd} :** 2669.77 kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y :** 2803.26 kp/cm²

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

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo $\mathbf{N_{b,Rd}}$ en una barra comprimida viene dada por:

$$\mathbf{N_{b,Rd}} = \chi \cdot A \cdot f_{yd} \quad \mathbf{N_{b,Rd}} : \underline{73.973} \text{ t}$$

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A :** 45.30 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd} :** 2669.77 kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y :** 2803.26 kp/cm²

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M1} :** 1.05

χ: Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - (\bar{\lambda})^2}} \leq 1$$

$$\chi_y : \underline{0.82}$$

$$\chi_z : \underline{0.91}$$

$$\chi_T : \underline{0.61}$$

Siendo:

$$\Phi = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha \cdot (\bar{\lambda} - 0.2) + (\bar{\lambda})^2 \right]$$

α : Coeficiente de imperfección elástica.

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

N_{cr} : Axil crítico de pandeo elástico.

$$\phi_y : 0.77$$

$$\phi_z : 0.61$$

$$\phi_T : 1.05$$

$$\alpha_y : 0.34$$

$$\alpha_z : 0.49$$

$$\alpha_T : 0.49$$

$$\bar{\lambda}_y : 0.63$$

$$\bar{\lambda}_z : 0.37$$

$$\bar{\lambda}_T : 0.88$$

$$N_{cr} : 163.667 \text{ t}$$

El axil crítico de pandeo elástico N_{cr} es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$$N_{cr,y} : 315.858 \text{ t}$$

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

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$$N_{cr,z} : 916.827 \text{ t}$$

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

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} : 163.667 \text{ t}$$

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_0^2} \cdot \left[G \cdot I_t + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_w}{L_{kt}^2} \right]$$

Donde:

I_y : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.

$$I_y : 2510.00 \text{ cm}^4$$

I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.

$$I_z : 925.00 \text{ cm}^4$$

I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.

$$I_t : 11.38 \text{ cm}^4$$

I_w : Constante de alabeo de la sección.

$$I_w : 60228.71 \text{ cm}^6$$

E : Módulo de elasticidad.

$$E : 2140673 \text{ kp/cm}^2$$

G : Módulo de elasticidad transversal.

$$G : 825688 \text{ kp/cm}^2$$

L_{ky} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.

$$L_{ky} : 4.097 \text{ m}$$

L_{kz} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.

$$L_{kz} : 1.460 \text{ m}$$

L_{kt} : Longitud efectiva de pandeo por torsión.

$$L_{kt} : 6.500 \text{ m}$$

i_0 : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.

$$i_0 : 8.71 \text{ cm}$$

$$i_0 = (i_y^2 + i_z^2 + y_0^2 + z_0^2)^{0.5}$$

Siendo:

i_y, i_z : Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.

$$i_y : 7.44 \text{ cm}$$

$$i_z : 4.52 \text{ cm}$$

y_0, z_0 : Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

y_0 : 0.00 mm

z_0 : 0.00 mm

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

Se debe satisfacer:

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

η : 0.370 ✓

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

η : 0.524 ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N1, para la combinación de acciones $1.35 \cdot G + 1.5 \cdot V(270^\circ)H1 + 0.75 \cdot N(EI)$.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

M_{Ed}^+ : 2.707 t·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N1, para la combinación de acciones $0.8 \cdot G + 1.5 \cdot V(90^\circ)H1$.

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

M_{Ed}^- : 3.200 t·m

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

$$M_{c,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$: 8.650 t·m

Donde:

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

Clase: 2

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

$W_{pl,y}$: 324.00 cm³

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

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

f_y : 2803.26 kp/cm²

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

γ_{M0} : 1.05

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

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

$$M_{b,Rd}^+ = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y}^+ \cdot f_{yd}$$

$$M_{b,Rd}^+ : \underline{5.167} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$M_{b,Rd}^- = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y}^- \cdot f_{yd}$$

$$M_{b,Rd}^- : \underline{8.370} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

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

$$W_{pl,y} : \underline{324.00} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

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

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

χ_{LT} : Factor de reducción por pandeo lateral.

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}} \leq 1$$

$$\chi_{LT}^+ : \underline{0.60}$$

$$\chi_{LT}^- : \underline{0.97}$$

Siendo:

$$\Phi_{LT} = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha_{LT} \cdot (\bar{\lambda}_{LT} - 0.2) + \bar{\lambda}_{LT}^2 \right]$$

$$\Phi_{LT}^+ : \underline{1.20}$$

$$\Phi_{LT}^- : \underline{0.57}$$

α_{LT} : Coeficiente de imperfección elástica.

$$\alpha_{LT} : \underline{0.21}$$

$\bar{\lambda}_{LT}$: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda}_{LT}^+ = \sqrt{\frac{W_{pl,y}^+ \cdot f_y}{M_{cr}}}$$

$$\bar{\lambda}_{LT}^+ : \underline{1.10}$$

$$\bar{\lambda}_{LT}^- = \sqrt{\frac{W_{pl,y}^- \cdot f_y}{M_{cr}}}$$

$$\bar{\lambda}_{LT}^- : \underline{0.34}$$

M_{cr} : Momento crítico elástico de pandeo lateral.

$$M_{cr}^+ : \underline{7.532} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$M_{cr}^- : \underline{77.899} \text{ t}\cdot\text{m}$$

El momento crítico elástico de pandeo lateral M_{cr} se determina según la teoría de la elasticidad:

$$M_{cr} = \sqrt{M_{LTV}^2 + M_{LTw}^2}$$

Siendo:

M_{LTV} : Componente que representa la resistencia por torsión uniforme de la barra.

$$M_{LTV} = C_1 \cdot \frac{\pi}{L_c} \cdot \sqrt{G \cdot I_t \cdot E \cdot I_z}$$

$$M_{LTV}^+ : \underline{6.594} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$M_{LTV}^- : \underline{29.355} \text{ t}\cdot\text{m}$$

M_{LTW} : Componente que representa la resistencia por torsión no uniforme de la barra.

$$M_{LTW} = W_{el,y} \cdot \frac{\pi^2 \cdot E}{L_c^2} \cdot C_1 \cdot i_{f,z}^2$$

$$M_{LTW}^+ : \underline{3.640} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$M_{LTW}^- : \underline{72.156} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Siendo:

$W_{el,y}$: Módulo resistente elástico de la sección bruta, obtenido para la fibra más comprimida.

$$W_{el,y} : \underline{293.57} \text{ cm}^3$$

I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.

$$I_z : \underline{925.00} \text{ cm}^4$$

I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.

$$I_t : \underline{11.38} \text{ cm}^4$$

E : Módulo de elasticidad.

$$E : \underline{2140673} \text{ kp/cm}^2$$

G : Módulo de elasticidad transversal.

$$G : \underline{825688} \text{ kp/cm}^2$$

L_c^+ : Longitud efectiva de pandeo lateral del ala superior.

$$L_c^+ : \underline{6.500} \text{ m}$$

L_c^- : Longitud efectiva de pandeo lateral del ala inferior.

$$L_c^- : \underline{1.460} \text{ m}$$

C_1 : Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra.

$$C_1 : \underline{1.00}$$

$i_{f,z}$: Radio de giro, respecto al eje de menor inercia de la sección, del soporte formado por el ala comprimida y la tercera parte de la zona comprimida del alma adyacente al ala comprimida.

$$i_{f,z}^+ : \underline{4.98} \text{ cm}$$

$$i_{f,z}^- : \underline{4.98} \text{ cm}$$

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : \underline{0.381} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N1, para la combinación de acciones 0.8·G+1.5·V(0°)H2.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{1.505} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N1, para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·V(180°)H2+0.75·N(R)1.

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{1.579} \text{ t}\cdot\text{m}$$

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

$$M_{c,Rd} = W_{pl,z} \cdot f_{yd}$$

$$M_{c,Rd} : \underline{4.145} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

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

Clase : 2

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

W_{pl,z} : 155.27 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

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

f_y : 2803.26 kp/cm²

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

γ_{M0} : 1.05

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

Se debe satisfacer:

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

η : 0.081 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N1, para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·V(0°)H2+0.75·N(EI).

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

V_{Ed} : 1.281 t

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

$$V_{c,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

V_{c,Rd} : 15.815 t

Donde:

A_v: Área transversal a cortante.

A_v : 10.26 cm²

$$A_v = h \cdot t_w$$

Siendo:

h: Canto de la sección.

h : 171.00 mm

t_w: Espesor del alma.

t_w : 6.00 mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

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

f_y : 2803.26 kp/cm²

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

γ_{M0} : 1.05

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

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

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

$$25.33 < 64.71$$

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma.

$$\lambda_w : \underline{25.33}$$

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

$\lambda_{m\acute{a}x}$: Esbeltez máxima.

$$\lambda_{m\acute{a}x} : \underline{64.71}$$

$$\lambda_{m\acute{a}x} = 70 \cdot \varepsilon$$

ε : Factor de reducción.

$$\varepsilon : \underline{0.92}$$

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia.

$$f_{ref} : \underline{2395.51} \text{ kp/cm}^2$$

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

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : \underline{0.015} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N2, para la combinación de acciones 0.8·G+1.5·V(90)H1.

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

$$V_{Ed} : \underline{0.827} \text{ t}$$

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

$$V_{c,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$$V_{c,Rd} : \underline{55.768} \text{ t}$$

Donde:

A_v : rea transversal a cortante.

$$A_v : \underline{36.18} \text{ cm}^2$$

$$A_v = A - d \cdot t_w$$

Siendo:

A : rea de la sección bruta.

$$A : \underline{45.30} \text{ cm}^2$$

d : Altura del alma.

$$d : \underline{152.00} \text{ mm}$$

t_w : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{6.00} \text{ mm}$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

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

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

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

$$\gamma_{Mo} : 1.05$$

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

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

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

$$1.281 \leq 7.907$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $1.35 \cdot G + 1.5 \cdot V(0^\circ)H2 + 0.75 \cdot N(EI)$.

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

$$V_{Ed} : 1.281 \text{ t}$$

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

$$V_{c,Rd} : 15.815 \text{ t}$$

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

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

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

$$0.479 \leq 27.884$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $1.35 \cdot G + 1.5 \cdot V(180^\circ)H2 + 0.75 \cdot N(R)1$.

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

$$V_{Ed} : 0.479 \text{ t}$$

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

$$V_{c,Rd} : 55.768 \text{ t}$$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$

$$\eta : 0.557 \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

$$\eta : 0.546 \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{y,LT} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

$$\eta : 0.676 \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N1, para la combinación de acciones $1.35 \cdot G + 1.5 \cdot V(0^\circ)H2 + 0.75 \cdot N(R)2$.

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $N_{c,Ed} : 1.630 \text{ t}$
 $M_{y,Ed}, M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. $M_{y,Ed}^+ : 1.617 \text{ t}\cdot\text{m}$
 $M_{z,Ed}^+ : 1.478 \text{ t}\cdot\text{m}$
Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple. **Clase** : 2

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta. $N_{pl,Rd} : 120.941 \text{ t}$
 $M_{pl,Rd,y}, M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente. $M_{pl,Rd,y} : 8.650 \text{ t}\cdot\text{m}$
 $M_{pl,Rd,z} : 4.145 \text{ t}\cdot\text{m}$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

A: Área de la sección bruta. **A** : 45.30 cm²

$W_{pl,y}, W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. $W_{pl,y} : 324.00 \text{ cm}^3$
 $W_{pl,z} : 155.27 \text{ cm}^3$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. $f_{yd} : 2669.77 \text{ kp/cm}^2$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_y : 2803.26 \text{ kp/cm}^2$

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material. $\gamma_{M1} : 1.05$

$k_y, k_z, k_{y,LT}$: Coeficientes de interacción.

$$k_y = 1 + (\bar{\lambda}_y - 0.2) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot N_{c,Rd}} \quad k_y : \underline{1.01}$$

$$k_z = 1 + (2 \cdot \bar{\lambda}_z - 0.6) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}} \quad k_z : \underline{1.00}$$

$$k_{y,LT} = 1 - \frac{0.1 \cdot \bar{\lambda}_z}{C_{m,LT} - 0.25} \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}} \quad k_{y,LT} : \underline{0.97}$$

$C_{m,y}, C_{m,z}, C_{m,LT}$: Factores de momento flector uniforme equivalente. $C_{m,y} : 1.00$
 $C_{m,z} : 1.00$
 $C_{m,LT} : 1.00$

χ_y, χ_z : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. $\chi_y : 0.82$
 $\chi_z : 0.91$

χ_{LT} : Coeficiente de reducción por pandeo lateral. $\chi_{LT} : 0.60$

$\bar{\lambda}_y, \bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente. $\bar{\lambda}_y : 0.63$
 $\bar{\lambda}_z : 0.37$

α_y, α_z : Factores dependientes de la clase de la sección. $\alpha_y : 0.60$
 $\alpha_z : 0.60$

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

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $1.35 \cdot G + 1.5 \cdot V(0^\circ)H2 + 0.75 \cdot N(EI)$.

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

$$1.281 \leq 7.907$$

Donde:

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

$$V_{Ed,z} : 1.281 \text{ t}$$

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

$$V_{c,Rd,z} : 15.815 \text{ t}$$

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : 0.002 \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones $0.8 \cdot G + 1.5 \cdot V(0^\circ)H2$.

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : 0.000 \text{ t}\cdot\text{m}$$

El momento torsor resistente de cálculo $M_{T,Rd}$ viene dado por:

$$M_{T,Rd} = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot W_T \cdot f_{yd}$$

$$M_{T,Rd} : 0.185 \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : 11.98 \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : 2669.77 \text{ kp/cm}^2$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

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

$$f_y : 2803.26 \text{ kp/cm}^2$$

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

$$\gamma_{M0} : 1.05$$

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : 0.056 \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo p^{ésimos} se producen en el nudo N1, para la combinaci3n de acciones 1.35·G+1.5·V(180°)H2+0.75·N(R)2.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de c3lculo p^{ésimo}. **V_{Ed}** : 0.890 t

M_{T,Ed}: Momento torsor solicitante de c3lculo p^{ésimo}. **M_{T,Ed}** : 0.000 t·m

El esfuerzo cortante resistente de c3lculo reducido **V_{pl,T,Rd}** viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} = \sqrt{1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{1.25 \cdot f_{yd} / \sqrt{3}}} \cdot V_{pl,Rd} \quad V_{pl,T,Rd} : \underline{15.807} \text{ t}$$

Donde:

V_{pl,Rd}: Esfuerzo cortante resistente de c3lculo. **V_{pl,Rd}** : 15.815 t

τ_{T,Ed}: Tensiones tangenciales por torsi3n. **τ_{T,Ed}** : 1.77 kp/cm²

$$\tau_{T,Ed} = \frac{M_{T,Ed}}{W_t}$$

Siendo:

W_T: M3dulo de resistencia a torsi3n. **W_T** : 11.98 cm³

f_{yd}: Resistencia de c3lculo del acero. **f_{yd}** : 2669.77 kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: L3mite el3stico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : 2803.26 kp/cm²

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

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Art3culo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

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

η : 0.008 ✓

Los esfuerzos solicitantes de c3lculo p^{ésimos} se producen en el nudo N1, para la combinaci3n de acciones 1.35·G+1.5·V(180°)H2+0.75·N(R)2.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de c3lculo p^{ésimo}. **V_{Ed}** : 0.458 t

M_{T,Ed}: Momento torsor solicitante de c3lculo p^{ésimo}. **M_{T,Ed}** : 0.000 t·m

El esfuerzo cortante resistente de c3lculo reducido **V_{pl,T,Rd}** viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} = \sqrt{1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{1.25 \cdot f_{yd} / \sqrt{3}}} \cdot V_{pl,Rd} \quad V_{pl,T,Rd} : \underline{55.742} \text{ t}$$

Donde:

V_{pl,Rd}: Esfuerzo cortante resistente de c3lculo. **V_{pl,Rd}** : 55.768 t

τ_{T,Ed}: Tensiones tangenciales por torsi3n. **τ_{T,Ed}** : 1.77 kp/cm²

$$\tau_{T,Ed} = \frac{M_{T,Ed}}{W_t}$$

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : 11.98 \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : 2669.77 \text{ kp/cm}^2$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

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

$$f_y : 2803.26 \text{ kp/cm}^2$$

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

$$\gamma_{M0} : 1.05$$

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

La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$$\bar{\lambda} : 0.88$$



Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

$$\text{Clase} : 2$$

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : 45.30 \text{ cm}^2$$

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

$$f_y : 2803.26 \text{ kp/cm}^2$$

N_{cr} : Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

$$N_{cr} : 163.667 \text{ t}$$

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$$N_{cr,y} : 315.858 \text{ t}$$

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$$N_{cr,z} : 916.827 \text{ t}$$

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} : 163.667 \text{ t}$$

Barra N3/N4

Perfil: HEA-180						
Material: Acero (S275)						
Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)
N3	N4	6.500	45.30	2510.00	925.00	11.38
Notas: ⁽¹⁾ Inercia respecto al eje indicado ⁽²⁾ Momento de inercia a torsión uniforme						
	Pandeo		Pandeo lateral			
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.		
β	0.22	0.63	0.22	1.00		
L _K	1.460	4.097	1.460	6.500		
C _m	1.000	1.000	1.000	1.000		
Notación: β: Coeficiente de pandeo L _K : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos						

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$

η : 0.007 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N4, para la combinación de acciones 0.8·G+1.5·V(90°)H1.

N_{t,Ed}: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

N_{t,Ed} : 0.907 t

La resistencia de cálculo a tracción **N_{t,Rd}** viene dada por:

$$N_{t,Rd} = A \cdot f_{yd}$$

N_{t,Rd} : 120.941 t

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra.

A : 45.30 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

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

f_y : 2803.26 kp/cm²

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

γ_{M0} : 1.05

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : \mathbf{0.020} \quad \checkmark$$

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

$$\eta : \mathbf{0.033} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N3, para la combinación de acciones $1.35 \cdot G + 0.9 \cdot V(0^\circ)H2 + 1.5 \cdot N(EI)$.

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{c,Ed} : \underline{2.461} \text{ t}$$

La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

$$N_{c,Rd} = A \cdot f_{yd}$$

$$N_{c,Rd} : \underline{120.941} \text{ t}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

$$\mathbf{Clase} : \underline{2}$$

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{45.30} \text{ cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

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

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

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

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo $N_{b,Rd}$ en una barra comprimida viene dada por:

$$N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_{yd}$$

$$N_{b,Rd} : \underline{73.973} \text{ t}$$

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{45.30} \text{ cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

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

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

χ : Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - (\bar{\lambda})^2}} \leq 1$$

Siendo:

$$\Phi = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha \cdot (\bar{\lambda} - 0.2) + (\bar{\lambda})^2 \right]$$

α : Coeficiente de imperfección elástica.

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

N_{cr} : Axil crítico de pandeo elástico.

$$\chi_y : 0.82$$

$$\chi_z : 0.91$$

$$\chi_T : 0.61$$

$$\phi_y : 0.77$$

$$\phi_z : 0.61$$

$$\phi_T : 1.05$$

$$\alpha_y : 0.34$$

$$\alpha_z : 0.49$$

$$\alpha_T : 0.49$$

$$\bar{\lambda}_y : 0.63$$

$$\bar{\lambda}_z : 0.37$$

$$\bar{\lambda}_T : 0.88$$

$$N_{cr} : 163.667 \text{ t}$$

El axil crítico de pandeo elástico N_{cr} es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$$N_{cr,y} : 315.858 \text{ t}$$

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

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$$N_{cr,z} : 916.827 \text{ t}$$

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

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} : 163.667 \text{ t}$$

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_0^2} \cdot \left[G \cdot I_t + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_w}{L_{kt}^2} \right]$$

Donde:

I_y : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.

$$I_y : 2510.00 \text{ cm}^4$$

I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.

$$I_z : 925.00 \text{ cm}^4$$

I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.

$$I_t : 11.38 \text{ cm}^4$$

I_w : Constante de alabeo de la sección.

$$I_w : 60228.71 \text{ cm}^6$$

E : Módulo de elasticidad.

$$E : 2140673 \text{ kp/cm}^2$$

G : Módulo de elasticidad transversal.

$$G : 825688 \text{ kp/cm}^2$$

L_{ky} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.

$$L_{ky} : 4.097 \text{ m}$$

L_{kz} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.

$$L_{kz} : 1.460 \text{ m}$$

L_{kt} : Longitud efectiva de pandeo por torsión.

$$L_{kt} : 6.500 \text{ m}$$

i_0 : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.

$$i_0 : 8.71 \text{ cm}$$

$$i_0 = \left(i_y^2 + i_z^2 + y_0^2 + z_0^2 \right)^{0.5}$$

Siendo:

i_y, i_z : Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.

$$i_y : \underline{7.44} \text{ cm}$$

$$i_z : \underline{4.52} \text{ cm}$$

y_0, z_0 : Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

$$y_0 : \underline{0.00} \text{ mm}$$

$$z_0 : \underline{0.00} \text{ mm}$$

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : \underline{0.370} \quad \checkmark$$

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

$$\eta : \underline{0.619} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N3, para la combinación de acciones $1.35 \cdot G + 1.5 \cdot V(270^\circ)H1 + 0.75 \cdot N(EI)$.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{2.707} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N3, para la combinación de acciones $0.8 \cdot G + 1.5 \cdot V(90^\circ)H1$.

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{3.200} \text{ t}\cdot\text{m}$$

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

$$M_{c,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$

$$M_{c,Rd} : \underline{8.650} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

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

$$\text{Clase} : \underline{2}$$

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

$$W_{pl,y} : \underline{324.00} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

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

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

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

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

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

$$M_{b,Rd}^+ = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y}^+ \cdot f_{yd} \quad M_{b,Rd}^+ : \underline{8.370} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$M_{b,Rd}^- = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y}^- \cdot f_{yd} \quad M_{b,Rd}^- : \underline{5.167} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,y} : \underline{324.00} \text{ cm}^3$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. $f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material. $\gamma_{M1} : \underline{1.05}$

χ_{LT} : Factor de reducción por pandeo lateral.

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}} \leq 1 \quad \chi_{LT}^+ : \underline{0.97}$$

$$\chi_{LT}^- : \underline{0.60}$$

Siendo:

$$\Phi_{LT} = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha_{LT} \cdot (\bar{\lambda}_{LT} - 0.2) + \bar{\lambda}_{LT}^2 \right] \quad \Phi_{LT}^+ : \underline{0.57}$$

$$\Phi_{LT}^- : \underline{1.20}$$

α_{LT} : Coeficiente de imperfección elástica. $\alpha_{LT} : \underline{0.21}$

$\bar{\lambda}_{LT}$: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda}_{LT}^+ = \sqrt{\frac{W_{pl,y}^+ \cdot f_y}{M_{cr}}} \quad \bar{\lambda}_{LT}^+ : \underline{0.34}$$

$$\bar{\lambda}_{LT}^- = \sqrt{\frac{W_{pl,y}^- \cdot f_y}{M_{cr}}} \quad \bar{\lambda}_{LT}^- : \underline{1.10}$$

M_{cr} : Momento crítico elástico de pandeo lateral.

$$M_{cr}^+ : \underline{77.899} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$M_{cr}^- : \underline{7.532} \text{ t}\cdot\text{m}$$

El momento crítico elástico de pandeo lateral M_{cr} se determina según la teoría de la elasticidad:

$$M_{cr} = \sqrt{M_{LTV}^2 + M_{LTW}^2}$$

Siendo:

M_{LTV} : Componente que representa la resistencia por torsión uniforme de la barra.

$$M_{LTV} = C_1 \cdot \frac{\pi}{L_c} \cdot \sqrt{G \cdot I_t \cdot E \cdot I_z} \quad M_{LTV}^+ : \underline{29.355} \text{ t}\cdot\text{m}$$

M_{LTW}^- : Componente que representa la resistencia por torsión no uniforme de la barra.

$$M_{LTW}^- : \underline{6.594} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$M_{LTW} = W_{el,y} \cdot \frac{\pi^2 \cdot E}{L_c^2} \cdot C_1 \cdot i_{f,z}^2$$

$$M_{LTW}^+ : \underline{72.156} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$M_{LTW}^- : \underline{3.640} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Siendo:

$W_{el,y}$: Módulo resistente elástico de la sección bruta, obtenido para la fibra más comprimida.

$$W_{el,y} : \underline{293.57} \text{ cm}^3$$

I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.

$$I_z : \underline{925.00} \text{ cm}^4$$

I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.

$$I_t : \underline{11.38} \text{ cm}^4$$

E : Módulo de elasticidad.

$$E : \underline{2140673} \text{ kp/cm}^2$$

G : Módulo de elasticidad transversal.

$$G : \underline{825688} \text{ kp/cm}^2$$

L_c^+ : Longitud efectiva de pandeo lateral del ala superior.

$$L_c^+ : \underline{1.460} \text{ m}$$

L_c^- : Longitud efectiva de pandeo lateral del ala inferior.

$$L_c^- : \underline{6.500} \text{ m}$$

C_1 : Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra.

$$C_1 : \underline{1.00}$$

$i_{f,z}$: Radio de giro, respecto al eje de menor inercia de la sección, del soporte formado por el ala comprimida y la tercera parte de la zona comprimida del alma adyacente al ala comprimida.

$$i_{f,z}^+ : \underline{4.98} \text{ cm}$$

$$i_{f,z}^- : \underline{4.98} \text{ cm}$$

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : \underline{0.381}$$



Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N3, para la combinación de acciones

$$1.35 \cdot G + 1.5 \cdot V(0^\circ)H_2 + 0.75 \cdot N(R)2.$$

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{1.579} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N3, para la combinación de acciones $0.8 \cdot G + 1.5 \cdot V(180^\circ)H_2$.

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{1.505} \text{ t}\cdot\text{m}$$

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

$$M_{c,Rd} = W_{pl,z} \cdot f_{yd}$$

$$M_{c,Rd} : \underline{4.145} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

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

$$\text{Clase} : \underline{2}$$

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

$$W_{pl,z} : \underline{155.27} \text{ cm}^3$$

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

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

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

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

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : \underline{0.081} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N3, para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·V(180°)H2+0.75·N(EI).

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

$$V_{Ed} : \underline{1.281} \text{ t}$$

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

$$V_{c,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$$V_{c,Rd} : \underline{15.815} \text{ t}$$

Donde:

A_v: Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{10.26} \text{ cm}^2$$

$$A_v = h \cdot t_w$$

Siendo:

h: Canto de la sección.

$$h : \underline{171.00} \text{ mm}$$

t_w: Espesor del alma.

$$t_w : \underline{6.00} \text{ mm}$$

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

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

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

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

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

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

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

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

$$25.33 < 64.71$$

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma.

$$\lambda_w : \underline{25.33}$$

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

λ_{\max} : Esbeltez máxima.

$$\lambda_{\max} : \underline{64.71}$$

$$\lambda_{\max} = 70 \cdot \varepsilon$$

ε : Factor de reducción.

$$\varepsilon : \underline{0.92}$$

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{\text{ref}}}{f_y}}$$

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia.

$$f_{\text{ref}} : \underline{2395.51} \text{ kp/cm}^2$$

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

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : \underline{0.015} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N4, para la combinación de acciones 0.8·G+1.5·V(90°)H1.

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

$$V_{\text{Ed}} : \underline{0.827} \text{ t}$$

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

$$V_{\text{c,Rd}} = A_v \cdot \frac{f_{\text{yd}}}{\sqrt{3}}$$

$$V_{\text{c,Rd}} : \underline{55.768} \text{ t}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{36.18} \text{ cm}^2$$

$$A_v = A - d \cdot t_w$$

Siendo:

A : Área de la sección bruta.

$$A : \underline{45.30} \text{ cm}^2$$

d : Altura del alma.

$$d : \underline{152.00} \text{ mm}$$

t_w : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{6.00} \text{ mm}$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{\text{yd}} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

$$f_{\text{yd}} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_y : 2803.26 \text{ kp/cm}^2$

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

$\gamma_{Mo} : 1.05$

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

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

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

$$1.281 \leq 7.907$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $1.35 \cdot G + 1.5 \cdot V(180^\circ)H2 + 0.75 \cdot N(EI)$.

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

$V_{Ed} : 1.281 \text{ t}$

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

$V_{c,Rd} : 15.815 \text{ t}$

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

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

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

$$0.479 \leq 27.884$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $1.35 \cdot G + 1.5 \cdot V(0^\circ)H2 + 0.75 \cdot N(R)2$.

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

$V_{Ed} : 0.479 \text{ t}$

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

$V_{c,Rd} : 55.768 \text{ t}$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$

$$\eta : 0.453 \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{M_{ef,Ed}}{M_{b,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$

$$\eta : 0.700 \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N3, para la combinación de acciones $0.8 \cdot G + 1.5 \cdot V(90^\circ)H1 + 0.75 \cdot N(R)2$.

Donde:

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.	$N_{t,Ed} : 0.111$ t
$M_{y,Ed}, M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.	$M_{y,Ed}^- : 3.199$ t·m
	$M_{z,Ed}^+ : 0.339$ t·m
Clase : Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.	Clase : 2
$N_{pl,Rd}$: Resistencia a tracción.	$N_{pl,Rd} : 120.941$ t
$M_{pl,Rd,y}, M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.	$M_{pl,Rd,y} : 8.650$ t·m
	$M_{pl,Rd,z} : 4.145$ t·m
Resistencia a pandeo : (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)	
$M_{ef,Ed}$: Momento flector solicitante de cálculo pésimo.	$M_{ef,Ed} : -3.193$ t·m

$$M_{ef,Ed} = W_{y,com} \cdot \sigma_{com,Ed}$$

Siendo:

$\sigma_{com,Ed}$: Tensión combinada en la fibra extrema comprimida. $\sigma_{com,Ed} : 985.48$ kp/cm²

$$\sigma_{com,Ed} = \frac{M_{y,Ed}}{W_{y,com}} - 0.8 \cdot \frac{N_{t,Ed}}{A}$$

$W_{y,com}$: Módulo resistente de la sección referido a la fibra extrema comprimida, alrededor del eje Y.

$$W_{y,com} : 324.00 \text{ cm}^3$$

A : Área de la sección bruta.

$$A : 45.30 \text{ cm}^2$$

$M_{b,Rd,y}$: Momento flector resistente de cálculo. $M_{b,Rd,y} : 5.167$ t·m

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

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $1.35 \cdot G + 1.5 \cdot V(180^\circ)H2 + 0.75 \cdot N(EI)$.

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

$$1.281 \leq 7.907$$

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.	$V_{Ed,z} : 1.281$ t
$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.	$V_{c,Rd,z} : 15.815$ t

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : 0.002 \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones $0.8 \cdot G + 1.5 \cdot V(180^\circ)H2$.

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $M_{T,Ed} : \underline{0.000} \text{ t}\cdot\text{m}$

El momento torsor resistente de cálculo $M_{T,Rd}$ viene dado por:

$$M_{T,Rd} = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot W_T \cdot f_{yd} \quad M_{T,Rd} : \underline{0.185} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

W_T : Módulo de resistencia a torsión. $W_T : \underline{11.98} \text{ cm}^3$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. $f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$

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

$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1 \quad \eta : \underline{0.081} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N3, para la combinación de acciones $1.35 \cdot G + 1.5 \cdot V(180^\circ)H2 + 0.75 \cdot N(R)2$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed} : \underline{1.281} \text{ t}$

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $M_{T,Ed} : \underline{0.000} \text{ t}\cdot\text{m}$

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

$$V_{pl,T,Rd} = \sqrt{1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{1.25 \cdot f_{yd} / \sqrt{3}}} \cdot V_{pl,Rd} \quad V_{pl,T,Rd} : \underline{15.805} \text{ t}$$

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{pl,Rd} : \underline{15.815} \text{ t}$

$\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión. $\tau_{T,Ed} : \underline{2.44} \text{ kp/cm}^2$

$$\tau_{T,Ed} = \frac{M_{T,Ed}}{W_t}$$

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión. $W_T : \underline{11.98} \text{ cm}^3$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. $f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

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

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

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

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : \underline{0.007} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N3, para la combinación de acciones $1.35 \cdot G + 1.5 \cdot V(180^\circ)H2 + 0.75 \cdot N(R)2$.

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

$$V_{Ed} : \underline{0.415} \text{ t}$$

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.000} \text{ t}\cdot\text{m}$$

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

$$V_{pl,T,Rd} = \sqrt{1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{1.25 \cdot f_{yd} / \sqrt{3}}} \cdot V_{pl,Rd}$$

$$V_{pl,T,Rd} : \underline{55.732} \text{ t}$$

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{pl,Rd} : \underline{55.768} \text{ t}$$

$\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión.

$$\tau_{T,Ed} : \underline{2.44} \text{ kp/cm}^2$$

$$\tau_{T,Ed} = \frac{M_{T,Ed}}{W_t}$$

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : \underline{11.98} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

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

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

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

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

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

La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$$\bar{\lambda} : \underline{0.88} \quad \checkmark$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

Clase : 2

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

A : 45.30 cm²

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

f_y : 2803.26 kp/cm²

N_{cr}: Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

N_{cr} : 163.667 t

N_{cr,y}: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

N_{cr,y} : 315.858 t

N_{cr,z}: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

N_{cr,z} : 916.827 t

N_{cr,T}: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

N_{cr,T} : 163.667 t

Barra N2/N34

Perfil: IPE-200, Simple con cartelas Material: Acero (S275)						
Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas ⁽¹⁾			
Inicial	Final		Área (cm ²)	I _y ⁽²⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽²⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽³⁾ (cm ⁴)
N2	N34	5.028	28.50	1940.00	142.00	5.17
Notas: ⁽¹⁾ Las características mecánicas y el dibujo mostrados corresponden a la sección inicial del perfil (N2) ⁽²⁾ Inercia respecto al eje indicado ⁽³⁾ Momento de inercia a torsión uniforme						
		Pandeo		Pandeo lateral		
		Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.	
β		0.19	0.00	0.28	1.00	
L _K		0.934	0.000	1.410	5.028	
C _m		1.000	1.000	1.000	1.000	
Notación: β: Coeficiente de pandeo L _K : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos						

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : 0.003 \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N34, para la combinación de acciones 0.8·G+1.5·V(180°)H1.

$$N_{t,Ed} : \text{Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.} \quad N_{t,Ed} : 0.245 \text{ t}$$

La resistencia de cálculo a tracción $N_{t,Rd}$ viene dada por:

$$N_{t,Rd} = A \cdot f_{yd} \quad N_{t,Rd} : 76.089 \text{ t}$$

Donde:

$$A : \text{Área bruta de la sección transversal de la barra.} \quad A : 28.50 \text{ cm}^2$$

$$f_{yd} : \text{Resistencia de cálculo del acero.} \quad f_{yd} : 2669.77 \text{ kp/cm}^2$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

$$f_y : \text{Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} \quad f_y : 2803.26 \text{ kp/cm}^2$$

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

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : \underline{0.017} \quad \checkmark$$

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

$$\eta : \underline{0.030} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N2, para la combinación de acciones $1.35 \cdot G + 0.9 \cdot V(0^\circ)H2 + 1.5 \cdot N(EI)$.

$$N_{c,Ed} : \text{Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.} \quad N_{c,Ed} : \underline{1.300} \text{ t}$$

La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

$$N_{c,Rd} = A \cdot f_{yd} \quad N_{c,Rd} : \underline{76.089} \text{ t}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

$$\text{Clase} : \underline{2}$$

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{28.50} \text{ cm}^2$$

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

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

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

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

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo $N_{b,Rd}$ en una barra comprimida viene dada por:

$$N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_{yd} \quad N_{b,Rd} : \underline{43.313} \text{ t}$$

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{28.50} \text{ cm}^2$$

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

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

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

χ : Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - (\bar{\lambda})^2}} \leq 1$$

Siendo:

$$\Phi = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha \cdot (\bar{\lambda} - 0.2) + (\bar{\lambda})^2 \right]$$

α : Coeficiente de imperfección elástica.

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

N_{cr} : Axil crítico de pandeo elástico.

$$\chi_z : \underline{0.89}$$

$$\chi_T : \underline{0.57}$$

$$\phi_z : \underline{0.66}$$

$$\phi_T : \underline{1.19}$$

$$\alpha_z : \underline{0.34}$$

$$\alpha_T : \underline{0.34}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{0.48}$$

$$\bar{\lambda}_T : \underline{1.04}$$

$$N_{cr} : \underline{73.271 \text{ t}}$$

El axil crítico de pandeo elástico N_{cr} es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

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

$$N_{cr,y} : \underline{\infty}$$

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

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

$$N_{cr,z} : \underline{344.170 \text{ t}}$$

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_0^2} \cdot \left[G \cdot I_t + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_w}{L_{kt}^2} \right]$$

$$N_{cr,T} : \underline{73.271 \text{ t}}$$

Donde:

I_y : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.

$$I_y : \underline{1940.00 \text{ cm}^4}$$

I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.

$$I_z : \underline{142.00 \text{ cm}^4}$$

I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.

$$I_t : \underline{5.17 \text{ cm}^4}$$

I_w : Constante de alabeo de la sección.

$$I_w : \underline{13012.64 \text{ cm}^6}$$

E : Módulo de elasticidad.

$$E : \underline{2140673 \text{ kp/cm}^2}$$

G : Módulo de elasticidad transversal.

$$G : \underline{825688 \text{ kp/cm}^2}$$

L_{ky} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.

$$L_{ky} : \underline{0.000 \text{ m}}$$

L_{kz} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.

$$L_{kz} : \underline{0.934 \text{ m}}$$

L_{kt} : Longitud efectiva de pandeo por torsión.

$$L_{kt} : \underline{5.028 \text{ m}}$$

i_0 : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.

$$i_0 : \underline{8.55 \text{ cm}}$$

$$i_0 = (i_y^2 + i_z^2 + y_0^2 + z_0^2)^{0.5}$$

Siendo:

i_y, i_z : Radios de giro de la sección bruta,

$$i_y : \underline{8.25 \text{ cm}}$$

respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.

y_0, z_0 : Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

$$i_z : \underline{2.23} \text{ cm}$$

$$y_0 : \underline{0.00} \text{ mm}$$

$$z_0 : \underline{0.00} \text{ mm}$$

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : \underline{0.266} \quad \checkmark$$

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

$$\eta : \underline{0.769} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N34, para la combinación de acciones $0.8 \cdot G + 1.5 \cdot V(180^\circ)H1$.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{0.468} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N34, para la combinación de acciones $1.35 \cdot G + 0.9 \cdot V(0^\circ)H2 + 1.5 \cdot N(R)2$.

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{1.563} \text{ t}\cdot\text{m}$$

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

$$M_{c,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$

$$M_{c,Rd} : \underline{5.874} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

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

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

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

$$W_{pl,y} : \underline{220.00} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

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

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

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

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

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

$$M_{b,Rd}^+ = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y}^+ \cdot f_{yd} \quad M_{b,Rd}^+ : \underline{5.198} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$M_{b,Rd}^- = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y}^- \cdot f_{yd} \quad M_{b,Rd}^- : \underline{2.032} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,y} : \underline{220.00} \text{ cm}^3$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. $f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material. $\gamma_{M1} : \underline{1.05}$

χ_{LT} : Factor de reducción por pandeo lateral.

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}} \leq 1 \quad \chi_{LT}^+ : \underline{0.88}$$

$$\chi_{LT}^- : \underline{0.35}$$

Siendo:

$$\Phi_{LT} = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha_{LT} \cdot (\bar{\lambda}_{LT} - 0.2) + \bar{\lambda}_{LT}^2 \right] \quad \Phi_{LT}^+ : \underline{0.73}$$

$$\Phi_{LT}^- : \underline{1.87}$$

α_{LT} : Coeficiente de imperfección elástica. $\alpha_{LT} : \underline{0.21}$

$\bar{\lambda}_{LT}$: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda}_{LT}^+ = \sqrt{\frac{W_{pl,y}^+ \cdot f_y}{M_{cr}}} \quad \bar{\lambda}_{LT}^+ : \underline{0.61}$$

$$\bar{\lambda}_{LT}^- = \sqrt{\frac{W_{pl,y}^- \cdot f_y}{M_{cr}}} \quad \bar{\lambda}_{LT}^- : \underline{1.57}$$

M_{cr} : Momento crítico elástico de pandeo lateral.

$$M_{cr}^+ : \underline{16.410} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$M_{cr}^- : \underline{2.516} \text{ t}\cdot\text{m}$$

El momento crítico elástico de pandeo lateral M_{cr} se determina según la teoría de la elasticidad:

$$M_{cr} = \sqrt{M_{LTV}^2 + M_{LTW}^2}$$

Siendo:

M_{LTV} : Componente que representa la resistencia por torsión uniforme de la barra.

$$M_{LTV} = C_1 \cdot \frac{\pi}{L_c} \cdot \sqrt{G \cdot I_t \cdot E \cdot I_z} \quad M_{LTV}^+ : \underline{8.023} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$M_{LTV}^- : \underline{2.250} \text{ t}\cdot\text{m}$$

M_{LTW} : Componente que representa la resistencia por torsión no uniforme de la barra.

$$M_{LTW} = W_{el,y} \cdot \frac{\pi^2 \cdot E}{L_c^2} \cdot C_1 \cdot i_{f,z}^2$$

$$M_{LTW}^+ : \underline{14.315} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$M_{LTW}^- : \underline{1.126} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Siendo:

$W_{el,y}$: Módulo resistente elástico de la sección bruta, obtenido para la fibra más comprimida.

$$W_{el,y} : \underline{194.00} \text{ cm}^3$$

I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.

$$I_z : \underline{142.00} \text{ cm}^4$$

I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.

$$I_t : \underline{5.17} \text{ cm}^4$$

E : Módulo de elasticidad.

$$E : \underline{2140673} \text{ kp/cm}^2$$

G : Módulo de elasticidad transversal.

$$G : \underline{825688} \text{ kp/cm}^2$$

L_c^+ : Longitud efectiva de pandeo lateral del ala superior.

$$L_c^+ : \underline{1.410} \text{ m}$$

L_c^- : Longitud efectiva de pandeo lateral del ala inferior.

$$L_c^- : \underline{5.028} \text{ m}$$

C_1 : Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra.

$$C_1 : \underline{1.00}$$

$i_{f,z}$: Radio de giro, respecto al eje de menor inercia de la sección, del soporte formado por el ala comprimida y la tercera parte de la zona comprimida del alma adyacente al ala comprimida.

$$i_{f,z}^+ : \underline{2.64} \text{ cm}$$

$$i_{f,z}^- : \underline{2.64} \text{ cm}$$

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : \underline{0.055} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N2, para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·V(0°)H2.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{0.064} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N2, para la combinación de acciones 0.8·G+1.5·V(90°)H1.

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{0.014} \text{ t}\cdot\text{m}$$

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

$$M_{c,Rd} = W_{pl,z} \cdot f_{yd}$$

$$M_{c,Rd} : \underline{1.173} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

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

Clase : 1

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

W_{pl,z} : 43.93 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

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

f_y : 2803.26 kp/cm²

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

γ_{M0} : 1.05

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

Se debe satisfacer:

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

η : 0.113 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N34, para la combinación de acciones 1.35·G+0.9·V(0°)H2+1.5·N(R)2.

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

V_{Ed} : 1.951 t

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

$$V_{c,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

V_{c,Rd} : 17.264 t

Donde:

A_v: Área transversal a cortante.

A_v : 11.20 cm²

$$A_v = h \cdot t_w$$

Siendo:

h: Canto de la sección.

h : 200.00 mm

t_w: Espesor del alma.

t_w : 5.60 mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

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

f_y : 2803.26 kp/cm²

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

γ_{M0} : 1.05

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

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

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

$$32.68 < 64.71$$

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma.

$$\lambda_w : \underline{32.68}$$

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

$\lambda_{m\acute{a}x}$: Esbeltez máxima.

$$\lambda_{m\acute{a}x} : \underline{64.71}$$

$$\lambda_{m\acute{a}x} = 70 \cdot \varepsilon$$

ε : Factor de reducción.

$$\varepsilon : \underline{0.92}$$

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia.

$$f_{ref} : \underline{2395.51} \text{ kp/cm}^2$$

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

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : \underline{0.004} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N2, para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·V(0°)H2.

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

$$V_{Ed} : \underline{0.118} \text{ t}$$

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

$$V_{c,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$$V_{c,Rd} : \underline{28.134} \text{ t}$$

Donde:

A_v : rea transversal a cortante.

$$A_v : \underline{18.25} \text{ cm}^2$$

$$A_v = A - d \cdot t_w$$

Siendo:

A : rea de la sección bruta.

$$A : \underline{28.50} \text{ cm}^2$$

d : Altura del alma.

$$d : \underline{183.00} \text{ mm}$$

t_w : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{5.60} \text{ mm}$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

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

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

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

$\gamma_{Mo} : 1.05$

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

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

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

$$1.450 \leq 8.632$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $1.35 \cdot G + 0.9 \cdot V(180^\circ)H2 + 1.5 \cdot N(EI)$.

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

$V_{Ed} : 1.450 \text{ t}$

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

$V_{c,Rd} : 17.264 \text{ t}$

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

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

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

$$0.118 \leq 14.067$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $1.35 \cdot G + 1.5 \cdot V(0^\circ)H2$.

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

$V_{Ed} : 0.118 \text{ t}$

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

$V_{c,Rd} : 28.134 \text{ t}$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$

$$\eta : 0.299 \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

$$\eta : 0.792 \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{y,LT} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

$$\eta : 0.803 \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo p^{és}imos se producen en el nudo N34, para la combinaci3n de acciones $1.35 \cdot G + 0.9 \cdot V(0^\circ)H2 + 1.5 \cdot N(R)2$.

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresi3n solicitante de c3lculo p^{és}imo. $N_{c,Ed} : 0.567 \text{ t}$
 $M_{y,Ed}, M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de c3lculo p^{és}imos, seg^un los ejes Y y Z, respectivamente. $M_{y,Ed} : 1.563 \text{ t}\cdot\text{m}$
 $M_{z,Ed}^+$: $0.030 \text{ t}\cdot\text{m}$
Clase: 1

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresi3n de la secci3n bruta. $N_{pl,Rd} : 76.089 \text{ t}$
 $M_{pl,Rd,y}, M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexi3n de la secci3n bruta en condiciones pl3sticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente. $M_{pl,Rd,y} : 5.874 \text{ t}\cdot\text{m}$
 $M_{pl,Rd,z} : 1.173 \text{ t}\cdot\text{m}$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Art3culo 6.3.2)

A: 3rea de la secci3n bruta. $A : 28.50 \text{ cm}^2$
 $W_{pl,y}, W_{pl,z}$: M3dulos resistentes pl3sticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. $W_{pl,y} : 220.00 \text{ cm}^3$
 $W_{pl,z} : 43.93 \text{ cm}^3$
 f_{yd} : Resistencia de c3lculo del acero. $f_{yd} : 2669.77 \text{ kp/cm}^2$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y : L3mite el3stico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_y : 2803.26 \text{ kp/cm}^2$

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material. $\gamma_{M1} : 1.05$

$k_y, k_z, k_{y,LT}$: Coeficientes de interacci3n.

$$k_y = 1 + (\bar{\lambda}_y - 0.2) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot N_{c,Rd}} \quad k_y : 1.00$$

$$k_z = 1 + (2 \cdot \bar{\lambda}_z - 0.6) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}} \quad k_z : 1.00$$

$$k_{y,LT} = 1 - \frac{0.1 \cdot \bar{\lambda}_z}{C_{m,LT} - 0.25} \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}} \quad k_{y,LT} : 1.00$$

$C_{m,y}, C_{m,z}, C_{m,LT}$: Factores de momento flector uniforme equivalente. $C_{m,y} : 1.00$
 $C_{m,z} : 1.00$
 $C_{m,LT} : 1.00$

χ_y, χ_z : Coeficientes de reducci3n por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. $\chi_y : 1.00$
 $\chi_z : 0.89$

χ_{LT} : Coeficiente de reducci3n por pandeo lateral. $\chi_{LT} : 0.35$

$\bar{\lambda}_y, \bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relaci3n a los ejes Y y Z, respectivamente. $\bar{\lambda}_y : 0.00$
 $\bar{\lambda}_z : 0.48$

α_y, α_z : Factores dependientes de la clase de la secci3n. $\alpha_y : 0.60$
 $\alpha_z : 0.60$

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

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $1.35 \cdot G + 0.9 \cdot V(180^\circ)H2 + 1.5 \cdot N(EI)$.

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

$$1.450 \leq 8.618$$

Donde:

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

$$V_{Ed,z} : \underline{1.450} \text{ t}$$

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

$$V_{c,Rd,z} : \underline{17.236} \text{ t}$$

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : \underline{0.004} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones $0.8 \cdot G + 1.5 \cdot V(270^\circ)H1$.

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.000} \text{ t}\cdot\text{m}$$

El momento torsor resistente de cálculo $M_{T,Rd}$ viene dado por:

$$M_{T,Rd} = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot W_T \cdot f_{yd}$$

$$M_{T,Rd} : \underline{0.094} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : \underline{6.08} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

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

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

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

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : \underline{0.032} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo p^{ésimos} se producen en el nudo N34, para la combinaci3n de acciones 1.35·G+1.5·V(270°)H1+0.75·N(R)2.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de c3lculo p^{ésimo}. **V_{Ed}** : 0.549 t

M_{T,Ed}: Momento torsor solicitante de c3lculo p^{ésimo}. **M_{T,Ed}** : 0.000 t·m

El esfuerzo cortante resistente de c3lculo reducido **V_{pl,T,Rd}** viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} = \sqrt{1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{1.25 \cdot f_{yd} / \sqrt{3}}} \cdot V_{pl,Rd} \quad V_{pl,T,Rd} : \underline{17.236} \text{ t}$$

Donde:

V_{pl,Rd}: Esfuerzo cortante resistente de c3lculo. **V_{pl,Rd}** : 17.264 t

τ_{T,Ed}: Tensiones tangenciales por torsi3n. **τ_{T,Ed}** : 6.25 kp/cm²

$$\tau_{T,Ed} = \frac{M_{T,Ed}}{W_t}$$

Siendo:

W_T: M3dulo de resistencia a torsi3n. **W_T** : 6.08 cm³

f_{yd}: Resistencia de c3lculo del acero. **f_{yd}** : 2669.77 kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: L3mite el3stico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : 2803.26 kp/cm²

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

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Art3culo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

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

η : 0.001 ✓

Los esfuerzos solicitantes de c3lculo p^{ésimos} se producen en el nudo N2, para la combinaci3n de acciones 1.35·G+1.5·V(270°)H1+0.75·N(R)2.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de c3lculo p^{ésimo}. **V_{Ed}** : 0.026 t

M_{T,Ed}: Momento torsor solicitante de c3lculo p^{ésimo}. **M_{T,Ed}** : 0.000 t·m

El esfuerzo cortante resistente de c3lculo reducido **V_{pl,T,Rd}** viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} = \sqrt{1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{1.25 \cdot f_{yd} / \sqrt{3}}} \cdot V_{pl,Rd} \quad V_{pl,T,Rd} : \underline{28.088} \text{ t}$$

Donde:

V_{pl,Rd}: Esfuerzo cortante resistente de c3lculo. **V_{pl,Rd}** : 28.134 t

τ_{T,Ed}: Tensiones tangenciales por torsi3n. **τ_{T,Ed}** : 6.25 kp/cm²

$$\tau_{T,Ed} = \frac{M_{T,Ed}}{W_t}$$

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : \underline{6.08 \text{ cm}^3}$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77 \text{ kp/cm}^2}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

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

$$f_y : \underline{2803.26 \text{ kp/cm}^2}$$

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

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

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

La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$$\bar{\lambda} : \underline{1.04}$$



Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

$$\text{Clase} : \underline{2}$$

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{28.50 \text{ cm}^2}$$

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

$$f_y : \underline{2803.26 \text{ kp/cm}^2}$$

N_{cr} : Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

$$N_{cr} : \underline{73.271 \text{ t}}$$

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$$N_{cr,y} : \underline{\infty}$$

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$$N_{cr,z} : \underline{344.170 \text{ t}}$$

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} : \underline{73.271 \text{ t}}$$

Barra N34/N5

Perfil: IPE-200, Simple con cartelas Material: Acero (S275)						
Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas ⁽¹⁾			
Inicial	Final		Área (cm ²)	I _y ⁽²⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽²⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽³⁾ (cm ⁴)
N34	N5	2.565	28.50	1940.00	142.00	5.17
Notas: ⁽¹⁾ Las características mecánicas y el dibujo mostrados corresponden a la sección inicial del perfil (N34) ⁽²⁾ Inercia respecto al eje indicado ⁽³⁾ Momento de inercia a torsión uniforme						
		Pandeo		Pandeo lateral		
		Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.	
β		0.19	0.00	0.55	1.00	
L _K		0.476	0.000	1.410	2.565	
C _m		1.000	1.000	1.000	1.000	
Notación: β: Coeficiente de pandeo L _K : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos						

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : 0.010 \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N5, para la combinación de acciones 0.8·G+1.5·V(90°)H1.

$$N_{t,Ed} : \text{Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.} \quad N_{t,Ed} : 0.724 \text{ t}$$

La resistencia de cálculo a tracción $N_{t,Rd}$ viene dada por:

$$N_{t,Rd} = A \cdot f_{yd} \quad N_{t,Rd} : 76.089 \text{ t}$$

Donde:

$$A : \text{Área bruta de la sección transversal de la barra.} \quad A : 28.50 \text{ cm}^2$$

$$f_{yd} : \text{Resistencia de cálculo del acero.} \quad f_{yd} : 2669.77 \text{ kp/cm}^2$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

$$f_y : \text{Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} \quad f_y : 2803.26 \text{ kp/cm}^2$$

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

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : \underline{0.020}$$



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

$$\eta : \underline{0.029}$$



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N34, para la combinación de acciones $1.35 \cdot G + 0.9 \cdot V(180^\circ)H2 + 1.5 \cdot N(R)1$.

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$\mathbf{N_{c,Ed}} : \underline{1.549} \text{ t}$$

La resistencia de cálculo a compresión **$N_{c,Rd}$** viene dada por:

$$\mathbf{N_{c,Rd}} = A \cdot f_{yd}$$

$$\mathbf{N_{c,Rd}} : \underline{76.089} \text{ t}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

$$\mathbf{Clase} : \underline{2}$$

A:  rea de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$\mathbf{A} : \underline{28.50} \text{ cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$\mathbf{f_{yd}} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

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

$$\mathbf{f_y} : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

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

$$\mathbf{\gamma_{M0}} : \underline{1.05}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo **$N_{b,Rd}$** en una barra comprimida viene dada por:

$$\mathbf{N_{b,Rd}} = \chi \cdot A \cdot f_{yd}$$

$$\mathbf{N_{b,Rd}} : \underline{53.633} \text{ t}$$

Donde:

A:  rea de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$\mathbf{A} : \underline{28.50} \text{ cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$\mathbf{f_{yd}} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

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

$$\mathbf{f_y} : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\mathbf{\gamma_{M1}} : \underline{1.05}$$

χ : Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - (\bar{\lambda})^2}} \leq 1$$

Siendo:

$$\Phi = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha \cdot (\bar{\lambda} - 0.2) + (\bar{\lambda})^2 \right]$$

α : Coeficiente de imperfección elástica.

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

N_{cr} : Axil crítico de pandeo elástico.

El axil crítico de pandeo elástico N_{cr} es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

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

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

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

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_0^2} \cdot \left[G \cdot I_t + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_w}{L_{kt}^2} \right]$$

Donde:

I_y : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.

I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.

I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.

I_w : Constante de alabeo de la sección.

E : Módulo de elasticidad.

G : Módulo de elasticidad transversal.

L_{ky} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.

L_{kz} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.

L_{kt} : Longitud efectiva de pandeo por torsión.

i_0 : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.

$$i_0 = (i_y^2 + i_z^2 + y_0^2 + z_0^2)^{0.5}$$

Siendo:

i_y, i_z : Radios de giro de la sección bruta,

$$\chi_z : 0.98$$

$$\chi_T : 0.70$$

$$\phi_z : 0.54$$

$$\phi_T : 0.95$$

$$\alpha_z : 0.34$$

$$\alpha_T : 0.34$$

$$\bar{\lambda}_z : 0.25$$

$$\bar{\lambda}_T : 0.83$$

$$N_{cr} : 115.579 \text{ t}$$

$$N_{cr,y} : \infty$$

$$N_{cr,z} : 1322.162 \text{ t}$$

$$N_{cr,T} : 115.579 \text{ t}$$

$$I_y : 1940.00 \text{ cm}^4$$

$$I_z : 142.00 \text{ cm}^4$$

$$I_t : 5.17 \text{ cm}^4$$

$$I_w : 13012.64 \text{ cm}^6$$

$$E : 2140673 \text{ kp/cm}^2$$

$$G : 825688 \text{ kp/cm}^2$$

$$L_{ky} : 0.000 \text{ m}$$

$$L_{kz} : 0.476 \text{ m}$$

$$L_{kt} : 2.565 \text{ m}$$

$$i_0 : 8.55 \text{ cm}$$

$$i_y : 8.25 \text{ cm}$$

respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.

y_0, z_0 : Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

$$i_z : \underline{2.23} \text{ cm}$$

$$y_0 : \underline{0.00} \text{ mm}$$

$$z_0 : \underline{0.00} \text{ mm}$$

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : \underline{0.266} \quad \checkmark$$

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

$$\eta : \underline{0.399} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N34, para la combinación de acciones $0.8 \cdot G + 1.5 \cdot V(180^\circ)H1$.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{0.468} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N34, para la combinación de acciones $1.35 \cdot G + 0.9 \cdot V(0^\circ)H2 + 1.5 \cdot N(R)2$.

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{1.563} \text{ t}\cdot\text{m}$$

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

$$M_{c,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$

$$M_{c,Rd} : \underline{5.874} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

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

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

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

$$W_{pl,y} : \underline{220.00} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

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

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

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

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

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

$$M_{b,Rd}^+ = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y}^+ \cdot f_{yd} \quad M_{b,Rd}^+ : \underline{5.198} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$M_{b,Rd}^- = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y}^- \cdot f_{yd} \quad M_{b,Rd}^- : \underline{3.913} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,y} : \underline{220.00} \text{ cm}^3$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. $f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material. $\gamma_{M1} : \underline{1.05}$

χ_{LT} : Factor de reducción por pandeo lateral.

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}} \leq 1 \quad \chi_{LT}^+ : \underline{0.88}$$

$$\chi_{LT}^- : \underline{0.67}$$

Siendo:

$$\Phi_{LT} = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha_{LT} \cdot (\bar{\lambda}_{LT} - 0.2) + \bar{\lambda}_{LT}^2 \right] \quad \Phi_{LT}^+ : \underline{0.73}$$

$$\Phi_{LT}^- : \underline{1.08}$$

α_{LT} : Coeficiente de imperfección elástica. $\alpha_{LT} : \underline{0.21}$

$\bar{\lambda}_{LT}$: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda}_{LT}^+ = \sqrt{\frac{W_{pl,y}^+ \cdot f_y}{M_{cr}}} \quad \bar{\lambda}_{LT}^+ : \underline{0.61}$$

$$\bar{\lambda}_{LT}^- = \sqrt{\frac{W_{pl,y}^- \cdot f_y}{M_{cr}}} \quad \bar{\lambda}_{LT}^- : \underline{1.00}$$

M_{cr} : Momento crítico elástico de pandeo lateral.

$$M_{cr}^+ : \underline{16.410} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$M_{cr}^- : \underline{6.177} \text{ t}\cdot\text{m}$$

El momento crítico elástico de pandeo lateral M_{cr} se determina según la teoría de la elasticidad:

$$M_{cr} = \sqrt{M_{LTV}^2 + M_{LTW}^2}$$

Siendo:

M_{LTV} : Componente que representa la resistencia por torsión uniforme de la barra.

$$M_{LTV} = C_1 \cdot \frac{\pi}{L_c} \cdot \sqrt{G \cdot I_t \cdot E \cdot I_z} \quad M_{LTV}^+ : \underline{8.023} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$M_{LTV}^- : \underline{4.410} \text{ t}\cdot\text{m}$$

M_{LTW} : Componente que representa la resistencia por torsión no uniforme de la barra.

$$M_{LTW} = W_{el,y} \cdot \frac{\pi^2 \cdot E}{L_c^2} \cdot C_1 \cdot i_{f,z}^2$$

$$M_{LTW}^+ : \underline{14.315} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$M_{LTW}^- : \underline{4.325} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Siendo:

$W_{el,y}$: Módulo resistente elástico de la sección bruta, obtenido para la fibra más comprimida.

$$W_{el,y} : \underline{194.00} \text{ cm}^3$$

I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.

$$I_z : \underline{142.00} \text{ cm}^4$$

I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.

$$I_t : \underline{5.17} \text{ cm}^4$$

E : Módulo de elasticidad.

$$E : \underline{2140673} \text{ kp/cm}^2$$

G : Módulo de elasticidad transversal.

$$G : \underline{825688} \text{ kp/cm}^2$$

L_c^+ : Longitud efectiva de pandeo lateral del ala superior.

$$L_c^+ : \underline{1.410} \text{ m}$$

L_c^- : Longitud efectiva de pandeo lateral del ala inferior.

$$L_c^- : \underline{2.565} \text{ m}$$

C_1 : Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra.

$$C_1 : \underline{1.00}$$

$i_{f,z}$: Radio de giro, respecto al eje de menor inercia de la sección, del soporte formado por el ala comprimida y la tercera parte de la zona comprimida del alma adyacente al ala comprimida.

$$i_{f,z}^+ : \underline{2.64} \text{ cm}$$

$$i_{f,z}^- : \underline{2.64} \text{ cm}$$

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : \underline{0.043} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N34, para la combinación de acciones 0.8·G+1.5·V(0°)H1.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{0.051} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N34, para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·V(90°)H1.

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{0.045} \text{ t}\cdot\text{m}$$

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

$$M_{c,Rd} = W_{pl,z} \cdot f_{yd}$$

$$M_{c,Rd} : \underline{1.173} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

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

Clase : 1

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

W_{pl,z} : 43.93 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

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

f_y : 2803.26 kp/cm²

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

γ_{M0} : 1.05

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

Se debe satisfacer:

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

η : 0.086 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N34, para la combinación de acciones 1.35·G+0.9·V(0°)H2+1.5·N(EI).

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

V_{Ed} : 1.484 t

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

$$V_{c,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

V_{c,Rd} : 17.264 t

Donde:

A_v: Área transversal a cortante.

A_v : 11.20 cm²

$$A_v = h \cdot t_w$$

Siendo:

h: Canto de la sección.

h : 200.00 mm

t_w: Espesor del alma.

t_w : 5.60 mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

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

f_y : 2803.26 kp/cm²

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

γ_{M0} : 1.05

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

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

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

$$32.68 < 64.71$$

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma.

$$\lambda_w : \underline{32.68}$$

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

$\lambda_{m\acute{a}x}$: Esbeltez máxima.

$$\lambda_{m\acute{a}x} : \underline{64.71}$$

$$\lambda_{m\acute{a}x} = 70 \cdot \varepsilon$$

ε : Factor de reducción.

$$\varepsilon : \underline{0.92}$$

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia.

$$f_{ref} : \underline{2395.51} \text{ kp/cm}^2$$

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

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : \underline{0.002} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N34, para la combinación de acciones 0.8·G+1.5·V(0)H1.

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

$$V_{Ed} : \underline{0.064} \text{ t}$$

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

$$V_{c,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$$V_{c,Rd} : \underline{28.134} \text{ t}$$

Donde:

A_v : rea transversal a cortante.

$$A_v : \underline{18.25} \text{ cm}^2$$

$$A_v = A - d \cdot t_w$$

Siendo:

A : rea de la sección bruta.

$$A : \underline{28.50} \text{ cm}^2$$

d : Altura del alma.

$$d : \underline{183.00} \text{ mm}$$

t_w : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{5.60} \text{ mm}$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

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

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

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

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

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

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

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

$$1.484 \leq 8.632$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·G+0.9·V(0°)H2+1.5·N(EI).

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

$$V_{Ed} : \underline{1.484} \text{ t}$$

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

$$V_{c,Rd} : \underline{17.264} \text{ t}$$

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

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

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

$$0.064 \leq 14.067$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 0.8·G+1.5·V(0°)H1.

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

$$V_{Ed} : \underline{0.064} \text{ t}$$

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

$$V_{c,Rd} : \underline{28.134} \text{ t}$$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.302} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.422} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{y,LT} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.373} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo p^{és}imos se producen en el nudo N34, para la combinaci3n de acciones 1.35·G+0.9·V(0°)H2+1.5·N(EI).

Donde:

N_{c,Ed}: Axil de compresi3n solicitante de c3lculo p^{és}imo. **N_{c,Ed}** : 1.113 t
M_{y,Ed}, M_{z,Ed}: Momentos flectores solicitantes de c3lculo p^{és}imos, seg^un los ejes Y y Z, respectivamente. **M_{y,Ed}** : 1.535 t·m
M_{z,Ed} : 0.030 t·m
Clase : 1

Clase: Clase de la secci3n, seg^un la capacidad de deformaci3n y de desarrollo de la resistencia pl3stica de sus elementos planos, para axil y flexi3n simple.

N_{pl,Rd}: Resistencia a compresi3n de la secci3n bruta. **N_{pl,Rd}** : 76.089 t
M_{pl,Rd,y}, M_{pl,Rd,z}: Resistencia a flexi3n de la secci3n bruta en condiciones pl3sticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente. **M_{pl,Rd,y}** : 5.874 t·m
M_{pl,Rd,z} : 1.173 t·m

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Art3culo 6.3.2)

A: 3rea de la secci3n bruta. **A** : 28.50 cm²

W_{pl,y}, W_{pl,z}: M3dulos resistentes pl3sticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. **W_{pl,y}** : 220.00 cm³
W_{pl,z} : 43.93 cm³

f_{yd}: Resistencia de c3lculo del acero. **f_{yd}** : 2669.77 kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y: L3mite el3stico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : 2803.26 kp/cm²

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M1}** : 1.05

k_y, k_z, k_{y,LT}: Coeficientes de interacci3n.

$$k_y = 1 + (\bar{\lambda}_y - 0.2) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot N_{c,Rd}} \quad k_y : \underline{1.00}$$

$$k_z = 1 + (2 \cdot \bar{\lambda}_z - 0.6) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}} \quad k_z : \underline{1.00}$$

$$k_{y,LT} = 1 - \frac{0.1 \cdot \bar{\lambda}_z}{C_{m,LT} - 0.25} \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}} \quad k_{y,LT} : \underline{0.85}$$

C_{m,y}, C_{m,z}, C_{m,LT}: Factores de momento flector uniforme equivalente. **C_{m,y}** : 1.00
C_{m,z} : 1.00
C_{m,LT} : 1.00

χ_y, χ_z: Coeficientes de reducci3n por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. **χ_y** : 1.00
χ_z : 0.98

χ_{LT}: Coeficiente de reducci3n por pandeo lateral. **χ_{LT}** : 0.67

λ_y, λ_z: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relaci3n a los ejes Y y Z, respectivamente. **λ_y** : 0.00
λ_z : 0.25

α_y, α_z: Factores dependientes de la clase de la secci3n. **α_y** : 0.60
α_z : 0.60

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

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $1.35 \cdot G + 0.9 \cdot V(0^\circ)H2 + 1.5 \cdot N(EI)$.

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

$$1.484 \leq 8.618$$

Donde:

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

$$V_{Ed,z} : \underline{1.484} \text{ t}$$

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

$$V_{c,Rd,z} : \underline{17.236} \text{ t}$$

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : \underline{0.004} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones $0.8 \cdot G + 1.5 \cdot V(270^\circ)H1$.

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.000} \text{ t}\cdot\text{m}$$

El momento torsor resistente de cálculo $M_{T,Rd}$ viene dado por:

$$M_{T,Rd} = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot W_T \cdot f_{yd}$$

$$M_{T,Rd} : \underline{0.094} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : \underline{6.08} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

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

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

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

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : \underline{0.024} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo p^{ésimos} se producen en el nudo N34, para la combinaci3n de acciones 1.35·G+1.5·V(270°)H1+0.75·N(R)2.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de c^{alculo} p^{ésimo}. **V_{Ed}** : 0.422 t

M_{T,Ed}: Momento torsor solicitante de c^{alculo} p^{ésimo}. **M_{T,Ed}** : 0.000 t·m

El esfuerzo cortante resistente de c^{alculo} reducido **V_{pl,T,Rd}** viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} = \sqrt{1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{1.25 \cdot f_{yd} / \sqrt{3}}} \cdot V_{pl,Rd} \quad V_{pl,T,Rd} : \underline{17.236} \text{ t}$$

Donde:

V_{pl,Rd}: Esfuerzo cortante resistente de c^{alculo}. **V_{pl,Rd}** : 17.264 t

τ_{T,Ed}: Tensiones tangenciales por torsi3n. **τ_{T,Ed}** : 6.25 kp/cm²

$$\tau_{T,Ed} = \frac{M_{T,Ed}}{W_t}$$

Siendo:

W_T: M3dulo de resistencia a torsi3n. **W_T** : 6.08 cm³

f_{yd}: Resistencia de c^{alculo} del acero. **f_{yd}** : 2669.77 kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: L^{imite} el^{astico}. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : 2803.26 kp/cm²

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

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Art^{iculo} 6.2.8)

Se debe satisfacer:

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

η : 0.001 ✓

Los esfuerzos solicitantes de c^{alculo} p^{ésimos} se producen en el nudo N34, para la combinaci3n de acciones 1.35·G+1.5·V(270°)H1+0.75·N(R)2.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de c^{alculo} p^{ésimo}. **V_{Ed}** : 0.026 t

M_{T,Ed}: Momento torsor solicitante de c^{alculo} p^{ésimo}. **M_{T,Ed}** : 0.000 t·m

El esfuerzo cortante resistente de c^{alculo} reducido **V_{pl,T,Rd}** viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} = \sqrt{1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{1.25 \cdot f_{yd} / \sqrt{3}}} \cdot V_{pl,Rd} \quad V_{pl,T,Rd} : \underline{28.088} \text{ t}$$

Donde:

V_{pl,Rd}: Esfuerzo cortante resistente de c^{alculo}. **V_{pl,Rd}** : 28.134 t

τ_{T,Ed}: Tensiones tangenciales por torsi3n. **τ_{T,Ed}** : 6.25 kp/cm²

$$\tau_{T,Ed} = \frac{M_{T,Ed}}{W_t}$$

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : \underline{6.08} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

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

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

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

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

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

La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$$\bar{\lambda} : \underline{0.83}$$



Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

$$\text{Clase} : \underline{2}$$

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{28.50} \text{ cm}^2$$

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

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

N_{cr} : Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

$$N_{cr} : \underline{115.579} \text{ t}$$

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$$N_{cr,y} : \underline{\infty}$$

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$$N_{cr,z} : \underline{1322.162} \text{ t}$$

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} : \underline{115.579} \text{ t}$$

Barra N4/N35

Perfil: IPE-200, Simple con cartelas Material: Acero (S275)						
Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas ⁽¹⁾			
Inicial	Final		Área (cm ²)	I _y ⁽²⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽²⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽³⁾ (cm ⁴)
N4	N35	5.028	28.50	1940.00	142.00	5.17
Notas: ⁽¹⁾ Las características mecánicas y el dibujo mostrados corresponden a la sección inicial del perfil (N4) ⁽²⁾ Inercia respecto al eje indicado ⁽³⁾ Momento de inercia a torsión uniforme						
		Pandeo		Pandeo lateral		
		Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.	
β	0.19	0.00	0.28	1.00		
L _K	0.934	0.000	1.410	5.028		
C _m	1.000	1.000	1.000	1.000		
Notación: β: Coeficiente de pandeo L _K : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos						

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : 0.003 \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N35, para la combinación de acciones 0.8·G+1.5·V(0°)H1.

$$N_{t,Ed} : \text{Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.} \quad N_{t,Ed} : 0.245 \text{ t}$$

La resistencia de cálculo a tracción $N_{t,Rd}$ viene dada por:

$$N_{t,Rd} = A \cdot f_{yd} \quad N_{t,Rd} : 76.089 \text{ t}$$

Donde:

$$A : \text{Área bruta de la sección transversal de la barra.} \quad A : 28.50 \text{ cm}^2$$

$$f_{yd} : \text{Resistencia de cálculo del acero.} \quad f_{yd} : 2669.77 \text{ kp/cm}^2$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

$$f_y : \text{Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} \quad f_y : 2803.26 \text{ kp/cm}^2$$

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

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : \underline{0.017} \quad \checkmark$$

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

$$\eta : \underline{0.030} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N4, para la combinación de acciones $1.35 \cdot G + 0.9 \cdot V(180^\circ)H2 + 1.5 \cdot N(EI)$.

$$N_{c,Ed} : \text{Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.} \quad N_{c,Ed} : \underline{1.300} \text{ t}$$

La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

$$N_{c,Rd} = A \cdot f_{yd} \quad N_{c,Rd} : \underline{76.089} \text{ t}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

$$\text{Clase} : \underline{2}$$

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{28.50} \text{ cm}^2$$

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

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

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

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

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo $N_{b,Rd}$ en una barra comprimida viene dada por:

$$N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_{yd} \quad N_{b,Rd} : \underline{43.313} \text{ t}$$

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{28.50} \text{ cm}^2$$

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

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

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

χ : Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - (\bar{\lambda})^2}} \leq 1$$

Siendo:

$$\Phi = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha \cdot (\bar{\lambda} - 0.2) + (\bar{\lambda})^2 \right]$$

α : Coeficiente de imperfección elástica.

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

N_{cr} : Axil crítico de pandeo elástico.

$$\chi_z : \underline{0.89}$$

$$\chi_T : \underline{0.57}$$

$$\phi_z : \underline{0.66}$$

$$\phi_T : \underline{1.19}$$

$$\alpha_z : \underline{0.34}$$

$$\alpha_T : \underline{0.34}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{0.48}$$

$$\bar{\lambda}_T : \underline{1.04}$$

$$N_{cr} : \underline{73.271 \text{ t}}$$

El axil crítico de pandeo elástico N_{cr} es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

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

$$N_{cr,y} : \underline{\infty}$$

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

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

$$N_{cr,z} : \underline{344.170 \text{ t}}$$

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_0^2} \cdot \left[G \cdot I_t + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_w}{L_{kt}^2} \right]$$

$$N_{cr,T} : \underline{73.271 \text{ t}}$$

Donde:

I_y : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.

$$I_y : \underline{1940.00 \text{ cm}^4}$$

I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.

$$I_z : \underline{142.00 \text{ cm}^4}$$

I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.

$$I_t : \underline{5.17 \text{ cm}^4}$$

I_w : Constante de alabeo de la sección.

$$I_w : \underline{13012.64 \text{ cm}^6}$$

E : Módulo de elasticidad.

$$E : \underline{2140673 \text{ kp/cm}^2}$$

G : Módulo de elasticidad transversal.

$$G : \underline{825688 \text{ kp/cm}^2}$$

L_{ky} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.

$$L_{ky} : \underline{0.000 \text{ m}}$$

L_{kz} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.

$$L_{kz} : \underline{0.934 \text{ m}}$$

L_{kt} : Longitud efectiva de pandeo por torsión.

$$L_{kt} : \underline{5.028 \text{ m}}$$

i_0 : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.

$$i_0 : \underline{8.55 \text{ cm}}$$

$$i_0 = (i_y^2 + i_z^2 + y_0^2 + z_0^2)^{0.5}$$

Siendo:

i_y, i_z : Radios de giro de la sección bruta,

$$i_y : \underline{8.25 \text{ cm}}$$

respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.

y_0, z_0 : Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

$$i_z : \underline{2.23} \text{ cm}$$

$$y_0 : \underline{0.00} \text{ mm}$$

$$z_0 : \underline{0.00} \text{ mm}$$

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : \underline{0.266} \quad \checkmark$$

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

$$\eta : \underline{0.769} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N35, para la combinación de acciones 0.8·G+1.5·V(0°)H1.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{0.468} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N35, para la combinación de acciones 1.35·G+0.9·V(180°)H2+1.5·N(R)1.

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{1.563} \text{ t}\cdot\text{m}$$

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

$$M_{c,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$

$$M_{c,Rd} : \underline{5.874} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

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

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

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

$$W_{pl,y} : \underline{220.00} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

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

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

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

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

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

$$M_{b,Rd}^+ = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y}^+ \cdot f_{yd} \quad M_{b,Rd}^+ : \underline{5.198} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$M_{b,Rd}^- = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y}^- \cdot f_{yd} \quad M_{b,Rd}^- : \underline{2.032} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,y} : \underline{220.00} \text{ cm}^3$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. $f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material. $\gamma_{M1} : \underline{1.05}$

χ_{LT} : Factor de reducción por pandeo lateral.

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}} \leq 1 \quad \chi_{LT}^+ : \underline{0.88}$$

$$\chi_{LT}^- : \underline{0.35}$$

Siendo:

$$\Phi_{LT} = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha_{LT} \cdot (\bar{\lambda}_{LT} - 0.2) + \bar{\lambda}_{LT}^2 \right] \quad \Phi_{LT}^+ : \underline{0.73}$$

$$\Phi_{LT}^- : \underline{1.87}$$

α_{LT} : Coeficiente de imperfección elástica. $\alpha_{LT} : \underline{0.21}$

$\bar{\lambda}_{LT}$: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda}_{LT}^+ = \sqrt{\frac{W_{pl,y}^+ \cdot f_y}{M_{cr}}} \quad \bar{\lambda}_{LT}^+ : \underline{0.61}$$

$$\bar{\lambda}_{LT}^- = \sqrt{\frac{W_{pl,y}^- \cdot f_y}{M_{cr}}} \quad \bar{\lambda}_{LT}^- : \underline{1.57}$$

M_{cr} : Momento crítico elástico de pandeo lateral.

$$M_{cr}^+ : \underline{16.410} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$M_{cr}^- : \underline{2.516} \text{ t}\cdot\text{m}$$

El momento crítico elástico de pandeo lateral M_{cr} se determina según la teoría de la elasticidad:

$$M_{cr} = \sqrt{M_{LTV}^2 + M_{LTW}^2}$$

Siendo:

M_{LTV} : Componente que representa la resistencia por torsión uniforme de la barra.

$$M_{LTV} = C_1 \cdot \frac{\pi}{L_c} \cdot \sqrt{G \cdot I_t \cdot E \cdot I_z} \quad M_{LTV}^+ : \underline{8.023} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$M_{LTV}^- : \underline{2.250} \text{ t}\cdot\text{m}$$

M_{LTW} : Componente que representa la resistencia por torsión no uniforme de la barra.

$$M_{LTW} = W_{el,y} \cdot \frac{\pi^2 \cdot E}{L_c^2} \cdot C_1 \cdot i_{f,z}^2$$

$$M_{LTW}^+ : \underline{14.315} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$M_{LTW}^- : \underline{1.126} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Siendo:

$W_{el,y}$: Módulo resistente elástico de la sección bruta, obtenido para la fibra más comprimida.

$$W_{el,y} : \underline{194.00} \text{ cm}^3$$

I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.

$$I_z : \underline{142.00} \text{ cm}^4$$

I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.

$$I_t : \underline{5.17} \text{ cm}^4$$

E : Módulo de elasticidad.

$$E : \underline{2140673} \text{ kp/cm}^2$$

G : Módulo de elasticidad transversal.

$$G : \underline{825688} \text{ kp/cm}^2$$

L_c^+ : Longitud efectiva de pandeo lateral del ala superior.

$$L_c^+ : \underline{1.410} \text{ m}$$

L_c^- : Longitud efectiva de pandeo lateral del ala inferior.

$$L_c^- : \underline{5.028} \text{ m}$$

C_1 : Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra.

$$C_1 : \underline{1.00}$$

$i_{f,z}$: Radio de giro, respecto al eje de menor inercia de la sección, del soporte formado por el ala comprimida y la tercera parte de la zona comprimida del alma adyacente al ala comprimida.

$$i_{f,z}^+ : \underline{2.64} \text{ cm}$$

$$i_{f,z}^- : \underline{2.64} \text{ cm}$$

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : \underline{0.055} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N4, para la combinación de acciones $0.8 \cdot G + 1.5 \cdot V(90^\circ)H1$.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{0.014} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N4, para la combinación de acciones $1.35 \cdot G + 1.5 \cdot V(180^\circ)H2$.

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{0.064} \text{ t}\cdot\text{m}$$

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

$$M_{c,Rd} = W_{pl,z} \cdot f_{yd}$$

$$M_{c,Rd} : \underline{1.173} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

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

Clase : 1

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

$W_{pl,z}$: 43.93 cm³

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

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

f_y : 2803.26 kp/cm²

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

γ_{M0} : 1.05

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

Se debe satisfacer:

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

η : 0.113 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N35, para la combinación de acciones 1.35·G+0.9·V(180°)H2+1.5·N(R)1.

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

V_{Ed} : 1.951 t

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

$$V_{c,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: 17.264 t

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

A_v : 11.20 cm²

$$A_v = h \cdot t_w$$

Siendo:

h : Canto de la sección.

h : 200.00 mm

t_w : Espesor del alma.

t_w : 5.60 mm

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

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

f_y : 2803.26 kp/cm²

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

γ_{M0} : 1.05

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

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

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

$$32.68 < 64.71$$

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma.

$$\lambda_w : \underline{32.68}$$

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

$\lambda_{m\acute{a}x}$: Esbeltez máxima.

$$\lambda_{m\acute{a}x} : \underline{64.71}$$

$$\lambda_{m\acute{a}x} = 70 \cdot \varepsilon$$

ε : Factor de reducción.

$$\varepsilon : \underline{0.92}$$

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia.

$$f_{ref} : \underline{2395.51} \text{ kp/cm}^2$$

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

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : \underline{0.004} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N4, para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·V(180)H2.

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

$$V_{Ed} : \underline{0.118} \text{ t}$$

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

$$V_{c,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$$V_{c,Rd} : \underline{28.134} \text{ t}$$

Donde:

A_v : rea transversal a cortante.

$$A_v : \underline{18.25} \text{ cm}^2$$

$$A_v = A - d \cdot t_w$$

Siendo:

A : rea de la sección bruta.

$$A : \underline{28.50} \text{ cm}^2$$

d : Altura del alma.

$$d : \underline{183.00} \text{ mm}$$

t_w : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{5.60} \text{ mm}$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

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

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

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

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

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

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

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

$$1.450 \leq 8.632$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $1.35 \cdot G + 0.9 \cdot V(0^\circ)H2 + 1.5 \cdot N(EI)$.

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

$$V_{Ed} : \underline{1.450} \text{ t}$$

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

$$V_{c,Rd} : \underline{17.264} \text{ t}$$

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

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

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

$$0.118 \leq 14.067$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $1.35 \cdot G + 1.5 \cdot V(180^\circ)H2$.

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

$$V_{Ed} : \underline{0.118} \text{ t}$$

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

$$V_{c,Rd} : \underline{28.134} \text{ t}$$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.299} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.792} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{y,LT} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.803} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo p \acute{e} simos se producen en el nudo N35, para la combinaci3n de acciones 1.35·G+0.9·V(180°)H2+1.5·N(R)1.

Donde:

N_{c,Ed}: Axil de compresi3n solicitante de c3lculo p \acute{e} simo. **N_{c,Ed}** : 0.567 t
M_{y,Ed}, M_{z,Ed}: Momentos flectores solicitantes de c3lculo p \acute{e} simos, seg \acute{u} n los ejes Y y Z, respectivamente. **M_{y,Ed}** : 1.563 t·m
M_{z,Ed} : 0.030 t·m
Clase : 1

Clase: Clase de la secci3n, seg \acute{u} n la capacidad de deformaci3n y de desarrollo de la resistencia pl3stica de sus elementos planos, para axil y flexi3n simple.

N_{pl,Rd}: Resistencia a compresi3n de la secci3n bruta. **N_{pl,Rd}** : 76.089 t
M_{pl,Rd,y}, M_{pl,Rd,z}: Resistencia a flexi3n de la secci3n bruta en condiciones pl3sticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente. **M_{pl,Rd,y}** : 5.874 t·m
M_{pl,Rd,z} : 1.173 t·m

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Art3culo 6.3.2)

A: 3rea de la secci3n bruta. **A** : 28.50 cm²

W_{pl,y}, W_{pl,z}: M3dulos resistentes pl3sticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. **W_{pl,y}** : 220.00 cm³
W_{pl,z} : 43.93 cm³

f_{yd}: Resistencia de c3lculo del acero. **f_{yd}** : 2669.77 kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y: L3mite el3stico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : 2803.26 kp/cm²

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M1}** : 1.05

k_y, k_z, k_{y,LT}: Coeficientes de interacci3n.

$$k_y = 1 + (\bar{\lambda}_y - 0.2) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot N_{c,Rd}} \quad k_y : \underline{1.00}$$

$$k_z = 1 + (2 \cdot \bar{\lambda}_z - 0.6) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}} \quad k_z : \underline{1.00}$$

$$k_{y,LT} = 1 - \frac{0.1 \cdot \bar{\lambda}_z}{C_{m,LT} - 0.25} \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}} \quad k_{y,LT} : \underline{1.00}$$

C_{m,y}, C_{m,z}, C_{m,LT}: Factores de momento flector uniforme equivalente. **C_{m,y}** : 1.00
C_{m,z} : 1.00
C_{m,LT} : 1.00

χ_y, χ_z: Coeficientes de reducci3n por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. **χ_y** : 1.00
χ_z : 0.89

χ_{LT}: Coeficiente de reducci3n por pandeo lateral. **χ_{LT}** : 0.35

λ_y, λ_z: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relaci3n a los ejes Y y Z, respectivamente. **λ_y** : 0.00
λ_z : 0.48

α_y, α_z: Factores dependientes de la clase de la secci3n. **α_y** : 0.60
α_z : 0.60

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

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $1.35 \cdot G + 0.9 \cdot V(0^\circ)H2 + 1.5 \cdot N(EI)$.

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

$$1.450 \leq 8.618$$

Donde:

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

$$V_{Ed,z} : \underline{1.450} \text{ t}$$

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

$$V_{c,Rd,z} : \underline{17.236} \text{ t}$$

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : \underline{0.004} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones $0.8 \cdot G + 1.5 \cdot V(270^\circ)H1$.

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.000} \text{ t}\cdot\text{m}$$

El momento torsor resistente de cálculo $M_{T,Rd}$ viene dado por:

$$M_{T,Rd} = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot W_T \cdot f_{yd}$$

$$M_{T,Rd} : \underline{0.094} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : \underline{6.08} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

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

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

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

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : \underline{0.009} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo p^{ésimos} se producen en el nudo N35, para la combinaci3n de acciones 1.35·G+1.5·V(270°)H1+0.75·N(R)2.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de c3lculo p^{ésimo}. **V_{Ed}** : 0.154 t

M_{T,Ed}: Momento torsor solicitante de c3lculo p^{ésimo}. **M_{T,Ed}** : 0.000 t·m

El esfuerzo cortante resistente de c3lculo reducido **V_{pl,T,Rd}** viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} = \sqrt{1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{1.25 \cdot f_{yd} / \sqrt{3}}} \cdot V_{pl,Rd} \quad V_{pl,T,Rd} : \underline{17.236} \text{ t}$$

Donde:

V_{pl,Rd}: Esfuerzo cortante resistente de c3lculo. **V_{pl,Rd}** : 17.264 t

τ_{T,Ed}: Tensiones tangenciales por torsi3n. **τ_{T,Ed}** : 6.25 kp/cm²

$$\tau_{T,Ed} = \frac{M_{T,Ed}}{W_t}$$

Siendo:

W_T: M3dulo de resistencia a torsi3n. **W_T** : 6.08 cm³

f_{yd}: Resistencia de c3lculo del acero. **f_{yd}** : 2669.77 kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: L3mite el3stico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : 2803.26 kp/cm²

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

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Art3culo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

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

η : 0.001 ✓

Los esfuerzos solicitantes de c3lculo p^{ésimos} se producen en el nudo N4, para la combinaci3n de acciones 1.35·G+1.5·V(270°)H1+0.75·N(R)2.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de c3lculo p^{ésimo}. **V_{Ed}** : 0.026 t

M_{T,Ed}: Momento torsor solicitante de c3lculo p^{ésimo}. **M_{T,Ed}** : 0.000 t·m

El esfuerzo cortante resistente de c3lculo reducido **V_{pl,T,Rd}** viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} = \sqrt{1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{1.25 \cdot f_{yd} / \sqrt{3}}} \cdot V_{pl,Rd} \quad V_{pl,T,Rd} : \underline{28.088} \text{ t}$$

Donde:

V_{pl,Rd}: Esfuerzo cortante resistente de c3lculo. **V_{pl,Rd}** : 28.134 t

τ_{T,Ed}: Tensiones tangenciales por torsi3n. **τ_{T,Ed}** : 6.25 kp/cm²

$$\tau_{T,Ed} = \frac{M_{T,Ed}}{W_t}$$

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : \underline{6.08 \text{ cm}^3}$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77 \text{ kp/cm}^2}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

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

$$f_y : \underline{2803.26 \text{ kp/cm}^2}$$

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

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

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

La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$$\bar{\lambda} : \underline{1.04}$$



Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

$$\text{Clase} : \underline{2}$$

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{28.50 \text{ cm}^2}$$

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

$$f_y : \underline{2803.26 \text{ kp/cm}^2}$$

N_{cr} : Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

$$N_{cr} : \underline{73.271 \text{ t}}$$

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$$N_{cr,y} : \underline{\infty}$$

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$$N_{cr,z} : \underline{344.170 \text{ t}}$$

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} : \underline{73.271 \text{ t}}$$

Barra N35/N5

Perfil: IPE-200, Simple con cartelas Material: Acero (S275)						
Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas ⁽¹⁾			
Inicial	Final		Área (cm ²)	I _y ⁽²⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽²⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽³⁾ (cm ⁴)
N35	N5	2.565	28.50	1940.00	142.00	5.17
Notas: ⁽¹⁾ Las características mecánicas y el dibujo mostrados corresponden a la sección inicial del perfil (N35) ⁽²⁾ Inercia respecto al eje indicado ⁽³⁾ Momento de inercia a torsión uniforme						
		Pandeo		Pandeo lateral		
		Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.	
β	0.19	0.00	0.55	1.00	1.00	
L _K	0.476	0.000	1.410	2.565	1.000	
C _m	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	
Notación: β: Coeficiente de pandeo L _K : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos						

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : 0.010 \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N5, para la combinación de acciones 0.8·G+1.5·V(90°)H1.

$$N_{t,Ed} : \text{Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.} \quad N_{t,Ed} : 0.724 \text{ t}$$

La resistencia de cálculo a tracción $N_{t,Rd}$ viene dada por:

$$N_{t,Rd} = A \cdot f_{yd} \quad N_{t,Rd} : 76.089 \text{ t}$$

Donde:

$$A : \text{Área bruta de la sección transversal de la barra.} \quad A : 28.50 \text{ cm}^2$$

$$f_{yd} : \text{Resistencia de cálculo del acero.} \quad f_{yd} : 2669.77 \text{ kp/cm}^2$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

$$f_y : \text{Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} \quad f_y : 2803.26 \text{ kp/cm}^2$$

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

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : \underline{0.020}$$



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

$$\eta : \underline{0.029}$$



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N35, para la combinación de acciones $1.35 \cdot G + 0.9 \cdot V(0^\circ)H2 + 1.5 \cdot N(R)2$.

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$\mathbf{N}_{c,Ed} : \underline{1.549} \text{ t}$$

La resistencia de cálculo a compresión **$N_{c,Rd}$** viene dada por:

$$\mathbf{N}_{c,Rd} = A \cdot f_{yd}$$

$$\mathbf{N}_{c,Rd} : \underline{76.089} \text{ t}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

$$\mathbf{Clase} : \underline{2}$$

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$\mathbf{A} : \underline{28.50} \text{ cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$\mathbf{f}_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

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

$$\mathbf{f}_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

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

$$\mathbf{\gamma}_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo **$N_{b,Rd}$** en una barra comprimida viene dada por:

$$\mathbf{N}_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_{yd}$$

$$\mathbf{N}_{b,Rd} : \underline{53.633} \text{ t}$$

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$\mathbf{A} : \underline{28.50} \text{ cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$\mathbf{f}_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

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

$$\mathbf{f}_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\mathbf{\gamma}_{M1} : \underline{1.05}$$

χ : Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - (\bar{\lambda})^2}} \leq 1$$

Siendo:

$$\Phi = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha \cdot (\bar{\lambda} - 0.2) + (\bar{\lambda})^2 \right]$$

α : Coeficiente de imperfección elástica.

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

N_{cr} : Axil crítico de pandeo elástico.

$$\chi_z : \underline{0.98}$$

$$\chi_T : \underline{0.70}$$

$$\phi_z : \underline{0.54}$$

$$\phi_T : \underline{0.95}$$

$$\alpha_z : \underline{0.34}$$

$$\alpha_T : \underline{0.34}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{0.25}$$

$$\bar{\lambda}_T : \underline{0.83}$$

$$N_{cr} : \underline{115.579 \text{ t}}$$

El axil crítico de pandeo elástico N_{cr} es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

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

$$N_{cr,y} : \underline{\infty}$$

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

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

$$N_{cr,z} : \underline{1322.162 \text{ t}}$$

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_0^2} \cdot \left[G \cdot I_t + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_w}{L_{kt}^2} \right]$$

$$N_{cr,T} : \underline{115.579 \text{ t}}$$

Donde:

I_y : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.

$$I_y : \underline{1940.00 \text{ cm}^4}$$

I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.

$$I_z : \underline{142.00 \text{ cm}^4}$$

I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.

$$I_t : \underline{5.17 \text{ cm}^4}$$

I_w : Constante de alabeo de la sección.

$$I_w : \underline{13012.64 \text{ cm}^6}$$

E : Módulo de elasticidad.

$$E : \underline{2140673 \text{ kp/cm}^2}$$

G : Módulo de elasticidad transversal.

$$G : \underline{825688 \text{ kp/cm}^2}$$

L_{ky} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.

$$L_{ky} : \underline{0.000 \text{ m}}$$

L_{kz} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.

$$L_{kz} : \underline{0.476 \text{ m}}$$

L_{kt} : Longitud efectiva de pandeo por torsión.

$$L_{kt} : \underline{2.565 \text{ m}}$$

i_0 : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.

$$i_0 : \underline{8.55 \text{ cm}}$$

$$i_0 = (i_y^2 + i_z^2 + y_0^2 + z_0^2)^{0.5}$$

Siendo:

i_y, i_z : Radios de giro de la sección bruta,

$$i_y : \underline{8.25 \text{ cm}}$$

respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.

y_0, z_0 : Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

$$i_z : \underline{2.23} \text{ cm}$$

$$y_0 : \underline{0.00} \text{ mm}$$

$$z_0 : \underline{0.00} \text{ mm}$$

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : \underline{0.266} \quad \checkmark$$

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

$$\eta : \underline{0.399} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N35, para la combinación de acciones 0.8·G+1.5·V(0°)H1.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{0.468} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N35, para la combinación de acciones 1.35·G+0.9·V(180°)H2+1.5·N(R)1.

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{1.563} \text{ t}\cdot\text{m}$$

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

$$M_{c,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$

$$M_{c,Rd} : \underline{5.874} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

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

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

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

$$W_{pl,y} : \underline{220.00} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

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

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

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

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

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

$$M_{b,Rd}^+ = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y}^+ \cdot f_{yd} \quad M_{b,Rd}^+ : \underline{5.198} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$M_{b,Rd}^- = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y}^- \cdot f_{yd} \quad M_{b,Rd}^- : \underline{3.913} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,y} : \underline{220.00} \text{ cm}^3$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. $f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material. $\gamma_{M1} : \underline{1.05}$

χ_{LT} : Factor de reducción por pandeo lateral.

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}} \leq 1 \quad \chi_{LT}^+ : \underline{0.88}$$

$$\chi_{LT}^- : \underline{0.67}$$

Siendo:

$$\Phi_{LT} = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha_{LT} \cdot (\bar{\lambda}_{LT} - 0.2) + \bar{\lambda}_{LT}^2 \right] \quad \Phi_{LT}^+ : \underline{0.73}$$

$$\Phi_{LT}^- : \underline{1.08}$$

α_{LT} : Coeficiente de imperfección elástica. $\alpha_{LT} : \underline{0.21}$

$\bar{\lambda}_{LT}$: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda}_{LT}^+ = \sqrt{\frac{W_{pl,y}^+ \cdot f_y}{M_{cr}}} \quad \bar{\lambda}_{LT}^+ : \underline{0.61}$$

$$\bar{\lambda}_{LT}^- = \sqrt{\frac{W_{pl,y}^- \cdot f_y}{M_{cr}}} \quad \bar{\lambda}_{LT}^- : \underline{1.00}$$

M_{cr} : Momento crítico elástico de pandeo lateral.

$$M_{cr}^+ : \underline{16.410} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$M_{cr}^- : \underline{6.177} \text{ t}\cdot\text{m}$$

El momento crítico elástico de pandeo lateral M_{cr} se determina según la teoría de la elasticidad:

$$M_{cr} = \sqrt{M_{LTV}^2 + M_{LTW}^2}$$

Siendo:

M_{LTV} : Componente que representa la resistencia por torsión uniforme de la barra.

$$M_{LTV} = C_1 \cdot \frac{\pi}{L_c} \cdot \sqrt{G \cdot I_t \cdot E \cdot I_z} \quad M_{LTV}^+ : \underline{8.023} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$M_{LTV}^- : \underline{4.410} \text{ t}\cdot\text{m}$$

M_{LTW} : Componente que representa la resistencia por torsión no uniforme de la barra.

$$M_{LTW} = W_{el,y} \cdot \frac{\pi^2 \cdot E}{L_c^2} \cdot C_1 \cdot i_{f,z}^2$$

$$M_{LTW}^+ : \underline{14.315} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$M_{LTW}^- : \underline{4.325} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Siendo:

$W_{el,y}$: Módulo resistente elástico de la sección bruta, obtenido para la fibra más comprimida.

$$W_{el,y} : \underline{194.00} \text{ cm}^3$$

I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.

$$I_z : \underline{142.00} \text{ cm}^4$$

I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.

$$I_t : \underline{5.17} \text{ cm}^4$$

E : Módulo de elasticidad.

$$E : \underline{2140673} \text{ kp/cm}^2$$

G : Módulo de elasticidad transversal.

$$G : \underline{825688} \text{ kp/cm}^2$$

L_c^+ : Longitud efectiva de pandeo lateral del ala superior.

$$L_c^+ : \underline{1.410} \text{ m}$$

L_c^- : Longitud efectiva de pandeo lateral del ala inferior.

$$L_c^- : \underline{2.565} \text{ m}$$

C_1 : Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra.

$$C_1 : \underline{1.00}$$

$i_{f,z}$: Radio de giro, respecto al eje de menor inercia de la sección, del soporte formado por el ala comprimida y la tercera parte de la zona comprimida del alma adyacente al ala comprimida.

$$i_{f,z}^+ : \underline{2.64} \text{ cm}$$

$$i_{f,z}^- : \underline{2.64} \text{ cm}$$

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : \underline{0.043}$$



Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N35, para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·V(90°)H1.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{0.045} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N35, para la combinación de acciones 0.8·G+1.5·V(180°)H1.

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{0.051} \text{ t}\cdot\text{m}$$

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

$$M_{c,Rd} = W_{pl,z} \cdot f_{yd}$$

$$M_{c,Rd} : \underline{1.173} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

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

Clase : 1

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

W_{pl,z} : 43.93 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

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

f_y : 2803.26 kp/cm²

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

γ_{M0} : 1.05

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

Se debe satisfacer:

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

η : 0.086 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N35, para la combinación de acciones 1.35·G+0.9·V(180°)H2+1.5·N(EI).

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

V_{Ed} : 1.484 t

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

$$V_{c,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

V_{c,Rd} : 17.264 t

Donde:

A_v: Área transversal a cortante.

A_v : 11.20 cm²

$$A_v = h \cdot t_w$$

Siendo:

h: Canto de la sección.

h : 200.00 mm

t_w: Espesor del alma.

t_w : 5.60 mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

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

f_y : 2803.26 kp/cm²

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

γ_{M0} : 1.05

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

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

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

$$32.68 < 64.71$$

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma.

$$\lambda_w : \underline{32.68}$$

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

$\lambda_{m\acute{a}x}$: Esbeltez máxima.

$$\lambda_{m\acute{a}x} : \underline{64.71}$$

$$\lambda_{m\acute{a}x} = 70 \cdot \varepsilon$$

ε : Factor de reducción.

$$\varepsilon : \underline{0.92}$$

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia.

$$f_{ref} : \underline{2395.51} \text{ kp/cm}^2$$

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

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : \underline{0.002} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N35, para la combinación de acciones 0.8·G+1.5·V(180)H1.

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

$$V_{Ed} : \underline{0.064} \text{ t}$$

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

$$V_{c,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$$V_{c,Rd} : \underline{28.134} \text{ t}$$

Donde:

A_v : rea transversal a cortante.

$$A_v : \underline{18.25} \text{ cm}^2$$

$$A_v = A - d \cdot t_w$$

Siendo:

A : rea de la sección bruta.

$$A : \underline{28.50} \text{ cm}^2$$

d : Altura del alma.

$$d : \underline{183.00} \text{ mm}$$

t_w : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{5.60} \text{ mm}$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

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

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

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

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

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

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

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

$$1.484 \leq 8.632$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $1.35 \cdot G + 0.9 \cdot V(180^\circ)H2 + 1.5 \cdot N(EI)$.

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

$$V_{Ed} : \underline{1.484} \text{ t}$$

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

$$V_{c,Rd} : \underline{17.264} \text{ t}$$

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

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

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

$$0.064 \leq 14.067$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $0.8 \cdot G + 1.5 \cdot V(180^\circ)H1$.

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

$$V_{Ed} : \underline{0.064} \text{ t}$$

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

$$V_{c,Rd} : \underline{28.134} \text{ t}$$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.302} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.422} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{y,LT} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.373} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo p \acute{e} simos se producen en el nudo N35, para la combinaci3n de acciones 1.35·G+0.9·V(180°)H2+1.5·N(EI).

Donde:

N_{c,Ed}: Axil de compresi3n solicitante de c3lculo p \acute{e} simo. **N_{c,Ed}** : 1.113 t
M_{y,Ed}, M_{z,Ed}: Momentos flectores solicitantes de c3lculo p \acute{e} simos, seg \acute{u} n los ejes Y y Z, respectivamente. **M_{y,Ed}** : 1.535 t·m
M_{z,Ed} : 0.030 t·m
Clase : 1

Clase: Clase de la secci3n, seg \acute{u} n la capacidad de deformaci3n y de desarrollo de la resistencia pl3stica de sus elementos planos, para axil y flexi3n simple.

N_{pl,Rd}: Resistencia a compresi3n de la secci3n bruta. **N_{pl,Rd}** : 76.089 t
M_{pl,Rd,y}, M_{pl,Rd,z}: Resistencia a flexi3n de la secci3n bruta en condiciones pl3sticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente. **M_{pl,Rd,y}** : 5.874 t·m
M_{pl,Rd,z} : 1.173 t·m

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Art3culo 6.3.2)

A: 3rea de la secci3n bruta. **A** : 28.50 cm²

W_{pl,y}, W_{pl,z}: M3dulos resistentes pl3sticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. **W_{pl,y}** : 220.00 cm³
W_{pl,z} : 43.93 cm³

f_{yd}: Resistencia de c3lculo del acero. **f_{yd}** : 2669.77 kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y: L3mite el3stico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : 2803.26 kp/cm²

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M1}** : 1.05

k_y, k_z, k_{y,LT}: Coeficientes de interacci3n.

$$k_y = 1 + (\bar{\lambda}_y - 0.2) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot N_{c,Rd}} \quad k_y : \underline{1.00}$$

$$k_z = 1 + (2 \cdot \bar{\lambda}_z - 0.6) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}} \quad k_z : \underline{1.00}$$

$$k_{y,LT} = 1 - \frac{0.1 \cdot \bar{\lambda}_z}{C_{m,LT} - 0.25} \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}} \quad k_{y,LT} : \underline{0.85}$$

C_{m,y}, C_{m,z}, C_{m,LT}: Factores de momento flector uniforme equivalente. **C_{m,y}** : 1.00
C_{m,z} : 1.00
C_{m,LT} : 1.00

χ_y, χ_z: Coeficientes de reducci3n por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. **χ_y** : 1.00
χ_z : 0.98

χ_{LT}: Coeficiente de reducci3n por pandeo lateral. **χ_{LT}** : 0.67

λ_y, λ_z: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relaci3n a los ejes Y y Z, respectivamente. **λ_y** : 0.00
λ_z : 0.25

α_y, α_z: Factores dependientes de la clase de la secci3n. **α_y** : 0.60
α_z : 0.60

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

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $1.35 \cdot G + 0.9 \cdot V(180^\circ)H2 + 1.5 \cdot N(EI)$.

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

$$1.484 \leq 8.618$$

Donde:

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

$$V_{Ed,z} : 1.484 \text{ t}$$

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

$$V_{c,Rd,z} : 17.236 \text{ t}$$

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : 0.004 \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones $0.8 \cdot G + 1.5 \cdot V(270^\circ)H1$.

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : 0.000 \text{ t}\cdot\text{m}$$

El momento torsor resistente de cálculo $M_{T,Rd}$ viene dado por:

$$M_{T,Rd} = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot W_T \cdot f_{yd}$$

$$M_{T,Rd} : 0.094 \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : 6.08 \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : 2669.77 \text{ kp/cm}^2$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

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

$$f_y : 2803.26 \text{ kp/cm}^2$$

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

$$\gamma_{M0} : 1.05$$

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : 0.008 \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N35, para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·V(270°)H1+0.75·N(R)2.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : 0.135 t

M_{T,Ed}: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. **M_{T,Ed}** : 0.000 t·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido **V_{pl,T,Rd}** viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} = \sqrt{1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{1.25 \cdot f_{yd} / \sqrt{3}}} \cdot V_{pl,Rd} \quad V_{pl,T,Rd} : \underline{17.236} \text{ t}$$

Donde:

V_{pl,Rd}: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. **V_{pl,Rd}** : 17.264 t

τ_{T,Ed}: Tensiones tangenciales por torsión. **τ_{T,Ed}** : 6.25 kp/cm²

$$\tau_{T,Ed} = \frac{M_{T,Ed}}{W_t}$$

Siendo:

W_T: Módulo de resistencia a torsión. **W_T** : 6.08 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : 2669.77 kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : 2803.26 kp/cm²

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

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

Se debe satisfacer:

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

η : 0.001 ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N35, para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·V(270°)H1+0.75·N(R)2.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : 0.026 t

M_{T,Ed}: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. **M_{T,Ed}** : 0.000 t·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido **V_{pl,T,Rd}** viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} = \sqrt{1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{1.25 \cdot f_{yd} / \sqrt{3}}} \cdot V_{pl,Rd} \quad V_{pl,T,Rd} : \underline{28.088} \text{ t}$$

Donde:

V_{pl,Rd}: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. **V_{pl,Rd}** : 28.134 t

τ_{T,Ed}: Tensiones tangenciales por torsión. **τ_{T,Ed}** : 6.25 kp/cm²

$$\tau_{T,Ed} = \frac{M_{T,Ed}}{W_t}$$

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : \underline{6.08} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

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

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

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

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

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

La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$$\bar{\lambda} : \underline{0.83}$$



Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

$$\text{Clase} : \underline{2}$$

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{28.50} \text{ cm}^2$$

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

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

N_{cr} : Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

$$N_{cr} : \underline{115.579} \text{ t}$$

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$$N_{cr,y} : \underline{\infty}$$

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$$N_{cr,z} : \underline{1322.162} \text{ t}$$

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} : \underline{115.579} \text{ t}$$

Barra N32/N34

Perfil: IPE-200, Simple con cartelas Material: Acero (S275)						
Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas ⁽¹⁾			
Inicial	Final		Área (cm ²)	I _y ⁽²⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽²⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽³⁾ (cm ⁴)
N32	N34	7.626	28.50	1940.00	142.00	5.17
Notas: ⁽¹⁾ Las características mecánicas y el dibujo mostrados corresponden a la sección inicial del perfil (N32) ⁽²⁾ Inercia respecto al eje indicado ⁽³⁾ Momento de inercia a torsión uniforme						
		Pandeo		Pandeo lateral		
		Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.	
β	0.22	0.63	0.00	0.00	0.00	
L _K	1.713	4.807	0.000	0.000	0.000	
C _m	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	
Notación: β: Coeficiente de pandeo L _K : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos						

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : 0.016 \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N34, para la combinación de acciones 0.8·G+1.5·V(90°)H1.

$$N_{t,Ed} : \text{Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.} \quad N_{t,Ed} : \underline{1.201} \text{ t}$$

La resistencia de cálculo a tracción $N_{t,Rd}$ viene dada por:

$$N_{t,Rd} = A \cdot f_{yd} \quad N_{t,Rd} : \underline{76.089} \text{ t}$$

Donde:

$$A : \text{Área bruta de la sección transversal de la barra.} \quad A : \underline{28.50} \text{ cm}^2$$

$$f_{yd} : \text{Resistencia de cálculo del acero.} \quad f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

$$f_y : \text{Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} \quad f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

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

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : \underline{0.057} \quad \checkmark$$

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

$$\eta : \underline{0.085} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N32, para la combinación de acciones $1.35 \cdot G + 0.9 \cdot V(0^\circ)H2 + 1.5 \cdot N(EI)$.

$$N_{c,Ed} : \text{Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.} \quad N_{c,Ed} : \underline{4.338} \text{ t}$$

La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

$$N_{c,Rd} = A \cdot f_{yd} \quad N_{c,Rd} : \underline{76.089} \text{ t}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase :** 2

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A :** 28.50 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd} :** 2669.77 kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y :** 2803.26 kp/cm²

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

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo $N_{b,Rd}$ en una barra comprimida viene dada por:

$$N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_{yd} \quad N_{b,Rd} : \underline{51.095} \text{ t}$$

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A :** 28.50 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd} :** 2669.77 kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y :** 2803.26 kp/cm²

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M1} :** 1.05

χ : Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - (\bar{\lambda})^2}} \leq 1$$

Siendo:

$$\Phi = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha \cdot (\bar{\lambda} - 0.2) + (\bar{\lambda})^2 \right]$$

α : Coeficiente de imperfección elástica.

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

N_{cr} : Axil crítico de pandeo elástico.

$$\chi_y : \underline{0.86}$$

$$\chi_z : \underline{0.67}$$

$$\phi_y : \underline{0.77}$$

$$\phi_z : \underline{1.01}$$

$$\alpha_y : \underline{0.21}$$

$$\alpha_z : \underline{0.34}$$

$$\bar{\lambda}_y : \underline{0.67}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{0.88}$$

$$N_{cr} : \underline{102.260 \text{ t}}$$

El axil crítico de pandeo elástico N_{cr} es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

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

$$N_{cr,y} : \underline{177.374 \text{ t}}$$

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

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

$$N_{cr,z} : \underline{102.260 \text{ t}}$$

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_0^2} \cdot \left[G \cdot I_t + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_w}{L_{kt}^2} \right]$$

$$N_{cr,T} : \underline{\infty}$$

Donde:

I_y : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.

$$I_y : \underline{1940.00 \text{ cm}^4}$$

I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.

$$I_z : \underline{142.00 \text{ cm}^4}$$

I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.

$$I_t : \underline{5.17 \text{ cm}^4}$$

I_w : Constante de alabeo de la sección.

$$I_w : \underline{13012.64 \text{ cm}^6}$$

E : Módulo de elasticidad.

$$E : \underline{2140673 \text{ kp/cm}^2}$$

G : Módulo de elasticidad transversal.

$$G : \underline{825688 \text{ kp/cm}^2}$$

L_{ky} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.

$$L_{ky} : \underline{4.807 \text{ m}}$$

L_{kz} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.

$$L_{kz} : \underline{1.713 \text{ m}}$$

L_{kt} : Longitud efectiva de pandeo por torsión.

$$L_{kt} : \underline{0.000 \text{ m}}$$

i_0 : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.

$$i_0 : \underline{8.55 \text{ cm}}$$

$$i_0 = (i_y^2 + i_z^2 + y_0^2 + z_0^2)^{0.5}$$

Siendo:

i_y, i_z : Radios de giro de la sección bruta,

$$i_y : \underline{8.25 \text{ cm}}$$

respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.

y_0, z_0 : Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

$$i_z : \underline{2.23} \text{ cm}$$

$$y_0 : \underline{0.00} \text{ mm}$$

$$z_0 : \underline{0.00} \text{ mm}$$

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : \underline{0.666} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N32, para la combinación de acciones 0.8·G+1.5·V(0°)H1.

$$M_{Ed}^+ : \text{Momento flector solicitante de cálculo pésimo.} \quad M_{Ed}^+ : \underline{3.629} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N32, para la combinación de acciones 0.8·G+1.5·V(90°)H1.

$$M_{Ed}^- : \text{Momento flector solicitante de cálculo pésimo.} \quad M_{Ed}^- : \underline{3.911} \text{ t}\cdot\text{m}$$

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

$$M_{c,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd} \quad M_{c,Rd} : \underline{5.874} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

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

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

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

$$W_{pl,y} : \underline{220.00} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

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

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

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

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : 0.079$$



Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N32, para la combinación de acciones $0.8 \cdot G + 1.5 \cdot V(0^\circ)H2 + 0.75 \cdot N(R)2$.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : 0.092 \text{ t}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N32, para la combinación de acciones $0.8 \cdot G + 1.5 \cdot V(180^\circ)H2 + 0.75 \cdot N(R)1$.

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : 0.092 \text{ t}\cdot\text{m}$$

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

$$M_{c,Rd} = W_{pl,z} \cdot f_{yd}$$

$$M_{c,Rd} : 1.173 \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

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

$$\text{Clase} : 1$$

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

$$W_{pl,z} : 43.93 \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : 2669.77 \text{ kp/cm}^2$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

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

$$f_y : 2803.26 \text{ kp/cm}^2$$

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

$$\gamma_{M0} : 1.05$$

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : 0.139$$



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N32, para la combinación de acciones $0.8 \cdot G + 1.5 \cdot V(0^\circ)H1$.

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

$$V_{Ed} : 2.396 \text{ t}$$

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

$$V_{c,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$$V_{c,Rd} : \underline{17.264} \text{ t}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{11.20} \text{ cm}^2$$

$$A_v = h \cdot t_w$$

Siendo:

h : Canto de la sección.

$$h : \underline{200.00} \text{ mm}$$

t_w : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{5.60} \text{ mm}$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

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

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

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

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

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

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

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

$$32.68 < 64.71$$

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma.

$$\lambda_w : \underline{32.68}$$

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

λ_{\max} : Esbeltez máxima.

$$\lambda_{\max} : \underline{64.71}$$

$$\lambda_{\max} = 70 \cdot \epsilon$$

ϵ : Factor de reducción.

$$\epsilon : \underline{0.92}$$

$$\epsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia.

$$f_{ref} : \underline{2395.51} \text{ kp/cm}^2$$

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

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta < 0.001$$



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones $0.8 \cdot G + 1.5 \cdot V(180^\circ)H2 + 0.75 \cdot N(R)1$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 0.012 t

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

$$V_{c,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}} \quad V_{c,Rd} : \underline{28.134} \text{ t}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante. A_v : 18.25 cm²

$$A_v = A - d \cdot t_w$$

Siendo:

A : Área de la sección bruta. A : 28.50 cm²

d : Altura del alma. d : 183.00 mm

t_w : Espesor del alma. t_w : 5.60 mm

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 2803.26 kp/cm²

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

γ_{M0} : 1.05

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

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

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2} \quad 2.396 \leq 8.632$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N32, para la combinación de acciones 0.8·G+1.5·V(0°)H1.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 2.396 t

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd}$: 17.264 t

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

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

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2} \quad 0.012 \leq 14.067$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N32, para la combinación de acciones 0.8·G+1.5·V(180°)H2+0.75·N(R)1.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 0.012 t

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

$V_{c,Rd}$: 28.134 t

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$

η : 0.738 ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

η : 0.730 ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + \alpha_y \cdot k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

η : 0.524 ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N32, para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·V(0°)H2+0.75·N(R)2.

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$N_{c,Ed}$: 3.119 t

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.

$M_{y,Ed}^+$: 3.629 t·m

$M_{z,Ed}^+$: 0.092 t·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.

Clase : 1

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta.

$N_{pl,Rd}$: 76.089 t

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

$M_{pl,Rd,y}$: 5.874 t·m

$M_{pl,Rd,z}$: 1.173 t·m

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

A: Área de la sección bruta.

A : 28.50 cm²

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$W_{pl,y}$: 220.00 cm³

$W_{pl,z}$: 43.93 cm³

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

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

f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{M1} : 1.05

k_y , k_z : Coeficientes de interacción.

$$k_y = 1 + (\bar{\lambda}_y - 0.2) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot N_{c,Rd}}$$

k_y : 1.02

$$k_z = 1 + (2 \cdot \bar{\lambda}_z - 0.6) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}}$$

	$k_z : \underline{1.07}$
$C_{m,y}, C_{m,z}$: Factores de momento flector uniforme equivalente.	$C_{m,y} : \underline{1.00}$ $C_{m,z} : \underline{1.00}$
χ_y, χ_z : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.	$\chi_y : \underline{0.86}$ $\chi_z : \underline{0.67}$
$\bar{\lambda}_y, \bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.	$\bar{\lambda}_y : \underline{0.67}$ $\bar{\lambda}_z : \underline{0.88}$
α_y, α_z : Factores dependientes de la clase de la sección.	$\alpha_y : \underline{0.60}$ $\alpha_z : \underline{0.60}$

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

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N32, para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·V(0°)H1.

$$V_{Ed,z} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2} \qquad \mathbf{2.396 \leq 8.632}$$

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.	$V_{Ed,z} : \underline{2.396 \text{ t}}$
$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.	$V_{c,Rd,z} : \underline{17.264 \text{ t}}$

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

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

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

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

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

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$\bar{\lambda}$: 0.88



Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

Clase : 2

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

A : 28.50 cm²

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²

N_{cr}: Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

N_{cr} : 102.260 t

N_{cr,y}: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

N_{cr,y} : 177.374 t

N_{cr,z}: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

N_{cr,z} : 102.260 t

N_{cr,T}: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

N_{cr,T} : ∞

Barra N33/N35

Perfil: IPE-200, Simple con cartelas Material: Acero (S275)						
Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas ⁽¹⁾			
Inicial	Final		Área (cm ²)	I _y ⁽²⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽²⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽³⁾ (cm ⁴)
N33	N35	7.626	28.50	1940.00	142.00	5.17
Notas: ⁽¹⁾ Las características mecánicas y el dibujo mostrados corresponden a la sección inicial del perfil (N33) ⁽²⁾ Inercia respecto al eje indicado ⁽³⁾ Momento de inercia a torsión uniforme						
		Pandeo		Pandeo lateral		
		Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.	
β	0.22	0.63	0.00	0.00		
L _K	1.713	4.807	0.000	0.000		
C _m	1.000	1.000	1.000	1.000		
Notación: β: Coeficiente de pandeo L _K : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos						

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : 0.016 \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N35, para la combinación de acciones 0.8·G+1.5·V(90°)H1.

$$N_{t,Ed} : \text{Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.} \quad N_{t,Ed} : \underline{1.201} \text{ t}$$

La resistencia de cálculo a tracción $N_{t,Rd}$ viene dada por:

$$N_{t,Rd} = A \cdot f_{yd} \quad N_{t,Rd} : \underline{76.089} \text{ t}$$

Donde:

$$A : \text{Área bruta de la sección transversal de la barra.} \quad A : \underline{28.50} \text{ cm}^2$$

$$f_{yd} : \text{Resistencia de cálculo del acero.} \quad f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

$$f_y : \text{Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} \quad f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

$$\gamma_{M0} : \text{Coeficiente parcial de seguridad del material.} \quad \gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.057} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.085} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N33, para la combinaci3n de acciones $1.35 \cdot G + 0.9 \cdot V(180^\circ)H2 + 1.5 \cdot N(EI)$.

$$N_{c,Ed} : \text{Axil de compresi3n solicitante de cálculo pésimo.} \quad N_{c,Ed} : \underline{4.338} \text{ t}$$

La resistencia de cálculo a compresi3n $N_{c,Rd}$ viene dada por:

$$N_{c,Rd} = A \cdot f_{yd} \quad N_{c,Rd} : \underline{76.089} \text{ t}$$

Donde:

Clase: Clase de la secci3n, según la capacidad de deformaci3n y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una secci3n. **Clase :** 2

A:  rea de la secci3n bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A :** 28.50 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd} :** 2669.77 kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y :** 2803.26 kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0} :** 1.05

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo $N_{b,Rd}$ en una barra comprimida viene dada por:

$$N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_{yd} \quad N_{b,Rd} : \underline{51.095} \text{ t}$$

Donde:

A:  rea de la secci3n bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A :** 28.50 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd} :** 2669.77 kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y :** 2803.26 kp/cm²

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M1} :** 1.05

χ : Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - (\bar{\lambda})^2}} \leq 1$$

$$\chi_y : \underline{0.86}$$

$$\chi_z : \underline{0.67}$$

Siendo:

$$\Phi = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha \cdot (\bar{\lambda} - 0.2) + (\bar{\lambda})^2 \right]$$

$$\phi_y : \underline{0.77}$$

$$\phi_z : \underline{1.01}$$

α : Coeficiente de imperfección elástica.

$$\alpha_y : \underline{0.21}$$

$$\alpha_z : \underline{0.34}$$

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$$\bar{\lambda}_y : \underline{0.67}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{0.88}$$

N_{cr} : Axil crítico de pandeo elástico.

$$N_{cr} : \underline{102.260 \text{ t}}$$

El axil crítico de pandeo elástico N_{cr} es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$$N_{cr,y} : \underline{177.374 \text{ t}}$$

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{ky}^2}$$

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$$N_{cr,z} : \underline{102.260 \text{ t}}$$

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{kz}^2}$$

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} : \underline{\infty}$$

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_0^2} \cdot \left[G \cdot I_t + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_w}{L_{kt}^2} \right]$$

Donde:

I_y : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.

$$I_y : \underline{1940.00 \text{ cm}^4}$$

I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.

$$I_z : \underline{142.00 \text{ cm}^4}$$

I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.

$$I_t : \underline{5.17 \text{ cm}^4}$$

I_w : Constante de alabeo de la sección.

$$I_w : \underline{13012.64 \text{ cm}^6}$$

E : Módulo de elasticidad.

$$E : \underline{2140673 \text{ kp/cm}^2}$$

G : Módulo de elasticidad transversal.

$$G : \underline{825688 \text{ kp/cm}^2}$$

L_{ky} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.

$$L_{ky} : \underline{4.807 \text{ m}}$$

L_{kz} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.

$$L_{kz} : \underline{1.713 \text{ m}}$$

L_{kt} : Longitud efectiva de pandeo por torsión.

$$L_{kt} : \underline{0.000 \text{ m}}$$

i_0 : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.

$$i_0 : \underline{8.55 \text{ cm}}$$

$$i_0 = \left(i_y^2 + i_z^2 + y_0^2 + z_0^2 \right)^{0.5}$$

Siendo:

i_y, i_z : Radios de giro de la sección bruta,

$$i_y : \underline{8.25 \text{ cm}}$$

respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.

y_0, z_0 : Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

$$i_z : \underline{2.23} \text{ cm}$$

$$y_0 : \underline{0.00} \text{ mm}$$

$$z_0 : \underline{0.00} \text{ mm}$$

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.666} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N33, para la combinación de acciones 0.8·G+1.5·V(180°)H1.

$$M_{Ed}^+ : \text{Momento flector solicitante de cálculo pésimo.} \quad M_{Ed}^+ : \underline{3.629} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N33, para la combinación de acciones 0.8·G+1.5·V(90°)H1.

$$M_{Ed}^- : \text{Momento flector solicitante de cálculo pésimo.} \quad M_{Ed}^- : \underline{3.911} \text{ t}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd} \quad M_{c,Rd} : \underline{5.874} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,y} : \underline{220.00} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

η : **0.079**



Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N33, para la combinación de acciones $0.8 \cdot G + 1.5 \cdot V(0^\circ)H2 + 0.75 \cdot N(R)2$.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

M_{Ed}^+ : 0.092 t·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N33, para la combinación de acciones $0.8 \cdot G + 1.5 \cdot V(180^\circ)H2 + 0.75 \cdot N(R)1$.

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

M_{Ed}^- : 0.092 t·m

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,z} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$: 1.173 t·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

Clase : 1

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$W_{pl,z}$: 43.93 cm³

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{M0} : 1.05

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

η : **0.139**



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N33, para la combinación de acciones $0.8 \cdot G + 1.5 \cdot V(180^\circ)H1$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 2.396 t

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$$V_{c,Rd} : \underline{17.264} \text{ t}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{11.20} \text{ cm}^2$$

$$A_v = h \cdot t_w$$

Siendo:

h : Canto de la sección.

$$h : \underline{200.00} \text{ mm}$$

t_w : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{5.60} \text{ mm}$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{d}{t_w} < 70 \cdot \epsilon$$

$$32.68 < 64.71$$

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma.

$$\lambda_w : \underline{32.68}$$

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

$\lambda_{m\acute{a}x}$: Esbeltez máxima.

$$\lambda_{m\acute{a}x} : \underline{64.71}$$

$$\lambda_{m\acute{a}x} = 70 \cdot \epsilon$$

ϵ : Factor de reducción.

$$\epsilon : \underline{0.92}$$

$$\epsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia.

$$f_{ref} : \underline{2395.51} \text{ kp/cm}^2$$

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta < 0.001$$



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones $0.8 \cdot G + 1.5 \cdot V(180^\circ)H2 + 0.75 \cdot N(R)1$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 0.012 t

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}} \quad V_{c,Rd} : \underline{28.134} \text{ t}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante. A_v : 18.25 cm²

$$A_v = A - d \cdot t_w$$

Siendo:

A : Área de la sección bruta. A : 28.50 cm²

d : Altura del alma. d : 183.00 mm

t_w : Espesor del alma. t_w : 5.60 mm

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{M0} : 1.05

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2} \quad 2.396 \leq 8.632$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N33, para la combinación de acciones 0.8·G+1.5·V(180°)H1.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 2.396 t

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd}$: 17.264 t

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2} \quad 0.012 \leq 14.067$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N33, para la combinación de acciones 0.8·G+1.5·V(180°)H2+0.75·N(R)1.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 0.012 t

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$V_{c,Rd}$: 28.134 t

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$

η : 0.738 ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

η : 0.730 ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + \alpha_y \cdot k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

η : 0.524 ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N33, para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·V(180°)H2+0.75·N(R)1.

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$N_{c,Ed}$: 3.119 t

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.

$M_{y,Ed}^+$: 3.629 t·m

$M_{z,Ed}^-$: 0.092 t·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.

Clase : 1

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta.

$N_{pl,Rd}$: 76.089 t

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

$M_{pl,Rd,y}$: 5.874 t·m

$M_{pl,Rd,z}$: 1.173 t·m

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

A: Área de la sección bruta.

A : 28.50 cm²

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$W_{pl,y}$: 220.00 cm³

$W_{pl,z}$: 43.93 cm³

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{M1} : 1.05

k_y , k_z : Coeficientes de interacción.

$$k_y = 1 + (\bar{\lambda}_y - 0.2) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot N_{c,Rd}}$$

k_y : 1.02

$$k_z = 1 + (2 \cdot \bar{\lambda}_z - 0.6) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}}$$

	$k_z : \underline{1.07}$
$C_{m,y}, C_{m,z}$: Factores de momento flector uniforme equivalente.	$C_{m,y} : \underline{1.00}$ $C_{m,z} : \underline{1.00}$
χ_y, χ_z : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.	$\chi_y : \underline{0.86}$ $\chi_z : \underline{0.67}$
$\bar{\lambda}_y, \bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.	$\bar{\lambda}_y : \underline{0.67}$ $\bar{\lambda}_z : \underline{0.88}$
α_y, α_z : Factores dependientes de la clase de la sección.	$\alpha_y : \underline{0.60}$ $\alpha_z : \underline{0.60}$

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N33, para la combinación de acciones 0.8·G+1.5·V(180°)H1.

$$V_{Ed,z} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$$

$$2.396 \leq 8.632$$

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed,z} : \underline{2.396 \text{ t}}$$

$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd,z} : \underline{17.264 \text{ t}}$$

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$\bar{\lambda}$: 0.88



Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

Clase : 2

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

A : 28.50 cm²

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²

N_{cr}: Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

N_{cr} : 102.260 t

N_{cr,y}: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

N_{cr,y} : 177.374 t

N_{cr,z}: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

N_{cr,z} : 102.260 t

N_{cr,T}: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

N_{cr,T} : ∞

4.- PLACAS DE ANCLAJE

4.1.- Descripción

Descripción				
Referencia	Placa base	Disposición	Rigidizadores	Pernos
N1,N3	Ancho X: 350 mm Ancho Y: 300 mm Espesor: 15 mm	Posición X: Centrada Posición Y: Centrada	Paralelos X: - Paralelos Y: 2(100x0x5.0)	6Ø14 mm L=45 cm Prolongación recta
N32,N33	Ancho X: 300 mm Ancho Y: 400 mm Espesor: 15 mm	Posición X: Centrada Posición Y: Centrada	Paralelos X: - Paralelos Y: 2(100x0x5.0)	6Ø16 mm L=35 cm Prolongación recta

4.2.- Medición placas de anclaje

Pilares	Acero	Peso kp	Totales kp
N1, N3	S275	2 x 14.21	
N32, N33	S275	2 x 16.49	
			61.39
Totales			61.39

4.3.- Medición pernos placas de anclaje

Pilares	Pernos	Acero	Longitud m	Peso kp	Totales m	Totales kp
N1, N3	12Ø14 mm L=51 cm	B 400 S, Ys = 1.15 (corrugado)	12 x 0.51	12 x 0.62		
N32, N33	12Ø16 mm L=41 cm	B 400 S, Ys = 1.15 (corrugado)	12 x 0.41	12 x 0.65		
					11.04	15.17
Totales					11.04	15.17

4.4.- Comprobación de las placas de anclaje

Referencia: N1 -Placa base: Ancho X: 350 mm Ancho Y: 300 mm Espesor: 15 mm -Pernos: 6Ø14 mm L=45 cm Prolongación recta -Disposición: Posición X: Centrada Posición Y: Centrada -Rigidizadores: Paralelos X: - Paralelos Y: 2(100x0x5.0)		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: <i>3 diámetros</i>	Mínimo: 42 mm Calculado: 146 mm	Cumple
Separación mínima pernos-perfil: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 21 mm Calculado: 35 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 21 mm Calculado: 30 mm	Cumple
Esbeltez de rigidizadores: - Paralelos a Y:	Máximo: 50 Calculado: 41.2	Cumple
Longitud mínima del perno: <i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>	Mínimo: 17 cm Calculado: 45 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón: - Tracción:	Máximo: 5.489 t Calculado: 4.694 t	Cumple

Referencia: N1 -Placa base: Ancho X: 350 mm Ancho Y: 300 mm Espesor: 15 mm -Pernos: 6Ø14 mm L=45 cm Prolongación recta -Disposición: Posición X: Centrada Posición Y: Centrada -Rigidizadores: Paralelos X: - Paralelos Y: 2(100x0x5.0)		
Comprobación	Valores	Estado
- Cortante:	Máximo: 3.843 t Calculado: 0.227 t	Cumple
- Tracción + Cortante:	Máximo: 5.489 t Calculado: 5.018 t	Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 5.023 t Calculado: 4.722 t	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 4077.47 kp/cm ² Calculado: 3077.01 kp/cm ²	Cumple
Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 11.774 t Calculado: 0.227 t	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales:	Máximo: 2803.26 kp/cm ²	
- Derecha:	Calculado: 2240.83 kp/cm ²	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 2594.89 kp/cm ²	Cumple
- Arriba:	Calculado: 1297.4 kp/cm ²	Cumple
- Abajo:	Calculado: 1312.98 kp/cm ²	Cumple
Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i>	Mínimo: 250	
- Derecha:	Calculado: 492.967	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 547.367	Cumple
- Arriba:	Calculado: 12330.8	Cumple
- Abajo:	Calculado: 11215.4	Cumple
Tensión de Von Mises local: <i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>	Máximo: 2803.26 kp/cm ² Calculado: 2254.59 kp/cm ²	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Referencia: N3 -Placa base: Ancho X: 350 mm Ancho Y: 300 mm Espesor: 15 mm -Pernos: 6Ø14 mm L=45 cm Prolongación recta -Disposición: Posición X: Centrada Posición Y: Centrada -Rigidizadores: Paralelos X: - Paralelos Y: 2(100x0x5.0)		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: <i>3 diámetros</i>	Mínimo: 42 mm Calculado: 146 mm	Cumple
Separación mínima pernos-perfil: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 21 mm Calculado: 35 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 21 mm Calculado: 30 mm	Cumple

Referencia: N3 -Placa base: Ancho X: 350 mm Ancho Y: 300 mm Espesor: 15 mm -Pernos: 6Ø14 mm L=45 cm Prolongación recta -Disposición: Posición X: Centrada Posición Y: Centrada -Rigidizadores: Paralelos X: - Paralelos Y: 2(100x0x5.0)		
Comprobación	Valores	Estado
Esbeltez de rigidizadores: - Paralelos a Y:	Máximo: 50 Calculado: 41.2	Cumple
Longitud mínima del perno: <i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>	Mínimo: 17 cm Calculado: 45 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón: - Tracción: - Cortante: - Tracción + Cortante:	Máximo: 5.489 t Calculado: 4.694 t Máximo: 3.843 t Calculado: 0.227 t Máximo: 5.489 t Calculado: 5.018 t	Cumple Cumple Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 5.023 t Calculado: 4.722 t	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 4077.47 kp/cm ² Calculado: 3077.01 kp/cm ²	Cumple
Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 11.774 t Calculado: 0.227 t	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales: - Derecha: - Izquierda: - Arriba: - Abajo:	Máximo: 2803.26 kp/cm ² Calculado: 2594.89 kp/cm ² Calculado: 2240.83 kp/cm ² Calculado: 1297.4 kp/cm ² Calculado: 1312.98 kp/cm ²	Cumple Cumple Cumple Cumple
Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i> - Derecha: - Izquierda: - Arriba: - Abajo:	Mínimo: 250 Calculado: 547.367 Calculado: 492.967 Calculado: 12330.8 Calculado: 11215.4	Cumple Cumple Cumple Cumple
Tensión de Von Mises local: <i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>	Máximo: 2803.26 kp/cm ² Calculado: 2254.59 kp/cm ²	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Referencia: N32 -Placa base: Ancho X: 300 mm Ancho Y: 400 mm Espesor: 15 mm -Pernos: 6Ø16 mm L=35 cm Prolongación recta -Disposición: Posición X: Centrada Posición Y: Centrada -Rigidizadores: Paralelos X: - Paralelos Y: 2(100x0x5.0)		

Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: <i>3 diámetros</i>	Mínimo: 48 mm Calculado: 121 mm	Cumple
Separación mínima pernos-perfil: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 24 mm Calculado: 50 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 24 mm Calculado: 30 mm	Cumple
Esbeltez de rigidizadores: - Paralelos a Y:	Máximo: 50 Calculado: 49	Cumple
Longitud mínima del perno: <i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>	Mínimo: 19 cm Calculado: 25 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón: - Tracción: - Cortante: - Tracción + Cortante:	Máximo: 4.879 t Calculado: 4.013 t Máximo: 3.416 t Calculado: 0.399 t Máximo: 4.879 t Calculado: 4.583 t	Cumple Cumple Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 6.557 t Calculado: 4.042 t	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 4077.47 kp/cm ² Calculado: 2037.15 kp/cm ²	Cumple
Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 13.456 t Calculado: 0.399 t	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales: - Derecha: - Izquierda: - Arriba: - Abajo:	Máximo: 2803.26 kp/cm ² Calculado: 761.601 kp/cm ² Calculado: 761.601 kp/cm ² Calculado: 2301.87 kp/cm ² Calculado: 2064.91 kp/cm ²	Cumple Cumple Cumple Cumple
Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i> - Derecha: - Izquierda: - Arriba: - Abajo:	Mínimo: 250 Calculado: 1601.04 Calculado: 1601.04 Calculado: 3478.25 Calculado: 3901.16	Cumple Cumple Cumple Cumple
Tensión de Von Mises local: <i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>	Máximo: 2803.26 kp/cm ² Calculado: 1591.46 kp/cm ²	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Avisos:		

Referencia: N32 -Placa base: Ancho X: 300 mm Ancho Y: 400 mm Espesor: 15 mm -Pernos: 6Ø16 mm L=35 cm Prolongación recta -Disposición: Posición X: Centrada Posición Y: Centrada -Rigidizadores: Paralelos X: - Paralelos Y: 2(100x0x5.0)		
Comprobación	Valores	Estado
- La longitud de anclaje necesaria para los pernos (35.0 cm) es mayor que la disponible (25.0 cm).		
Referencia: N33 -Placa base: Ancho X: 300 mm Ancho Y: 400 mm Espesor: 15 mm -Pernos: 6Ø16 mm L=35 cm Prolongación recta -Disposición: Posición X: Centrada Posición Y: Centrada -Rigidizadores: Paralelos X: - Paralelos Y: 2(100x0x5.0)		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: <i>3 diámetros</i>	Mínimo: 48 mm Calculado: 121 mm	Cumple
Separación mínima pernos-perfil: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 24 mm Calculado: 50 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 24 mm Calculado: 30 mm	Cumple
Esbeltez de rigidizadores: - Paralelos a Y:	Máximo: 50 Calculado: 49	Cumple
Longitud mínima del perno: <i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>	Mínimo: 19 cm Calculado: 25 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón: - Tracción: - Cortante: - Tracción + Cortante:	Máximo: 4.879 t Calculado: 4.013 t Máximo: 3.416 t Calculado: 0.399 t Máximo: 4.879 t Calculado: 4.583 t	Cumple Cumple Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 6.557 t Calculado: 4.042 t	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 4077.47 kp/cm ² Calculado: 2037.15 kp/cm ²	Cumple
Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 13.456 t Calculado: 0.399 t	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales: - Derecha: - Izquierda: - Arriba: - Abajo:	Máximo: 2803.26 kp/cm ² Calculado: 761.601 kp/cm ² Calculado: 761.601 kp/cm ² Calculado: 2301.87 kp/cm ² Calculado: 2064.91 kp/cm ²	Cumple Cumple Cumple Cumple

Referencia: N33 -Placa base: Ancho X: 300 mm Ancho Y: 400 mm Espesor: 15 mm -Pernos: 6Ø16 mm L=35 cm Prolongación recta -Disposición: Posición X: Centrada Posición Y: Centrada -Rigidizadores: Paralelos X: - Paralelos Y: 2(100x0x5.0)		
Comprobación	Valores	Estado
Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i> - Derecha: - Izquierda: - Arriba: - Abajo:	Mínimo: 250 Calculado: 1601.04 Calculado: 1601.04 Calculado: 3478.25 Calculado: 3901.16	 Cumple Cumple Cumple Cumple
Tensión de Von Mises local: <i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>	Máximo: 2803.26 kp/cm ² Calculado: 1591.46 kp/cm ²	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

4.5 ASTIAL PUERTA

ÍNDICE

1.- GEOMETRÍA	32
1.1.- Nudos	32
1.2.- Barras	32
1.2.1.- Materiales utilizados	32
1.2.2.- Descripción	32
1.2.3.- Características mecánicas	33
1.2.4.- Tabla de medición	33
1.2.5.- Resumen de medición	33
2.- CARGAS	33
2.1.- Barras	33
3.- RESULTADOS	35
3.1.- Nudos	35
3.1.1.- Desplazamientos	35
3.1.2.- Reacciones	37
3.2.- Barras	37
3.2.1.- Esfuerzos	37
3.2.2.- Resistencia	42
3.2.3.- Flechas	43
3.2.4.- Comprobaciones E.L.U. (Completo)	43
4.- PLACAS DE ANCLAJE	90
4.1.- Descripción	90
4.2.- Medición placas de anclaje	90
4.3.- Medición pernos placas de anclaje	90
4.4.- Comprobación de las placas de anclaje	90



1.- GEOMETRÍA

1.1.- Nudos

Referencias:

$\Delta_x, \Delta_y, \Delta_z$: Desplazamientos prescritos en ejes globales.

$\theta_x, \theta_y, \theta_z$: Giros prescritos en ejes globales.

Dx, Dy, Dz: Desplazamientos ligados en ejes globales.

Cada grado de libertad se marca con 'X' si está coaccionado y, en caso contrario, con '-'.
'.

Nudos													
Referencia	Coordenadas			Vinculación exterior						Vinculación interior	Ligaduras		
	X (m)	Y (m)	Z (m)	Δ_x	Δ_y	Δ_z	θ_x	θ_y	θ_z		Dx	Dy	
N26	29.800	0.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado	-	-	
N27	29.800	0.000	6.500	-	-	-	-	-	-	Empotrado	1	1	
N28	29.800	14.800	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado	-	-	
N29	29.800	14.800	6.500	-	-	-	-	-	-	Empotrado	1	1	
N30	29.800	7.400	8.200	-	-	-	-	-	-	Articulado	1	1	
N31	29.800	7.400	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado	-	-	

1.2.- Barras

1.2.1.- Materiales utilizados

Materiales utilizados							
Material		E	ν	G	f_v	α_t	γ
Tipo	Designación	(kp/cm ²)		(kp/cm ²)	(kp/cm ²)	(m/m°C)	(kg/dm ³)
Acero laminado	S275	2140672.78	0.300	825688.07	2803.26	1.2e-005	7.85

Notación:
E: Módulo de elasticidad
 ν : Módulo de Poisson
G: Módulo de cortadura
 f_v : Límite elástico
 α_t : Coeficiente de dilatación
 γ : Peso específico

1.2.2.- Descripción

Descripción									
Material		Barra	Pieza	Perfil(Serie)	Longitud (m)	β_{xy}	β_{xz}	Lb _{Sud.} (m)	Lb _{Inf.} (m)
Tipo	Designación	(Ni/Nf)	(Ni/Nf)						
Acero laminado	S275	N26/N27	N26/N27	HEA-180 (HEA)	6.50	0.22	0.23	6.50	1.46
		N28/N29	N28/N29	HEA-180 (HEA)	6.50	0.22	0.23	1.46	6.50
		N27/N30	N27/N30	IPE-240 (IPE)	7.59	0.19	0.00	1.41	7.59
		N29/N30	N29/N30	IPE-240 (IPE)	7.59	0.19	0.00	1.41	7.59
		N31/N30	N31/N30	HEA-200 (HEA)	8.20	0.22	0.63	-	-



Listados

nave 30x15 Osorno_rev01

Fecha: 21/08/15

Descripción									
Material		Barra	Pieza	Perfil(Serie)	Longitud	β_{xy}	β_{xz}	Lb _{Sup.}	Lb _{Inf.}
Tipo	Designación	(Ni/Nf)	(Ni/Nf)		(m)			(m)	(m)
<p><i>Notación:</i> <i>Ni: Nudo inicial</i> <i>Nf: Nudo final</i> <i>β_{xy}: Coeficiente de pandeo en el plano 'XY'</i> <i>β_{xz}: Coeficiente de pandeo en el plano 'XZ'</i> <i>Lb_{Sup.}: Separación entre arriostramientos del ala superior</i> <i>Lb_{Inf.}: Separación entre arriostramientos del ala inferior</i></p>									

1.2.3.- Características mecánicas

Tipos de pieza	
Ref.	Piezas
1	N26/N27 y N28/N29
2	N27/N30 y N29/N30
3	N31/N30

Características mecánicas									
Material		Ref.	Descripción	A	A _{vy}	A _{vz}	I _{yy}	I _{zz}	It
Tipo	Designación			(cm ²)	(cm ²)	(cm ²)	(cm ⁴)	(cm ⁴)	(cm ⁴)
Acero laminado	S275	1	HEA-180, (HEA)	45.30	25.65	8.21	2510.00	925.00	11.38
		2	IPE-240, Simple con cartelas, (IPE)	39.10	17.64	12.30	3890.00	284.00	9.28
		3	HEA-200, (HEA)	53.80	30.00	9.95	3692.00	1336.00	14.89
<p><i>Notación:</i> <i>Ref.: Referencia</i> <i>A: Área de la sección transversal</i> <i>A_{vy}: Área de cortante de la sección según el eje local 'Y'</i> <i>A_{vz}: Área de cortante de la sección según el eje local 'Z'</i> <i>I_{yy}: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Y'</i> <i>I_{zz}: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Z'</i> <i>It: Inercia a torsión</i> <i>Las características mecánicas de las piezas corresponden a la sección en el punto medio de las mismas.</i></p>									

1.2.4.- Tabla de medición

Tabla de medición						
Material		Pieza	Perfil(Serie)	Longitud	Volumen	Peso
Tipo	Designación	(Ni/Nf)		(m)	(m ³)	(kg)
Acero laminado	S275	N26/N27	HEA-180 (HEA)	6.50	0.029	231.14
		N28/N29	HEA-180 (HEA)	6.50	0.029	231.14
		N27/N30	IPE-240 (IPE)	7.59	0.030	233.05
		N29/N30	IPE-240 (IPE)	7.59	0.030	233.05
		N31/N30	HEA-200 (HEA)	8.20	0.044	346.31
<p><i>Notación:</i> <i>Ni: Nudo inicial</i> <i>Nf: Nudo final</i></p>						

1.2.5.- Resumen de medición

Resumen de medición													
Material		Serie	Perfil	Longitud			Volumen			Peso			
Tipo	Designación			Perfil (m)	Serie (m)	Material (m)	Perfil (m ³)	Serie (m ³)	Material (m ³)	Perfil (kg)	Serie (kg)	Material (kg)	
Acero laminado	S275	HEA	HEA-180	13.00			0.059			462.29			
			HEA-200	8.20			0.044			346.31			
			IPE-240, Simple con cartelas		21.20			0.103			808.60		
					15.19			0.059			466.10		
			IPE		15.19			0.059			466.10		
						36.39			0.162			1274.69	



2.- CARGAS

2.1.- Barras

Referencias:

'P1', 'P2':

- Cargas puntuales, uniformes, en faja y momentos puntuales: 'P1' es el valor de la carga. 'P2' no se utiliza.
- Cargas trapezoidales: 'P1' es el valor de la carga en el punto donde comienza (L1) y 'P2' es el valor de la carga en el punto donde termina (L2).
- Cargas triangulares: 'P1' es el valor máximo de la carga. 'P2' no se utiliza.
- Incrementos de temperatura: 'P1' y 'P2' son los valores de la temperatura en las caras exteriores o paramentos de la pieza. La orientación de la variación del incremento de temperatura sobre la sección transversal dependerá de la dirección seleccionada.

'L1', 'L2':

- Cargas y momentos puntuales: 'L1' es la distancia entre el nudo inicial de la barra y la posición donde se aplica la carga. 'L2' no se utiliza.
- Cargas trapezoidales, en faja, y triangulares: 'L1' es la distancia entre el nudo inicial de la barra y la posición donde comienza la carga, 'L2' es la distancia entre el nudo inicial de la barra y la posición donde termina la carga.

Unidades:

- Cargas puntuales: t
- Momentos puntuales: t·m.
- Cargas uniformes, en faja, triangulares y trapezoidales: t/m.
- Incrementos de temperatura: °C.

Cargas en barras										
Barra	Hipótesis	Tipo	Valores		Posición		Dirección			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Ejes	X	Y	Z
N26/N27	Carga permanente	Uniforme	0.036	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N26/N27	Carga permanente	Uniforme	0.051	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N26/N27	Carga permanente	Faja	0.041	-	4.000	6.500	Globales	0.000	0.000	-1.000
N26/N27	V(0°) H1	Uniforme	0.235	-	-	-	Globales	1.000	0.000	0.000
N26/N27	V(0°) H1	Uniforme	0.070	-	-	-	Globales	1.000	0.000	0.000
N26/N27	V(0°) H1	Faja	0.169	-	4.000	6.500	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N26/N27	V(0°) H2	Uniforme	0.070	-	-	-	Globales	1.000	0.000	0.000
N26/N27	V(0°) H2	Uniforme	0.235	-	-	-	Globales	1.000	0.000	0.000
N26/N27	V(0°) H2	Faja	0.169	-	4.000	6.500	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N26/N27	V(90°) H1	Faja	0.114	-	4.000	6.500	Globales	0.000	-1.000	0.000
N26/N27	V(90°) H1	Uniforme	0.087	-	-	-	Globales	1.000	0.000	0.000
N26/N27	V(180°) H1	Uniforme	0.227	-	-	-	Globales	1.000	0.000	0.000
N26/N27	V(180°) H1	Faja	0.087	-	4.000	6.500	Globales	0.000	-1.000	0.000
N26/N27	V(180°) H2	Uniforme	0.227	-	-	-	Globales	1.000	0.000	0.000
N26/N27	V(180°) H2	Faja	0.087	-	4.000	6.500	Globales	0.000	-1.000	0.000
N26/N27	V(270°) H1	Uniforme	0.199	-	-	-	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N26/N27	V(270°) H1	Faja	0.205	-	4.000	6.500	Globales	0.000	-1.000	0.000
N26/N27	V(270°) H1	Faja	0.046	-	4.000	6.500	Globales	0.000	-1.000	0.000
N28/N29	Carga permanente	Uniforme	0.036	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N28/N29	Carga permanente	Uniforme	0.051	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N28/N29	Carga permanente	Faja	0.041	-	4.000	6.500	Globales	0.000	0.000	-1.000
N28/N29	V(0°) H1	Uniforme	0.227	-	-	-	Globales	1.000	0.000	0.000



Listados

nave 30x15 Osorno_rev01

Fecha: 21/08/15

Cargas en barras										
Barra	Hipótesis	Tipo	Valores		Posición		Dirección			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Ejes	X	Y	Z
N28/N29	V(0°) H1	Faja	0.087	-	4.000	6.500	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N28/N29	V(0°) H2	Faja	0.087	-	4.000	6.500	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N28/N29	V(0°) H2	Uniforme	0.227	-	-	-	Globales	1.000	0.000	0.000
N28/N29	V(90°) H1	Uniforme	0.087	-	-	-	Globales	1.000	0.000	0.000
N28/N29	V(90°) H1	Faja	0.114	-	4.000	6.500	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N28/N29	V(180°) H1	Faja	0.169	-	4.000	6.500	Globales	0.000	-1.000	0.000
N28/N29	V(180°) H1	Uniforme	0.235	-	-	-	Globales	1.000	0.000	-0.000
N28/N29	V(180°) H1	Uniforme	0.070	-	-	-	Globales	1.000	0.000	0.000
N28/N29	V(180°) H2	Uniforme	0.235	-	-	-	Globales	1.000	0.000	-0.000
N28/N29	V(180°) H2	Faja	0.169	-	4.000	6.500	Globales	0.000	-1.000	0.000
N28/N29	V(180°) H2	Uniforme	0.070	-	-	-	Globales	1.000	0.000	0.000
N28/N29	V(270°) H1	Uniforme	0.199	-	-	-	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N28/N29	V(270°) H1	Faja	0.205	-	4.000	6.500	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N28/N29	V(270°) H1	Faja	0.046	-	4.000	6.500	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N27/N30	Carga permanente	Uniforme	0.031	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N27/N30	Carga permanente	Triangular Izq.	0.011	-	0.000	7.593	Globales	0.000	0.000	-1.000
N27/N30	Carga permanente	Uniforme	0.043	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N27/N30	V(0°) H1	Faja	0.220	-	0.000	1.683	Globales	0.000	-0.224	0.975
N27/N30	V(0°) H1	Faja	0.020	-	0.000	1.683	Globales	0.000	-0.224	0.975
N27/N30	V(0°) H1	Faja	0.083	-	1.682	7.593	Globales	-0.000	-0.224	0.975
N27/N30	V(0°) H1	Faja	0.044	-	0.000	1.206	Globales	1.000	0.000	0.000
N27/N30	V(0°) H1	Faja	0.028	-	1.206	2.285	Globales	1.000	0.000	0.000
N27/N30	V(0°) H1	Faja	0.010	-	2.285	3.365	Globales	1.000	0.000	0.000
N27/N30	V(0°) H1	Faja	0.017	-	0.000	0.934	Globales	1.000	0.000	0.000
N27/N30	V(0°) H1	Faja	0.020	-	0.934	2.044	Globales	1.000	0.000	0.000
N27/N30	V(0°) H1	Faja	0.024	-	2.044	3.365	Globales	1.000	0.000	0.000
N27/N30	V(0°) H1	Triangular Izq.	0.028	-	3.365	7.593	Globales	1.000	0.000	0.000
N27/N30	V(0°) H2	Faja	0.033	-	0.000	1.683	Globales	-0.000	0.224	-0.975
N27/N30	V(0°) H2	Faja	0.004	-	0.000	1.683	Globales	-0.000	0.224	-0.975
N27/N30	V(0°) H2	Faja	0.036	-	1.682	7.593	Globales	0.000	0.224	-0.975
N27/N30	V(0°) H2	Faja	0.017	-	0.000	0.934	Globales	1.000	0.000	0.000
N27/N30	V(0°) H2	Faja	0.020	-	0.934	2.044	Globales	1.000	0.000	0.000
N27/N30	V(0°) H2	Faja	0.024	-	2.044	3.365	Globales	1.000	0.000	0.000
N27/N30	V(0°) H2	Triangular Izq.	0.028	-	3.365	7.593	Globales	1.000	0.000	0.000
N27/N30	V(0°) H2	Faja	0.010	-	2.285	3.365	Globales	1.000	0.000	0.000
N27/N30	V(0°) H2	Faja	0.044	-	0.000	1.206	Globales	1.000	0.000	0.000
N27/N30	V(0°) H2	Faja	0.028	-	1.206	2.285	Globales	1.000	0.000	0.000
N27/N30	V(90°) H1	Uniforme	0.119	-	-	-	Globales	0.000	-0.224	0.975
N27/N30	V(90°) H1	Triangular Izq.	0.019	-	0.000	7.593	Globales	1.000	0.000	0.000
N27/N30	V(180°) H1	Faja	0.172	-	5.910	7.593	Globales	-0.000	-0.224	0.975
N27/N30	V(180°) H1	Triangular Izq.	0.051	-	0.000	7.593	Globales	1.000	0.000	0.000
N27/N30	V(180°) H1	Faja	0.101	-	0.000	5.910	Globales	0.000	-0.224	0.975
N27/N30	V(180°) H2	Faja	0.028	-	0.000	5.910	Globales	0.000	-0.224	0.975
N27/N30	V(180°) H2	Faja	0.028	-	5.910	7.593	Globales	-0.000	-0.224	0.975
N27/N30	V(180°) H2	Triangular Izq.	0.051	-	0.000	7.593	Globales	1.000	0.000	0.000
N27/N30	V(270°) H1	Uniforme	0.080	-	-	-	Globales	0.000	-0.224	0.975
N27/N30	V(270°) H1	Triangular Izq.	0.045	-	0.000	7.593	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N27/N30	V(270°) H1	Faja	0.135	-	0.000	3.797	Globales	0.000	-0.224	0.975
N27/N30	V(270°) H1	Faja	0.129	-	3.796	7.593	Globales	-0.000	-0.224	0.975
N27/N30	N(EI)	Uniforme	0.355	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000



Listados

nave 30x15 Osorno_rev01

Fecha: 21/08/15

Cargas en barras										
Barra	Hipótesis	Tipo	Valores		Posición		Dirección			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Ejes	X	Y	Z
N27/N30	N(R) 1	Uniforme	0.178	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N27/N30	N(R) 2	Uniforme	0.355	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N29/N30	Carga permanente	Uniforme	0.031	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N29/N30	Carga permanente	Triangular Izq.	0.011	-	0.000	7.593	Globales	0.000	0.000	-1.000
N29/N30	Carga permanente	Uniforme	0.043	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N29/N30	V(0°) H1	Faja	0.172	-	5.910	7.593	Globales	0.000	0.224	0.975
N29/N30	V(0°) H1	Faja	0.101	-	0.000	5.910	Globales	-0.000	0.224	0.975
N29/N30	V(0°) H1	Triangular Izq.	0.051	-	0.000	7.593	Globales	1.000	0.000	0.000
N29/N30	V(0°) H2	Faja	0.028	-	5.910	7.593	Globales	0.000	0.224	0.975
N29/N30	V(0°) H2	Triangular Izq.	0.051	-	0.000	7.593	Globales	1.000	0.000	0.000
N29/N30	V(0°) H2	Faja	0.028	-	0.000	5.910	Globales	-0.000	0.224	0.975
N29/N30	V(90°) H1	Triangular Izq.	0.019	-	0.000	7.593	Globales	1.000	0.000	0.000
N29/N30	V(90°) H1	Uniforme	0.119	-	-	-	Globales	-0.000	0.224	0.975
N29/N30	V(180°) H1	Faja	0.010	-	2.285	3.365	Globales	1.000	0.000	-0.000
N29/N30	V(180°) H1	Faja	0.017	-	0.000	0.934	Globales	1.000	0.000	0.000
N29/N30	V(180°) H1	Faja	0.020	-	0.934	2.044	Globales	1.000	0.000	0.000
N29/N30	V(180°) H1	Faja	0.024	-	2.044	3.365	Globales	1.000	0.000	0.000
N29/N30	V(180°) H1	Triangular Izq.	0.028	-	3.365	7.593	Globales	1.000	0.000	0.000
N29/N30	V(180°) H1	Faja	0.083	-	1.682	7.593	Globales	0.000	0.224	0.975
N29/N30	V(180°) H1	Faja	0.020	-	0.000	1.682	Globales	-0.000	0.224	0.975
N29/N30	V(180°) H1	Faja	0.220	-	0.000	1.682	Globales	-0.000	0.224	0.975
N29/N30	V(180°) H1	Faja	0.028	-	1.206	2.285	Globales	1.000	0.000	-0.000
N29/N30	V(180°) H1	Faja	0.044	-	0.000	1.206	Globales	1.000	0.000	-0.000
N29/N30	V(180°) H2	Faja	0.033	-	0.000	1.682	Globales	0.000	-0.224	-0.975
N29/N30	V(180°) H2	Faja	0.004	-	0.000	1.682	Globales	0.000	-0.224	-0.975
N29/N30	V(180°) H2	Faja	0.036	-	1.682	7.593	Globales	-0.000	-0.224	-0.975
N29/N30	V(180°) H2	Faja	0.044	-	0.000	1.206	Globales	1.000	0.000	-0.000
N29/N30	V(180°) H2	Triangular Izq.	0.028	-	3.365	7.593	Globales	1.000	0.000	0.000
N29/N30	V(180°) H2	Faja	0.024	-	2.044	3.365	Globales	1.000	0.000	0.000
N29/N30	V(180°) H2	Faja	0.020	-	0.934	2.044	Globales	1.000	0.000	0.000
N29/N30	V(180°) H2	Faja	0.017	-	0.000	0.934	Globales	1.000	0.000	0.000
N29/N30	V(180°) H2	Faja	0.010	-	2.285	3.365	Globales	1.000	0.000	-0.000
N29/N30	V(180°) H2	Faja	0.028	-	1.206	2.285	Globales	1.000	0.000	-0.000
N29/N30	V(270°) H1	Triangular Izq.	0.045	-	0.000	7.593	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N29/N30	V(270°) H1	Uniforme	0.080	-	-	-	Globales	-0.000	0.224	0.975
N29/N30	V(270°) H1	Faja	0.129	-	3.796	7.593	Globales	-0.000	0.224	0.975
N29/N30	V(270°) H1	Faja	0.135	-	0.000	3.796	Globales	-0.000	0.224	0.975
N29/N30	N(EI)	Uniforme	0.355	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N29/N30	N(R) 1	Uniforme	0.355	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N29/N30	N(R) 2	Uniforme	0.178	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N31/N30	Carga permanente	Uniforme	0.042	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N31/N30	Carga permanente	Faja	0.102	-	0.000	6.500	Globales	0.000	0.000	-1.000
N31/N30	Carga permanente	Triangular Izq.	0.102	-	6.500	8.200	Globales	0.000	0.000	-1.000
N31/N30	V(0°) H1	Faja	0.067	-	0.000	6.500	Globales	1.000	0.000	0.000
N31/N30	V(0°) H1	Faja	0.049	-	6.500	6.770	Globales	1.000	0.000	0.000
N31/N30	V(0°) H1	Faja	0.020	-	6.770	7.012	Globales	1.000	0.000	0.000
N31/N30	V(0°) H1	Faja	0.003	-	7.012	7.254	Globales	1.000	0.000	0.000
N31/N30	V(0°) H1	Faja	0.409	-	0.000	6.500	Globales	1.000	0.000	0.000
N31/N30	V(0°) H1	Faja	0.391	-	6.500	6.709	Globales	1.000	0.000	0.000
N31/N30	V(0°) H1	Faja	0.348	-	6.709	6.958	Globales	1.000	0.000	0.000



Listados

nave 30x15 Osorno_rev01

Fecha: 21/08/15

Cargas en barras										
Barra	Hipótesis	Tipo	Valores		Posición		Dirección			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Ejes	X	Y	Z
N31/N30	V(0°) H1	Faja	0.289	-	6.958	7.253	Globales	1.000	0.000	0.000
N31/N30	V(0°) H1	Triangular Izq.	0.253	-	7.253	8.200	Globales	1.000	0.000	0.000
N31/N30	V(0°) H2	Faja	0.067	-	0.000	6.500	Globales	1.000	0.000	0.000
N31/N30	V(0°) H2	Faja	0.049	-	6.500	6.770	Globales	1.000	0.000	0.000
N31/N30	V(0°) H2	Faja	0.020	-	6.770	7.012	Globales	1.000	0.000	0.000
N31/N30	V(0°) H2	Faja	0.003	-	7.012	7.254	Globales	1.000	0.000	0.000
N31/N30	V(0°) H2	Faja	0.409	-	0.000	6.500	Globales	1.000	0.000	0.000
N31/N30	V(0°) H2	Faja	0.391	-	6.500	6.709	Globales	1.000	0.000	0.000
N31/N30	V(0°) H2	Faja	0.348	-	6.709	6.958	Globales	1.000	0.000	0.000
N31/N30	V(0°) H2	Faja	0.289	-	6.958	7.253	Globales	1.000	0.000	0.000
N31/N30	V(0°) H2	Triangular Izq.	0.253	-	7.253	8.200	Globales	1.000	0.000	0.000
N31/N30	V(90°) H1	Faja	0.174	-	0.000	6.500	Globales	1.000	0.000	0.000
N31/N30	V(90°) H1	Triangular Izq.	0.174	-	6.500	8.200	Globales	1.000	0.000	0.000
N31/N30	V(180°) H1	Faja	0.067	-	0.000	6.500	Globales	1.000	0.000	-0.000
N31/N30	V(180°) H1	Faja	0.049	-	6.500	6.770	Globales	1.000	0.000	-0.000
N31/N30	V(180°) H1	Faja	0.020	-	6.770	7.012	Globales	1.000	0.000	-0.000
N31/N30	V(180°) H1	Faja	0.003	-	7.012	7.253	Globales	1.000	0.000	-0.000
N31/N30	V(180°) H1	Faja	0.409	-	0.000	6.500	Globales	1.000	0.000	0.000
N31/N30	V(180°) H1	Faja	0.391	-	6.500	6.709	Globales	1.000	0.000	0.000
N31/N30	V(180°) H1	Faja	0.348	-	6.709	6.958	Globales	1.000	0.000	0.000
N31/N30	V(180°) H1	Faja	0.289	-	6.958	7.254	Globales	1.000	0.000	0.000
N31/N30	V(180°) H1	Triangular Izq.	0.253	-	7.254	8.200	Globales	1.000	0.000	0.000
N31/N30	V(180°) H2	Faja	0.067	-	0.000	6.500	Globales	1.000	0.000	-0.000
N31/N30	V(180°) H2	Faja	0.049	-	6.500	6.770	Globales	1.000	0.000	-0.000
N31/N30	V(180°) H2	Faja	0.020	-	6.770	7.012	Globales	1.000	0.000	-0.000
N31/N30	V(180°) H2	Faja	0.003	-	7.012	7.253	Globales	1.000	0.000	-0.000
N31/N30	V(180°) H2	Faja	0.409	-	0.000	6.500	Globales	1.000	0.000	0.000
N31/N30	V(180°) H2	Faja	0.391	-	6.500	6.709	Globales	1.000	0.000	0.000
N31/N30	V(180°) H2	Faja	0.348	-	6.709	6.958	Globales	1.000	0.000	0.000
N31/N30	V(180°) H2	Faja	0.289	-	6.958	7.254	Globales	1.000	0.000	0.000
N31/N30	V(180°) H2	Triangular Izq.	0.253	-	7.254	8.200	Globales	1.000	0.000	0.000
N31/N30	V(270°) H1	Faja	0.399	-	0.000	6.500	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N31/N30	V(270°) H1	Triangular Izq.	0.399	-	6.500	8.200	Globales	-1.000	-0.000	-0.000

3.- RESULTADOS

3.1.- Nudos

3.1.1.- Desplazamientos

Referencias:

Dx, Dy, Dz: Desplazamientos de los nudos en ejes globales.

Gx, Gy, Gz: Giros de los nudos en ejes globales.

3.1.1.1.- Hipótesis

Desplazamientos de los nudos, por hipótesis							
Referencia	Descripción	Desplazamientos en ejes globales					
		Dx (mm)	Dy (mm)	Dz (mm)	Gx (mRad)	Gy (mRad)	Gz (mRad)
N26	Carga permanente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	V(0°) H1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000



Listados

nave 30x15 Osorno_rev01

Fecha: 21/08/15

Desplazamientos de los nudos, por hipótesis							
Referencia	Descripción	Desplazamientos en ejes globales					
		Dx (mm)	Dy (mm)	Dz (mm)	Gx (mRad)	Gy (mRad)	Gz (mRad)
	V(0°) H2	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.000	0.000
	V(90°) H1	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.000	0.000
	V(180°) H1	0.000	0.000	0.000	-0.000	0.000	0.000
	V(180°) H2	0.000	0.000	0.000	-0.000	-0.000	0.000
	V(270°) H1	0.000	0.000	0.000	-0.000	0.000	0.000
	N(EI)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	N(R) 1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	N(R) 2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
N27	Carga permanente	0.001	0.000	-0.051	-1.236	-0.147	-0.015
	V(0°) H1	0.137	30.169	0.045	0.486	-2.552	-4.290
	V(0°) H2	0.138	37.151	-0.002	-2.239	-2.556	-4.291
	V(90°) H1	32.136	0.000	0.024	1.457	4.895	-0.938
	V(180°) H1	0.137	-30.169	0.027	3.265	-1.883	-3.727
	V(180°) H2	0.138	-37.151	0.004	2.431	-1.886	-3.727
	V(270°) H1	-32.187	0.000	0.069	2.421	-3.950	2.787
	N(EI)	0.004	0.000	-0.099	-5.537	-0.011	-0.000
	N(R) 1	0.003	-4.228	-0.052	-2.508	-0.008	-0.000
	N(R) 2	0.003	4.228	-0.097	-5.798	-0.009	-0.000
N28	Carga permanente	0.000	0.000	0.000	-0.000	0.000	0.000
	V(0°) H1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	V(0°) H2	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.000	0.000
	V(90°) H1	0.000	0.000	0.000	-0.000	0.000	0.000
	V(180°) H1	0.000	0.000	0.000	-0.000	-0.000	0.000
	V(180°) H2	0.000	0.000	0.000	-0.000	0.000	0.000
	V(270°) H1	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.000	0.000
	N(EI)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	N(R) 1	0.000	0.000	0.000	-0.000	0.000	0.000
	N(R) 2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
N29	Carga permanente	0.001	0.000	-0.051	1.236	-0.147	0.015
	V(0°) H1	0.137	30.169	0.027	-3.265	-1.883	3.727
	V(0°) H2	0.138	37.151	0.004	-2.431	-1.886	3.727
	V(90°) H1	32.136	0.000	0.024	-1.457	4.895	0.938
	V(180°) H1	0.137	-30.169	0.045	-0.486	-2.552	4.290
	V(180°) H2	0.138	-37.151	-0.002	2.239	-2.556	4.291
	V(270°) H1	-32.187	0.000	0.069	-2.421	-3.950	-2.787
	N(EI)	0.004	0.000	-0.099	5.537	-0.011	0.000
	N(R) 1	0.003	-4.228	-0.097	5.798	-0.009	0.000
	N(R) 2	0.003	4.228	-0.052	2.508	-0.008	0.000
N30	Carga permanente	0.001	0.000	-0.073	-	-	-
	V(0°) H1	0.137	30.169	0.053	-	-	-
	V(0°) H2	0.138	37.151	-0.001	-	-	-
	V(90°) H1	32.136	0.000	0.053	-	-	-
	V(180°) H1	0.137	-30.169	0.053	-	-	-
	V(180°) H2	0.138	-37.151	-0.001	-	-	-
	V(270°) H1	-32.187	0.000	0.096	-	-	-



Listados

nave 30x15 Osorno_rev01

Fecha: 21/08/15

Desplazamientos de los nudos, por hipótesis							
Referencia	Descripción	Desplazamientos en ejes globales					
		Dx (mm)	Dy (mm)	Dz (mm)	Gx (mRad)	Gy (mRad)	Gz (mRad)
	N(EI)	0.004	0.000	-0.174	-	-	-
	N(R) 1	0.003	-4.228	-0.130	-	-	-
	N(R) 2	0.003	4.228	-0.130	-	-	-
N31	Carga permanente	0.000	0.000	0.000	-0.000	0.000	0.000
	V(0°) H1	0.000	0.000	0.000	-0.000	0.000	0.000
	V(0°) H2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	V(90°) H1	0.000	0.000	0.000	-0.000	0.000	0.000
	V(180°) H1	0.000	0.000	0.000	-0.000	-0.000	0.000
	V(180°) H2	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.000	0.000
	V(270°) H1	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.000	0.000
	N(EI)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	N(R) 1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	N(R) 2	0.000	0.000	0.000	-0.000	0.000	0.000

3.1.1.2.- Envoltentes

Envoltente 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)
N26	Desplazamientos	Valor mínimo de la envoltente	0.000	0.000	0.000	-0.000	-0.000	0.000
		Valor máximo de la envoltente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
N27	Desplazamientos	Valor mínimo de la envoltente	-32.185	-41.379	-0.152	-9.272	-4.108	-4.306
		Valor máximo de la envoltente	32.141	41.379	0.018	2.029	4.749	2.772
N28	Desplazamientos	Valor mínimo de la envoltente	0.000	0.000	0.000	-0.000	-0.000	0.000
		Valor máximo de la envoltente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
N29	Desplazamientos	Valor mínimo de la envoltente	-32.185	-41.379	-0.152	-2.029	-4.108	-2.772
		Valor máximo de la envoltente	32.141	41.379	0.018	9.272	4.749	4.306
N30	Desplazamientos	Valor mínimo de la envoltente	-32.185	-41.379	-0.248	-	-	-
		Valor máximo de la envoltente	32.141	41.379	0.022	-	-	-
N31	Desplazamientos	Valor mínimo de la envoltente	0.000	0.000	0.000	-0.000	-0.000	0.000
		Valor máximo de la envoltente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

3.1.2.- Reacciones

Referencias:

Rx, Ry, Rz: Reacciones en nudos con desplazamientos coaccionados (fuerzas).

Mx, My, Mz: Reacciones en nudos con giros coaccionados (momentos).

3.1.2.1.- Hipótesis

Reacciones en los nudos, por hipótesis							
Referencia	Descripción	Reacciones en ejes globales					
		Rx (t)	Ry (t)	Rz (t)	Mx (t·m)	My (t·m)	Mz (t·m)
N26	Carga permanente	-0.011	0.035	1.058	-0.075	-0.024	0.000
	V(0°) H1	-1.185	-0.325	-0.664	0.972	-1.493	0.001
	V(0°) H2	-1.186	-0.308	0.027	1.003	-1.493	0.001
	V(90°) H1	-0.655	-0.007	-0.356	0.023	-1.922	0.000
	V(180°) H1	-0.881	0.195	-0.397	-0.698	-1.110	0.001
	V(180°) H2	-0.881	0.278	-0.060	-0.944	-1.111	0.001



Listados

nave 30x15 Osorno_rev01

Fecha: 21/08/15

Reacciones en los nudos, por hipótesis							
Referencia	Descripción	Reacciones en ejes globales					
		Rx (t)	Ry (t)	Rz (t)	Mx (t·m)	My (t·m)	Mz (t·m)
	V(270°) H1	1.093	0.007	-1.033	0.003	2.473	-0.000
	N(EI)	-0.001	0.155	1.478	-0.336	-0.002	0.000
	N(R) 1	-0.001	0.107	0.773	-0.271	-0.001	0.000
	N(R) 2	-0.001	0.126	1.444	-0.233	-0.002	0.000
N28	Carga permanente	-0.011	-0.035	1.058	0.075	-0.024	-0.000
	V(0°) H1	-0.881	-0.195	-0.397	0.698	-1.110	-0.001
	V(0°) H2	-0.881	-0.278	-0.060	0.944	-1.111	-0.001
	V(90°) H1	-0.655	0.007	-0.356	-0.023	-1.922	-0.000
	V(180°) H1	-1.185	0.325	-0.664	-0.972	-1.493	-0.001
	V(180°) H2	-1.186	0.308	0.027	-1.003	-1.493	-0.001
	V(270°) H1	1.093	-0.007	-1.033	-0.003	2.473	0.000
	N(EI)	-0.001	-0.155	1.478	0.336	-0.002	-0.000
	N(R) 1	-0.001	-0.126	1.444	0.233	-0.002	-0.000
	N(R) 2	-0.001	-0.107	0.773	0.271	-0.001	-0.000
N31	Carga permanente	-0.000	0.000	1.614	0.000	-0.000	0.000
	V(0°) H1	-2.394	-0.047	-0.751	0.385	-3.870	0.000
	V(0°) H2	-2.394	-0.058	0.012	0.474	-3.870	0.000
	V(90°) H1	-1.013	0.000	-0.751	0.000	-2.543	0.000
	V(180°) H1	-2.394	0.047	-0.751	-0.385	-3.870	0.000
	V(180°) H2	-2.394	0.058	0.012	-0.474	-3.870	0.000
	V(270°) H1	2.146	0.000	-1.342	0.000	4.375	0.000
	N(EI)	-0.000	0.000	2.442	0.000	-0.000	0.000
	N(R) 1	-0.000	0.007	1.831	-0.054	-0.000	0.000
	N(R) 2	-0.000	-0.007	1.831	0.054	-0.000	0.000

3.1.2.2.- Envoltentes

Envoltentes de las reacciones en nudos								
Referencia	Combinación		Reacciones en ejes globales					
	Tipo	Descripción	Rx (t)	Ry (t)	Rz (t)	Mx (t·m)	My (t·m)	Mz (t·m)
N26	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	-1.794	-0.452	-0.491	-1.770	-2.916	-0.001
		Valor máximo de la envolvente	1.628	0.581	3.670	1.429	3.686	0.001
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envolvente	-1.198	-0.290	0.026	-1.355	-1.947	-0.000
		Valor máximo de la envolvente	1.082	0.468	2.563	0.928	2.449	0.001
N28	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	-1.794	-0.581	-0.491	-1.429	-2.916	-0.001
		Valor máximo de la envolvente	1.628	0.452	3.670	1.770	3.686	0.001
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envolvente	-1.198	-0.468	0.026	-0.928	-1.947	-0.001
		Valor máximo de la envolvente	1.082	0.290	2.563	1.355	2.449	0.000
N31	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	-3.592	-0.092	-0.400	-0.751	-5.805	0.000
		Valor máximo de la envolvente	3.219	0.092	5.852	0.751	6.562	0.000
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envolvente	-2.394	-0.064	0.271	-0.528	-3.870	0.000
		Valor máximo de la envolvente	2.146	0.064	4.067	0.528	4.375	0.000

Nota: Las combinaciones de hormigón indicadas son las mismas que se utilizan para comprobar el estado límite de equilibrio en la cimentación.



Listados

nave 30x15 Osorno_rev01

Fecha: 21/08/15

3.2.- Barras

3.2.1.- Esfuerzos

Referencias:

N: Esfuerzo axil (t)

Vy: Esfuerzo cortante según el eje local Y de la barra. (t)

Vz: Esfuerzo cortante según el eje local Z de la barra. (t)

Mt: Momento torsor (t·m)

My: Momento flector en el plano 'XZ' (giro de la sección respecto al eje local 'Y' de la barra). (t·m)

Mz: Momento flector en el plano 'XY' (giro de la sección respecto al eje local 'Z' de la barra). (t·m)

3.2.1.1.- Hipótesis

Esfuerzos en barras, por hipótesis											
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.650 m	1.625 m	2.275 m	3.250 m	4.225 m	4.875 m	5.850 m	6.500 m
N26/N27	Carga permanente	N	-1.058	-1.002	-0.918	-0.862	-0.778	-0.685	-0.602	-0.478	-0.395
		Vy	-0.035	-0.035	-0.035	-0.035	-0.035	-0.035	-0.035	-0.035	-0.035
		Vz	-0.011	-0.011	-0.011	-0.011	-0.011	-0.011	-0.011	-0.011	-0.011
		Mt	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000
		My	-0.024	-0.016	-0.006	0.001	0.012	0.023	0.030	0.041	0.048
		Mz	-0.075	-0.052	-0.019	0.004	0.038	0.071	0.094	0.128	0.150
	V(0°) H1	N	0.664	0.664	0.664	0.664	0.664	0.664	0.664	0.664	0.664
		Vy	0.325	0.325	0.325	0.325	0.325	0.287	0.177	0.012	-0.098
		Vz	-1.185	-0.987	-0.689	-0.491	-0.194	0.104	0.302	0.600	0.798
		Mt	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001
		My	-1.493	-0.787	0.031	0.414	0.748	0.792	0.660	0.220	-0.234
		Mz	0.972	0.761	0.445	0.234	-0.083	-0.395	-0.545	-0.637	-0.609
	V(0°) H2	N	-0.027	-0.027	-0.027	-0.027	-0.027	-0.027	-0.027	-0.027	-0.027
		Vy	0.308	0.308	0.308	0.308	0.308	0.270	0.160	-0.005	-0.114
		Vz	-1.186	-0.987	-0.690	-0.491	-0.194	0.104	0.302	0.600	0.798
		Mt	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001
		My	-1.493	-0.787	0.031	0.414	0.748	0.792	0.661	0.221	-0.233
		Mz	1.003	0.802	0.502	0.301	0.000	-0.296	-0.436	-0.512	-0.473
	V(90°) H1	N	0.356	0.356	0.356	0.356	0.356	0.356	0.356	0.356	0.356
		Vy	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.032	0.107	0.218	0.292
		Vz	-0.655	-0.599	-0.514	-0.457	-0.373	-0.288	-0.231	-0.146	-0.090
		Mt	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000
		My	-1.922	-1.514	-0.972	-0.656	-0.252	0.070	0.239	0.423	0.500
		Mz	0.023	0.019	0.012	0.008	0.001	-0.008	-0.053	-0.211	-0.377
	V(180°) H1	N	0.397	0.397	0.397	0.397	0.397	0.397	0.397	0.397	0.397
		Vy	-0.195	-0.195	-0.195	-0.195	-0.195	-0.175	-0.119	-0.034	0.023
		Vz	-0.881	-0.734	-0.512	-0.365	-0.144	0.078	0.225	0.446	0.594
Mt		-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	
My		-1.110	-0.585	0.022	0.307	0.555	0.587	0.489	0.162	-0.176	
Mz		-0.698	-0.571	-0.381	-0.255	-0.065	0.123	0.219	0.293	0.297	
V(180°) H2	N	0.060	0.060	0.060	0.060	0.060	0.060	0.060	0.060	0.060	
	Vy	-0.278	-0.278	-0.278	-0.278	-0.278	-0.259	-0.202	-0.117	-0.061	
	Vz	-0.881	-0.734	-0.513	-0.365	-0.144	0.077	0.225	0.446	0.594	
	Mt	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	
	My	-1.111	-0.586	0.022	0.307	0.555	0.588	0.490	0.163	-0.175	
	Mz	-0.944	-0.763	-0.492	-0.311	-0.039	0.230	0.380	0.536	0.594	
V(270°) H1	N	1.033	1.033	1.033	1.033	1.033	1.033	1.033	1.033	1.033	
	Vy	-0.007	-0.007	-0.007	-0.007	-0.007	0.049	0.212	0.457	0.620	
	Vz	1.093	0.963	0.768	0.639	0.444	0.250	0.120	-0.074	-0.204	
	Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
	My	2.473	1.805	0.961	0.503	-0.025	-0.363	-0.483	-0.505	-0.415	
	Mz	0.003	0.008	0.015	0.020	0.027	0.027	-0.058	-0.384	-0.734	
N(EI)	N	-1.478	-1.478	-1.478	-1.478	-1.478	-1.478	-1.478	-1.478	-1.478	
	Vy	-0.155	-0.155	-0.155	-0.155	-0.155	-0.155	-0.155	-0.155	-0.155	



Listados

nave 30x15 Osorno_rev01

Fecha: 21/08/15

Esfuerzos en barras, por hipótesis												
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.000 m	0.650 m	1.625 m	2.275 m	3.250 m	4.225 m	4.875 m	5.850 m	6.500 m	
		Vz	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001
		Mt	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000
		My	-0.002	-0.001	-0.001	0.000	0.001	0.002	0.002	0.002	0.003	0.004
		Mz	-0.336	-0.235	-0.084	0.017	0.169	0.320	0.421	0.572	0.673	
	N(R) 1	N	-0.773	-0.773	-0.773	-0.773	-0.773	-0.773	-0.773	-0.773	-0.773	-0.773
		Vy	-0.107	-0.107	-0.107	-0.107	-0.107	-0.107	-0.107	-0.107	-0.107	-0.107
		Vz	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001
		Mt	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000
		My	-0.001	-0.001	-0.000	0.000	0.001	0.001	0.002	0.002	0.002	0.003
	N(R) 2	N	-1.444	-1.444	-1.444	-1.444	-1.444	-1.444	-1.444	-1.444	-1.444	-1.444
		Vy	-0.126	-0.126	-0.126	-0.126	-0.126	-0.126	-0.126	-0.126	-0.126	-0.126
		Vz	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001
		Mt	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000
		My	-0.002	-0.001	-0.000	0.000	0.001	0.001	0.002	0.002	0.003	0.003
	Mz	-0.271	-0.201	-0.097	-0.028	0.076	0.181	0.250	0.354	0.424		

Esfuerzos en barras, por hipótesis											
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.650 m	1.625 m	2.275 m	3.250 m	4.225 m	4.875 m	5.850 m	6.500 m
N28/N29	Carga permanente	N	-1.058	-1.002	-0.918	-0.862	-0.778	-0.685	-0.602	-0.478	-0.395
		Vy	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035
		Vz	-0.011	-0.011	-0.011	-0.011	-0.011	-0.011	-0.011	-0.011	-0.011
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My	-0.024	-0.016	-0.006	0.001	0.012	0.023	0.030	0.041	0.048
		Mz	0.075	0.052	0.019	-0.004	-0.038	-0.071	-0.094	-0.128	-0.150
	V(0°) H1	N	0.397	0.397	0.397	0.397	0.397	0.397	0.397	0.397	0.397
		Vy	0.195	0.195	0.195	0.195	0.195	0.175	0.119	0.034	-0.023
		Vz	-0.881	-0.734	-0.512	-0.365	-0.144	0.078	0.225	0.446	0.594
		Mt	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
		My	-1.110	-0.585	0.022	0.307	0.555	0.587	0.489	0.162	-0.176
		Mz	0.698	0.571	0.381	0.255	0.065	-0.123	-0.219	-0.293	-0.297
	V(0°) H2	N	0.060	0.060	0.060	0.060	0.060	0.060	0.060	0.060	0.060
		Vy	0.278	0.278	0.278	0.278	0.278	0.259	0.202	0.117	0.061
		Vz	-0.881	-0.734	-0.513	-0.365	-0.144	0.077	0.225	0.446	0.594
		Mt	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
		My	-1.111	-0.586	0.022	0.307	0.555	0.588	0.490	0.163	-0.175
		Mz	0.944	0.763	0.492	0.311	0.039	-0.230	-0.380	-0.536	-0.594
	V(90°) H1	N	0.356	0.356	0.356	0.356	0.356	0.356	0.356	0.356	0.356
		Vy	-0.007	-0.007	-0.007	-0.007	-0.007	-0.032	-0.107	-0.218	-0.292
		Vz	-0.655	-0.599	-0.514	-0.457	-0.373	-0.288	-0.231	-0.146	-0.090
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My	-1.922	-1.514	-0.972	-0.656	-0.252	0.070	0.239	0.423	0.500
		Mz	-0.023	-0.019	-0.012	-0.008	-0.001	0.008	0.053	0.211	0.377
	V(180°) H1	N	0.664	0.664	0.664	0.664	0.664	0.664	0.664	0.664	0.664
		Vy	-0.325	-0.325	-0.325	-0.325	-0.325	-0.287	-0.177	-0.012	0.098
		Vz	-1.185	-0.987	-0.689	-0.491	-0.194	0.104	0.302	0.600	0.798
		Mt	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
		My	-1.493	-0.787	0.031	0.414	0.748	0.792	0.660	0.220	-0.234
		Mz	-0.972	-0.761	-0.445	-0.234	0.083	0.395	0.545	0.637	0.609
	V(180°) H2	N	-0.027	-0.027	-0.027	-0.027	-0.027	-0.027	-0.027	-0.027	-0.027
		Vy	-0.308	-0.308	-0.308	-0.308	-0.308	-0.270	-0.160	0.005	0.114
		Vz	-1.186	-0.987	-0.690	-0.491	-0.194	0.104	0.302	0.600	0.798
Mt		0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	
My		-1.493	-0.787	0.031	0.414	0.748	0.792	0.661	0.221	-0.233	
Mz		-1.003	-0.802	-0.502	-0.301	-0.000	0.296	0.436	0.512	0.473	
V(270°) H1	N	1.033	1.033	1.033	1.033	1.033	1.033	1.033	1.033	1.033	
	Vy	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	-0.049	-0.212	-0.457	-0.620	
	Vz	1.093	0.963	0.768	0.639	0.444	0.250	0.120	-0.074	-0.204	
	Mt	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	



Listados

nave 30x15 Osorno_rev01

Fecha: 21/08/15

Esfuerzos en barras, por hipótesis											
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.650 m	1.625 m	2.275 m	3.250 m	4.225 m	4.875 m	5.850 m	6.500 m
		My	2.473	1.805	0.961	0.503	-0.025	-0.363	-0.483	-0.505	-0.415
		Mz	-0.003	-0.008	-0.015	-0.020	-0.027	-0.027	0.058	0.384	0.734
	N(EI)	N	-1.478	-1.478	-1.478	-1.478	-1.478	-1.478	-1.478	-1.478	-1.478
		Vy	0.155	0.155	0.155	0.155	0.155	0.155	0.155	0.155	0.155
		Vz	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My	-0.002	-0.001	-0.001	0.000	0.001	0.002	0.002	0.003	0.004
		Mz	0.336	0.235	0.084	-0.017	-0.169	-0.320	-0.421	-0.572	-0.673
	N(R) 1	N	-1.444	-1.444	-1.444	-1.444	-1.444	-1.444	-1.444	-1.444	-1.444
		Vy	0.126	0.126	0.126	0.126	0.126	0.126	0.126	0.126	0.126
		Vz	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My	-0.002	-0.001	-0.000	0.000	0.001	0.001	0.002	0.003	0.003
		Mz	0.233	0.151	0.028	-0.054	-0.177	-0.300	-0.382	-0.504	-0.586
	N(R) 2	N	-0.773	-0.773	-0.773	-0.773	-0.773	-0.773	-0.773	-0.773	-0.773
Vy		0.107	0.107	0.107	0.107	0.107	0.107	0.107	0.107	0.107	
Vz		-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	
Mt		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
My		-0.001	-0.001	-0.000	0.000	0.001	0.001	0.002	0.002	0.003	
Mz		0.271	0.201	0.097	0.028	-0.076	-0.181	-0.250	-0.354	-0.424	

Esfuerzos en barras, por hipótesis											
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	1.139 m	1.898 m	3.037 m	3.796 m	4.935 m	5.695 m	6.833 m	7.593 m
N27/N30	Carga permanente	N	-0.124	-0.103	-0.089	-0.068	-0.055	-0.035	-0.022	-0.003	0.010
		Vy	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000
		Vz	-0.319	-0.226	-0.165	-0.075	-0.016	0.070	0.127	0.210	0.265
		Mt	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000
		My	-0.150	0.159	0.308	0.444	0.479	0.448	0.373	0.181	0.000
		Mz	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	0.000
	V(0°) H1	N	0.022	0.022	0.022	0.022	0.022	0.022	0.022	0.022	0.022
		Vy	-0.173	-0.102	-0.065	-0.019	0.004	0.028	0.040	0.050	0.052
		Vz	0.628	0.356	0.208	0.114	0.051	-0.043	-0.106	-0.200	-0.263
		Mt	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000
		My	0.609	0.049	-0.156	-0.339	-0.402	-0.407	-0.350	-0.176	0.000
		Mz	-0.136	0.021	0.084	0.130	0.136	0.117	0.091	0.039	-0.000
	V(0°) H2	N	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
		Vy	-0.173	-0.102	-0.065	-0.019	0.004	0.028	0.040	0.050	0.052
		Vz	-0.075	-0.034	-0.007	0.035	0.062	0.104	0.131	0.172	0.200
		Mt	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000
		My	0.473	0.536	0.551	0.535	0.498	0.403	0.314	0.141	0.000
		Mz	-0.136	0.021	0.084	0.130	0.136	0.117	0.091	0.039	-0.000
	V(90°) H1	N	0.073	0.073	0.073	0.073	0.073	0.073	0.073	0.073	0.073
		Vy	-0.053	-0.032	-0.020	-0.005	0.003	0.012	0.017	0.020	0.021
		Vz	0.501	0.366	0.275	0.140	0.050	-0.086	-0.176	-0.311	-0.402
Mt		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
My		0.377	-0.116	-0.360	-0.596	-0.668	-0.648	-0.548	-0.271	0.000	
Mz		-0.027	0.022	0.041	0.056	0.057	0.048	0.037	0.016	-0.000	
V(180°) H1	N	0.066	0.066	0.066	0.066	0.066	0.066	0.066	0.066	0.066	
	Vy	-0.144	-0.091	-0.060	-0.021	0.001	0.025	0.037	0.047	0.049	
	Vz	0.357	0.242	0.166	0.051	-0.026	-0.141	-0.217	-0.398	-0.528	
	Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
	My	-0.296	-0.638	-0.792	-0.915	-0.925	-0.830	-0.694	-0.351	-0.000	
	Mz	-0.118	0.015	0.072	0.117	0.124	0.109	0.085	0.037	-0.000	
V(180°) H2	N	-0.012	-0.012	-0.012	-0.012	-0.012	-0.012	-0.012	-0.012	-0.012	
	Vy	-0.144	-0.091	-0.060	-0.021	0.001	0.025	0.037	0.047	0.049	
	Vz	0.029	-0.003	-0.025	-0.057	-0.078	-0.110	-0.132	-0.164	-0.185	
	Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
	My	-0.594	-0.609	-0.598	-0.552	-0.501	-0.393	-0.301	-0.133	-0.000	
	Mz	-0.118	0.015	0.072	0.117	0.124	0.109	0.085	0.037	-0.000	



Listados

nave 30x15 Osorno_rev01

Fecha: 21/08/15

Esfuerzos en barras, por hipótesis											
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	1.139 m	1.898 m	3.037 m	3.796 m	4.935 m	5.695 m	6.833 m	7.593 m
	V(270°) H1	N	0.065	0.065	0.065	0.065	0.065	0.065	0.065	0.065	0.065
		Vy	0.124	0.077	0.050	0.016	-0.003	-0.025	-0.035	-0.044	-0.045
		Vz	0.909	0.663	0.500	0.254	0.091	-0.147	-0.306	-0.545	-0.704
		Mt	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000
		My	0.734	-0.161	-0.603	-1.032	-1.163	-1.131	-0.959	-0.474	-0.000
		Mz	0.085	-0.029	-0.077	-0.114	-0.118	-0.102	-0.079	-0.034	0.000
		N(EI)	N	-0.487	-0.396	-0.336	-0.245	-0.185	-0.094	-0.034	0.057
Vy	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000		
Vz	-1.403	-1.009	-0.746	-0.352	-0.089	0.306	0.569	0.963	1.226		
Mt	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000		
My	-0.674	0.700	1.366	1.991	2.158	2.035	1.703	0.831	0.000		
Mz	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	0.000		
	N(R) 1	N	-0.345	-0.300	-0.269	-0.224	-0.194	-0.149	-0.118	-0.073	-0.043
		Vy	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	
		Vz	-0.713	-0.516	-0.384	-0.187	-0.056	0.141	0.273	0.470	0.601
		Mt	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	
		My	-0.424	0.276	0.618	0.943	1.036	0.987	0.830	0.407	0.000
		Mz	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	0.000
	N(R) 2	N	-0.385	-0.294	-0.234	-0.143	-0.083	0.008	0.068	0.159	0.219
		Vy	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	
		Vz	-1.392	-0.997	-0.735	-0.340	-0.077	0.317	0.580	0.974	1.237
		Mt	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	
		My	-0.587	0.774	1.431	2.043	2.202	2.065	1.725	0.840	0.000
		Mz	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	0.000

Esfuerzos en barras, por hipótesis											
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	1.139 m	1.898 m	3.037 m	3.796 m	4.935 m	5.695 m	6.833 m	7.593 m
N29/N30	Carga permanente	N	-0.124	-0.103	-0.089	-0.068	-0.055	-0.035	-0.022	-0.003	0.010
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	-0.319	-0.226	-0.165	-0.075	-0.016	0.070	0.127	0.210	0.265
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My	-0.150	0.159	0.308	0.444	0.479	0.448	0.373	0.181	0.000
		Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	V(0°) H1	N	0.066	0.066	0.066	0.066	0.066	0.066	0.066	0.066	0.066
		Vy	0.144	0.091	0.060	0.021	-0.001	-0.025	-0.037	-0.047	-0.049
		Vz	0.357	0.242	0.166	0.051	-0.026	-0.141	-0.217	-0.398	-0.528
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My	-0.296	-0.638	-0.792	-0.915	-0.925	-0.830	-0.694	-0.351	-0.000
		Mz	0.118	-0.015	-0.072	-0.117	-0.124	-0.109	-0.085	-0.037	0.000
	V(0°) H2	N	-0.012	-0.012	-0.012	-0.012	-0.012	-0.012	-0.012	-0.012	-0.012
		Vy	0.144	0.091	0.060	0.021	-0.001	-0.025	-0.037	-0.047	-0.049
		Vz	0.029	-0.003	-0.025	-0.057	-0.078	-0.110	-0.132	-0.164	-0.185
		Mt	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000
		My	-0.594	-0.609	-0.598	-0.552	-0.501	-0.393	-0.301	-0.133	-0.000
		Mz	0.118	-0.015	-0.072	-0.117	-0.124	-0.109	-0.085	-0.037	0.000
V(90°) H1	N	0.073	0.073	0.073	0.073	0.073	0.073	0.073	0.073	0.073	
	Vy	0.053	0.032	0.020	0.005	-0.003	-0.012	-0.017	-0.020	-0.021	
	Vz	0.501	0.366	0.275	0.140	0.050	-0.086	-0.176	-0.311	-0.402	
	Mt	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	
	My	0.377	-0.116	-0.360	-0.596	-0.668	-0.648	-0.548	-0.271	0.000	
	Mz	0.027	-0.022	-0.041	-0.056	-0.057	-0.048	-0.037	-0.016	0.000	
V(180°) H1	N	0.022	0.022	0.022	0.022	0.022	0.022	0.022	0.022	0.022	
	Vy	0.173	0.102	0.065	0.019	-0.004	-0.028	-0.040	-0.050	-0.052	
	Vz	0.628	0.356	0.208	0.114	0.051	-0.043	-0.106	-0.200	-0.263	
	Mt	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	
	My	0.609	0.049	-0.156	-0.339	-0.402	-0.407	-0.350	-0.176	0.000	
	Mz	0.136	-0.021	-0.084	-0.130	-0.136	-0.117	-0.091	-0.039	0.000	
V(180°) H2	N	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	
	Vy	0.173	0.102	0.065	0.019	-0.004	-0.028	-0.040	-0.050	-0.052	



Listados

nave 30x15 Osorno_rev01

Fecha: 21/08/15

Esfuerzos en barras, por hipótesis											
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	1.139 m	1.898 m	3.037 m	3.796 m	4.935 m	5.695 m	6.833 m	7.593 m
		Vz	-0.075	-0.034	-0.007	0.035	0.062	0.104	0.131	0.172	0.200
		Mt	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000
		My	0.473	0.536	0.551	0.535	0.498	0.403	0.314	0.141	0.000
		Mz	0.136	-0.021	-0.084	-0.130	-0.136	-0.117	-0.091	-0.039	0.000
	V(270°) H1	N	0.065	0.065	0.065	0.065	0.065	0.065	0.065	0.065	0.065
		Vy	-0.124	-0.077	-0.050	-0.016	0.003	0.025	0.035	0.044	0.045
		Vz	0.909	0.663	0.500	0.254	0.091	-0.147	-0.306	-0.545	-0.704
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My	0.734	-0.161	-0.603	-1.032	-1.163	-1.131	-0.959	-0.474	-0.000
		Mz	-0.085	0.029	0.077	0.114	0.118	0.102	0.079	0.034	-0.000
		N(EI)	N	-0.487	-0.396	-0.336	-0.245	-0.185	-0.094	-0.034	0.057
	Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
	Vz	-1.403	-1.009	-0.746	-0.352	-0.089	0.306	0.569	0.963	1.226	
	Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
	My	-0.674	0.700	1.366	1.991	2.158	2.035	1.703	0.831	0.000	
	Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.000	
	N(R) 1	N	-0.385	-0.294	-0.234	-0.143	-0.083	0.008	0.068	0.159	0.219
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	-1.392	-0.997	-0.735	-0.340	-0.077	0.317	0.580	0.974	1.237
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My	-0.587	0.774	1.431	2.043	2.202	2.065	1.725	0.840	0.000
		Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.000
	N(R) 2	N	-0.345	-0.300	-0.269	-0.224	-0.194	-0.149	-0.118	-0.073	-0.043
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	-0.713	-0.516	-0.384	-0.187	-0.056	0.141	0.273	0.470	0.601
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My	-0.424	0.276	0.618	0.943	1.036	0.987	0.830	0.407	0.000
		Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.000

Esfuerzos en barras, por hipótesis											
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.820 m	2.050 m	2.870 m	4.100 m	5.330 m	6.150 m	7.380 m	8.200 m
N31/N30	Carga permanente	N	-1.614	-1.496	-1.319	-1.201	-1.024	-0.847	-0.729	-0.576	-0.521
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	0.000
		Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.000
	V(0°) H1	N	0.751	0.751	0.751	0.751	0.751	0.751	0.751	0.751	0.751
		Vy	0.047	0.047	0.047	0.047	0.047	0.047	0.047	0.047	0.047
		Vz	-2.394	-2.004	-1.418	-1.028	-0.442	0.143	0.534	1.003	1.092
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My	-3.870	-2.067	0.038	1.041	1.945	2.129	1.852	0.871	-0.000
		Mz	0.385	0.346	0.289	0.250	0.192	0.135	0.096	0.038	-0.000
	V(0°) H2	N	-0.012	-0.012	-0.012	-0.012	-0.012	-0.012	-0.012	-0.012	-0.012
		Vy	0.058	0.058	0.058	0.058	0.058	0.058	0.058	0.058	0.058
		Vz	-2.394	-2.004	-1.418	-1.028	-0.442	0.143	0.534	1.003	1.092
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My	-3.870	-2.067	0.038	1.041	1.945	2.129	1.852	0.871	0.000
		Mz	0.474	0.426	0.355	0.308	0.237	0.166	0.118	0.047	-0.000
	V(90°) H1	N	0.751	0.751	0.751	0.751	0.751	0.751	0.751	0.751	0.751
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	-1.013	-0.871	-0.657	-0.514	-0.300	-0.086	0.057	0.231	0.266
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My	-2.543	-1.771	-0.832	-0.352	0.149	0.386	0.398	0.208	-0.000
		Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.000
	V(180°) H1	N	0.751	0.751	0.751	0.751	0.751	0.751	0.751	0.751	0.751
		Vy	-0.047	-0.047	-0.047	-0.047	-0.047	-0.047	-0.047	-0.047	-0.047
		Vz	-2.394	-2.004	-1.418	-1.028	-0.442	0.143	0.534	1.003	1.092
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000



Listados

nave 30x15 Osorno_rev01

Fecha: 21/08/15

Esfuerzos en barras, por hipótesis											
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.820 m	2.050 m	2.870 m	4.100 m	5.330 m	6.150 m	7.380 m	8.200 m
		My	-3.870	-2.067	0.038	1.041	1.945	2.129	1.852	0.871	-0.000
		Mz	-0.385	-0.346	-0.289	-0.250	-0.192	-0.135	-0.096	-0.038	0.000
	V(180°) H2	N	-0.012	-0.012	-0.012	-0.012	-0.012	-0.012	-0.012	-0.012	-0.012
		Vy	-0.058	-0.058	-0.058	-0.058	-0.058	-0.058	-0.058	-0.058	-0.058
		Vz	-2.394	-2.004	-1.418	-1.028	-0.442	0.143	0.534	1.003	1.092
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My	-3.870	-2.067	0.038	1.041	1.945	2.129	1.852	0.871	0.000
		Mz	-0.474	-0.426	-0.355	-0.308	-0.237	-0.166	-0.118	-0.047	0.000
	V(270°) H1	N	1.342	1.342	1.342	1.342	1.342	1.342	1.342	1.342	1.342
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	2.146	1.819	1.328	1.001	0.510	0.019	-0.308	-0.708	-0.787
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My	4.375	2.749	0.814	-0.141	-1.070	-1.396	-1.277	-0.623	-0.000
		Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.000
N(EI)	N	-2.442	-2.442	-2.442	-2.442	-2.442	-2.442	-2.442	-2.442	-2.442	
	Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
	Vz	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	
	Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
	My	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	0.000	
	Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
N(R) 1	N	-1.831	-1.831	-1.831	-1.831	-1.831	-1.831	-1.831	-1.831	-1.831	
	Vy	-0.007	-0.007	-0.007	-0.007	-0.007	-0.007	-0.007	-0.007	-0.007	
	Vz	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	
	Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
	My	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	0.000	
	Mz	-0.054	-0.049	-0.040	-0.035	-0.027	-0.019	-0.013	-0.005	0.000	
N(R) 2	N	-1.831	-1.831	-1.831	-1.831	-1.831	-1.831	-1.831	-1.831	-1.831	
	Vy	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	
	Vz	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	
	Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
	My	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	0.000	
	Mz	0.054	0.049	0.040	0.035	0.027	0.019	0.013	0.005	-0.000	

3.2.1.2.- Envoltentes

Envoltentes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.650 m	1.625 m	2.275 m	3.250 m	4.225 m	4.875 m	5.850 m	6.500 m
N26/N27	Acero laminado	N _{min}	-3.670	-3.594	-3.480	-3.404	-3.291	-3.165	-3.053	-2.886	-2.774
		N _{máx}	0.702	0.747	0.814	0.859	0.927	1.001	1.068	1.167	1.233
		Vy _{min}	-0.581	-0.581	-0.581	-0.581	-0.581	-0.552	-0.467	-0.385	-0.383
		Vy _{máx}	0.459	0.459	0.459	0.459	0.459	0.402	0.291	0.658	0.903
		Vz _{min}	-1.794	-1.497	-1.050	-0.753	-0.574	-0.447	-0.362	-0.235	-0.322
		Vz _{máx}	1.630	1.436	1.144	0.949	0.658	0.366	0.445	0.891	1.189
		Mt _{min}	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001
		Mt _{máx}	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
		My _{min}	-2.916	-2.295	-1.466	-0.983	-0.368	-0.526	-0.701	-0.726	-0.584
		My _{máx}	3.690	2.694	1.436	0.757	1.140	1.221	1.033	0.692	0.817
		Mz _{min}	-1.770	-1.392	-0.836	-0.484	-0.094	-0.535	-0.743	-0.853	-0.981
		Mz _{máx}	1.444	1.161	0.737	0.497	0.340	0.784	1.100	1.513	1.747

Envoltentes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.650 m	1.625 m	2.275 m	3.250 m	4.225 m	4.875 m	5.850 m	6.500 m
N28/N29	Acero laminado	N _{min}	-3.670	-3.594	-3.480	-3.404	-3.291	-3.165	-3.053	-2.886	-2.774
		N _{máx}	0.702	0.747	0.814	0.859	0.927	1.001	1.068	1.167	1.233
		Vy _{min}	-0.459	-0.459	-0.459	-0.459	-0.459	-0.402	-0.291	-0.658	-0.903
		Vy _{máx}	0.581	0.581	0.581	0.581	0.581	0.552	0.467	0.385	0.383
		Vz _{min}	-1.794	-1.497	-1.050	-0.753	-0.574	-0.447	-0.362	-0.235	-0.322
		Vz _{máx}	1.630	1.436	1.144	0.949	0.658	0.366	0.445	0.891	1.189



Listados

nave 30x15 Osorno_rev01

Fecha: 21/08/15

Envoltentes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.650 m	1.625 m	2.275 m	3.250 m	4.225 m	4.875 m	5.850 m	6.500 m
		Mt _{min}	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001
		Mt _{máx}	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
		My _{min}	-2.916	-2.295	-1.466	-0.983	-0.368	-0.526	-0.701	-0.726	-0.584
		My _{máx}	3.690	2.694	1.436	0.757	1.140	1.221	1.033	0.692	0.817
		Mz _{min}	-1.444	-1.161	-0.737	-0.497	-0.340	-0.784	-1.100	-1.513	-1.747
		Mz _{máx}	1.770	1.392	0.836	0.484	0.094	0.535	0.743	0.853	0.981

Envoltentes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	1.139 m	1.898 m	3.037 m	3.796 m	4.935 m	5.695 m	6.833 m	7.593 m
N27/N30	Acero laminado	N _{min}	-0.908	-0.744	-0.634	-0.470	-0.376	-0.281	-0.218	-0.124	-0.067
		N _{máx}	0.010	0.027	0.038	0.055	0.066	0.087	0.150	0.301	0.407
		Vy _{min}	-0.259	-0.153	-0.098	-0.031	-0.004	-0.037	-0.052	-0.065	-0.068
		Vy _{máx}	0.186	0.116	0.075	0.024	0.005	0.042	0.060	0.075	0.078
		Vz _{min}	-2.603	-1.849	-1.364	-0.680	-0.225	-0.165	-0.358	-0.649	-0.843
		Vz _{máx}	1.108	0.814	0.618	0.322	0.123	0.664	1.160	1.901	2.394
		Mt _{min}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My _{min}	-1.748	-0.829	-0.942	-1.193	-1.362	-1.338	-1.140	-0.566	0.000
		My _{máx}	0.981	1.858	3.058	4.146	4.397	4.066	3.373	1.630	0.000
		Mz _{min}	-0.204	-0.044	-0.116	-0.171	-0.178	-0.153	-0.119	-0.051	0.000
		Mz _{máx}	0.127	0.032	0.126	0.195	0.203	0.175	0.136	0.058	0.000

Envoltentes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	1.139 m	1.898 m	3.037 m	3.796 m	4.935 m	5.695 m	6.833 m	7.593 m
N29/N30	Acero laminado	N _{min}	-0.908	-0.744	-0.634	-0.470	-0.376	-0.281	-0.218	-0.124	-0.067
		N _{máx}	0.010	0.027	0.038	0.055	0.066	0.087	0.150	0.301	0.407
		Vy _{min}	-0.186	-0.116	-0.075	-0.024	-0.005	-0.042	-0.060	-0.075	-0.078
		Vy _{máx}	0.259	0.153	0.098	0.031	0.004	0.037	0.052	0.065	0.068
		Vz _{min}	-2.603	-1.849	-1.364	-0.680	-0.225	-0.165	-0.358	-0.649	-0.843
		Vz _{máx}	1.108	0.814	0.618	0.322	0.123	0.664	1.160	1.901	2.394
		Mt _{min}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My _{min}	-1.748	-0.829	-0.942	-1.193	-1.362	-1.338	-1.140	-0.566	0.000
		My _{máx}	0.981	1.858	3.058	4.146	4.397	4.066	3.373	1.630	0.000
		Mz _{min}	-0.127	-0.032	-0.126	-0.195	-0.203	-0.175	-0.136	-0.058	0.000
		Mz _{máx}	0.204	0.044	0.116	0.171	0.178	0.153	0.119	0.051	0.000

Envoltentes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.820 m	2.050 m	2.870 m	4.100 m	5.330 m	6.150 m	7.380 m	8.200 m
N31/N30	Acero laminado	N _{min}	-5.852	-5.693	-5.454	-5.295	-5.056	-4.818	-4.658	-4.451	-4.377
		N _{máx}	0.723	0.817	0.958	1.053	1.194	1.336	1.430	1.553	1.597
		Vy _{min}	-0.092	-0.092	-0.092	-0.092	-0.092	-0.092	-0.092	-0.092	-0.092
		Vy _{máx}	0.092	0.092	0.092	0.092	0.092	0.092	0.092	0.092	0.092
		Vz _{min}	-3.591	-3.006	-2.128	-1.542	-0.664	-0.129	-0.462	-1.062	-1.180
		Vz _{máx}	3.219	2.728	1.992	1.501	0.765	0.215	0.800	1.504	1.638
		Mt _{min}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My _{min}	-5.805	-3.100	-1.247	-0.528	-1.605	-2.093	-1.916	-0.935	0.000
		My _{máx}	6.562	4.124	1.221	1.561	2.918	3.194	2.778	1.307	0.000
		Mz _{min}	-0.751	-0.676	-0.563	-0.488	-0.376	-0.263	-0.188	-0.075	0.000
		Mz _{máx}	0.751	0.676	0.563	0.488	0.376	0.263	0.188	0.075	0.000

3.2.2.- Resistencia

Referencias:

N: Esfuerzo axial (t)



Listados

nave 30x15 Osorno_rev01

Fecha: 21/08/15

Vy: Esfuerzo cortante según el eje local Y de la barra. (t)

Vz: Esfuerzo cortante según el eje local Z de la barra. (t)

Mt: Momento torsor (t·m)

My: Momento flector en el plano 'XZ' (giro de la sección respecto al eje local 'Y' de la barra). (t·m)

Mz: Momento flector en el plano 'XY' (giro de la sección respecto al eje local 'Z' de la barra). (t·m)

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 (t)	Vy (t)	Vz (t)	Mt (t·m)	My (t·m)	Mz (t·m)		
N26/N27	78.47	0.000	-0.988	-0.174	1.623	0.001	3.676	-0.348	GV	Cumple
N28/N29	78.18	0.000	-0.887	-0.435	-1.787	0.001	-2.259	-1.444	GV	Cumple
N27/N30	74.67	0.000	-0.908	-0.130	-2.509	0.000	-1.748	-0.107	GV	Cumple
N29/N30	74.67	0.000	-0.908	0.130	-2.509	0.000	-1.748	0.107	GV	Cumple
N31/N30	81.15	0.000	-3.570	-0.092	-3.591	0.000	-5.805	-0.751	GV	Cumple

3.2.3.- Flechas

Referencias:

Pos.: Valor de la coordenada sobre el eje 'X' local del grupo de flecha en el punto donde se produce el valor pésimo de la flecha.

L.: Distancia entre dos puntos de corte consecutivos de la deformada con la recta que une los nudos extremos del grupo de flecha.

Flechas									
Grupo	Flecha máxima absoluta xy		Flecha máxima absoluta xz		Flecha activa absoluta xy		Flecha activa absoluta xz		
	Flecha máxima relativa xy		Flecha máxima relativa xz		Flecha activa relativa xy		Flecha activa relativa xz		
	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	
N26/N27	4.875	7.90	3.575	5.22	4.875	10.93	2.925	8.21	
	4.875	L/539.0	3.575	L/(>1000)	4.875	L/553.0	3.575	L/(>1000)	
N28/N29	4.875	7.90	3.575	5.22	4.875	10.93	2.925	8.21	
	4.875	L/539.0	3.575	L/(>1000)	4.875	L/553.0	3.575	L/(>1000)	
N27/N30	3.796	12.20	3.796	23.06	3.796	23.09	3.796	27.67	
	3.796	L/622.1	3.796	L/329.3	3.796	L/623.5	3.796	L/338.9	
N29/N30	3.796	12.20	3.796	23.06	3.796	23.09	3.796	27.67	
	3.796	L/622.1	3.796	L/329.3	3.796	L/623.5	3.796	L/338.9	
N31/N30	3.280	7.94	4.510	14.52	3.280	15.88	4.920	21.31	
	3.280	L/(>1000)	4.510	L/564.8	3.280	L/(>1000)	4.510	L/564.8	



Listados

nave 30x15 Osorno_rev01

Fecha: 21/08/15

3.2.4.- Comprobaciones E.L.U. (Completo)

Barra N26/N27

Perfil: HEA-180 Material: Acero (S275)							
Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas				
Inicial	Final		Área (cm ²)	I _v ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)	
N26	N27	6.500	45.30	2510.00	925.00	11.38	
Notas: ⁽¹⁾ Inercia respecto al eje indicado ⁽²⁾ Momento de inercia a torsión uniforme							
	Pandeo		Pandeo lateral				
		Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.		
	β	0.22	0.23	1.00	0.22		
	L _K	1.460	1.463	6.500	1.460		
	C _m	1.000	1.000	1.000	1.000		
Notación: β: Coeficiente de pandeo L _K : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos							

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$

η : **0.010** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N27, para la combinación de acciones 0.8·G+1.5·V(270°)H1.

N_{t,Ed}: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

N_{t,Ed} : 1.233 t

La resistencia de cálculo a tracción **N_{t,Rd}** viene dada por:

$$N_{t,Rd} = A \cdot f_{yd}$$

N_{t,Rd} : 120.941 t

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra.

A : 45.30 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{M0} : 1.05

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$



Listados

nave 30x15 Osorno_rev01

Fecha: 21/08/15

η : 0.030 ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1$$

η : 0.050 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N26, para la combinación de acciones 1.35·G+0.9·V(0°)H2+1.5·N(EI).

N_{c,Ed}: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

N_{c,Ed} : 3.670 t

La resistencia de cálculo a compresión **N_{c,Rd}** viene dada por:

$$N_{c,Rd} = A \cdot f_{yd}$$

N_{c,Rd} : 120.941 t

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

Clase : 2

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

A : 45.30 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{M0} : 1.05

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo **N_{b,Rd}** en una barra comprimida viene dada por:

$$N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_{yd}$$

N_{b,Rd} : 73.973 t

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

A : 45.30 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{M1} : 1.05

χ: Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - (\bar{\lambda})^2}} \leq 1$$

χ_y : 0.99

χ_z : 0.91

χ_T : 0.61

Siendo:



Listados

nave 30x15 Osorno_rev01

Fecha: 21/08/15

$$\Phi = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha \cdot (\bar{\lambda} - 0.2) + (\bar{\lambda})^2 \right]$$

α : Coeficiente de imperfección elástica.

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

N_{cr} : Axil crítico de pandeo elástico.

El axil crítico de pandeo elástico N_{cr} es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{ky}^2}$$

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{kz}^2}$$

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_0^2} \cdot \left[G \cdot I_t + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_w}{L_{kt}^2} \right]$$

Donde:

I_y : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.

I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.

I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.

I_w : Constante de alabeo de la sección.

E : Módulo de elasticidad.

G : Módulo de elasticidad transversal.

L_{ky} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.

L_{kz} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.

L_{kt} : Longitud efectiva de pandeo por torsión.

i_0 : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.

$$i_0 = (i_y^2 + i_z^2 + y_0^2 + z_0^2)^{0.5}$$

Siendo:

i_y, i_z : Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.

y_0, z_0 : Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

$$\Phi_y : 0.53$$

$$\Phi_z : 0.61$$

$$\Phi_T : 1.05$$

$$\alpha_y : 0.34$$

$$\alpha_z : 0.49$$

$$\alpha_T : 0.49$$

$$\bar{\lambda}_y : 0.23$$

$$\bar{\lambda}_z : 0.37$$

$$\bar{\lambda}_T : 0.88$$

$$N_{cr} : 163.667 \text{ t}$$

$$N_{cr,y} : 2479.317 \text{ t}$$

$$N_{cr,z} : 916.827 \text{ t}$$

$$N_{cr,T} : 163.667 \text{ t}$$

$$I_y : 2510.00 \text{ cm}^4$$

$$I_z : 925.00 \text{ cm}^4$$

$$I_t : 11.38 \text{ cm}^4$$

$$I_w : 60228.71 \text{ cm}^6$$

$$E : 2140673 \text{ kp/cm}^2$$

$$G : 825688 \text{ kp/cm}^2$$

$$L_{ky} : 1.463 \text{ m}$$

$$L_{kz} : 1.460 \text{ m}$$

$$L_{kt} : 6.500 \text{ m}$$

$$i_0 : 8.71 \text{ cm}$$

$$i_y : 7.44 \text{ cm}$$

$$i_z : 4.52 \text{ cm}$$

$$y_0 : 0.00 \text{ mm}$$

$$z_0 : 0.00 \text{ mm}$$



Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \mathbf{0.427} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \mathbf{0.714} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N26, para la combinación de acciones 0.8·G+1.5·V(270°)H1.

$$\mathbf{M_{Ed}^+} : \text{Momento flector solicitante de cálculo pésimo.} \quad \mathbf{M_{Ed}^+} : \underline{3.690} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N26, para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·V(90°)H1+0.75·N(EI).

$$\mathbf{M_{Ed}^-} : \text{Momento flector solicitante de cálculo pésimo.} \quad \mathbf{M_{Ed}^-} : \underline{2.916} \text{ t}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo $\mathbf{M_{c,Rd}}$ viene dado por:

$$\mathbf{M_{c,Rd}} = W_{pl,y} \cdot f_{yd} \quad \mathbf{M_{c,Rd}} : \underline{8.650} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. $\mathbf{Clase} : \underline{2}$

$\mathbf{W_{pl,y}}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $\mathbf{W_{pl,y}} : \underline{324.00} \text{ cm}^3$

$\mathbf{f_{yd}}$: Resistencia de cálculo del acero. $\mathbf{f_{yd}} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $\mathbf{f_y} : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$

$\mathbf{\gamma_{M0}}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. $\mathbf{\gamma_{M0}} : \underline{1.05}$

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

El momento flector resistente de cálculo $\mathbf{M_{b,Rd}}$ viene dado por:

$$\mathbf{M_{b,Rd}^+} = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y}^+ \cdot f_{yd} \quad \mathbf{M_{b,Rd}^+} : \underline{5.167} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$\mathbf{M_{b,Rd}^-} = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y}^- \cdot f_{yd} \quad \mathbf{M_{b,Rd}^-} : \underline{8.370} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

$\mathbf{W_{pl,y}}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la $\mathbf{W_{pl,y}} : \underline{324.00} \text{ cm}^3$



Listados

nave 30x15 Osorno_rev01

Fecha: 21/08/15

fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

χ_{LT} : Factor de reducción por pandeo lateral.

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}} \leq 1$$

$$\chi_{LT}^+ : \underline{0.60}$$

$$\chi_{LT}^- : \underline{0.97}$$

Siendo:

$$\Phi_{LT} = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha_{LT} \cdot (\bar{\lambda}_{LT} - 0.2) + \bar{\lambda}_{LT}^2 \right]$$

$$\Phi_{LT}^+ : \underline{1.20}$$

$$\Phi_{LT}^- : \underline{0.57}$$

α_{LT} : Coeficiente de imperfección elástica.

$$\alpha_{LT} : \underline{0.21}$$

$\bar{\lambda}_{LT}$: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda}_{LT}^+ = \sqrt{\frac{W_{pl,y}^+ \cdot f_y}{M_{cr}}}$$

$$\bar{\lambda}_{LT}^+ : \underline{1.10}$$

$$\bar{\lambda}_{LT}^- = \sqrt{\frac{W_{pl,y}^- \cdot f_y}{M_{cr}}}$$

$$\bar{\lambda}_{LT}^- : \underline{0.34}$$

M_{cr} : Momento crítico elástico de pandeo lateral.

$$M_{cr}^+ : \underline{7.532} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$M_{cr}^- : \underline{77.899} \text{ t}\cdot\text{m}$$

El momento crítico elástico de pandeo lateral M_{cr} se determina según la teoría de la elasticidad:

$$M_{cr} = \sqrt{M_{LTv}^2 + M_{LTW}^2}$$

Siendo:

M_{LTv} : Componente que representa la resistencia por torsión uniforme de la barra.

$$M_{LTv} = C_1 \cdot \frac{\pi}{L_c} \cdot \sqrt{G \cdot I_t \cdot E \cdot I_z}$$

$$M_{LTv}^+ : \underline{6.594} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$M_{LTv}^- : \underline{29.355} \text{ t}\cdot\text{m}$$

M_{LTW} : Componente que representa la resistencia por torsión no uniforme de la barra.

$$M_{LTW} = W_{el,y} \cdot \frac{\pi^2 \cdot E}{L_c^2} \cdot C_1 \cdot i_{f,z}^2$$

$$M_{LTW}^+ : \underline{3.640} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$M_{LTW}^- : \underline{72.156} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Siendo:

$W_{el,y}$: Módulo resistente elástico de la sección bruta, obtenido para la fibra más comprimida.

$$W_{el,y} : \underline{293.57} \text{ cm}^3$$

I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.

$$I_z : \underline{925.00} \text{ cm}^4$$

I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.

$$I_t : \underline{11.38} \text{ cm}^4$$



Listados

nave 30x15 Osorno_rev01

Fecha: 21/08/15

E : Módulo de elasticidad.	E : <u>2140673</u> kp/cm ²
G : Módulo de elasticidad transversal.	G : <u>825688</u> kp/cm ²
L_c⁺ : Longitud efectiva de pandeo lateral del ala superior.	L_c⁺ : <u>6.500</u> m
L_c⁻ : Longitud efectiva de pandeo lateral del ala inferior.	L_c⁻ : <u>1.460</u> m
C₁ : Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra.	C₁ : <u>1.00</u>
i_{f,z}⁺ : Radio de giro, respecto al eje de menor inercia de la sección, del soporte formado por el ala comprimida y la tercera parte de la zona comprimida del alma adyacente al ala comprimida.	i_{f,z}⁺ : <u>4.98</u> cm
	i_{f,z}⁻ : <u>4.98</u> cm

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

η : **0.427**



Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N26, para la combinación de acciones 0.8·G+1.5·V(0°)H2.

M_{Ed}⁺: Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

M_{Ed}⁺ : 1.444 t·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N26, para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·V(180°)H2+0.75·N(EI).

M_{Ed}⁻: Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

M_{Ed}⁻ : 1.770 t·m

El momento flector resistente de cálculo **M_{c,Rd}** viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,z} \cdot f_{yd}$$

M_{c,Rd} : 4.145 t·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

Clase : 2

W_{pl,z}: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

W_{pl,z} : 155.27 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{M0} : 1.05

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)



Listados

nave 30x15 Osorno_rev01

Fecha: 21/08/15

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

η : **0.113** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N26, para la combinación de acciones $1.35 \cdot G + 1.5 \cdot V(0^\circ)H2 + 0.75 \cdot N(EI)$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 1.794 t

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: 15.815 t

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

A_v : 10.26 cm²

$$A_v = h \cdot t_w$$

Siendo:

h : Canto de la sección.

h : 171.00 mm

t_w : Espesor del alma.

t_w : 6.00 mm

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{M0} : 1.05

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{d}{t_w} < 70 \cdot \epsilon$$

25.33 < 64.71

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma.

λ_w : 25.33

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

$\lambda_{m\acute{a}x}$: Esbeltez máxima.

$\lambda_{m\acute{a}x}$: 64.71

$$\lambda_{m\acute{a}x} = 70 \cdot \epsilon$$

ϵ : Factor de reducción.

ϵ : 0.92

$$\epsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia.

f_{ref} : 2395.51 kp/cm²

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²



Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.016} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N27, para la combinación de acciones 0.8·G+1.5·V(270°)H1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : 0.903 t

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **V_{c,Rd}** viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$$V_{c,Rd} : \underline{55.768} \text{ t}$$

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. **A_v** : 36.18 cm²

$$A_v = A - d \cdot t_w$$

Siendo:

A: Área de la sección bruta. **A** : 45.30 cm²

d: Altura del alma. **d** : 152.00 mm

t_w: Espesor del alma. **t_w** : 6.00 mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : 2669.77 kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : 2803.26 kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : 1.05

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V_{Ed}** no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante **V_{c,Rd}**.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

$$1.794 \leq 7.907$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·V(0°)H2+0.75·N(EI).

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : 1.794 t

V_{c,Rd}: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. **V_{c,Rd}** : 15.815 t

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)



Listados

nave 30x15 Osorno_rev01

Fecha: 21/08/15

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

$$0.581 \leq 27.884$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·V(180°)H2+0.75·N(EI).

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : 0.581 \text{ t}$$

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd} : 55.768 \text{ t}$$

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$

$$\eta : 0.517 \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

$$\eta : 0.770 \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{y,LT} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

$$\eta : 0.785 \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N26, para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·V(270°)H1+0.75·N(EI).

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{c,Ed} : 0.988 \text{ t}$$

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{y,Ed}^+ : 3.676 \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$M_{z,Ed}^- : 0.348 \text{ t}\cdot\text{m}$$

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.

$$\text{Clase} : 2$$

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta.

$$N_{pl,Rd} : 120.941 \text{ t}$$

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{pl,Rd,y} : 8.650 \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$M_{pl,Rd,z} : 4.145 \text{ t}\cdot\text{m}$$

Resistencia a pandeo (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

A : Área de la sección bruta.

$$A : 45.30 \text{ cm}^2$$

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$W_{pl,y} : 324.00 \text{ cm}^3$$

$$W_{pl,z} : 155.27 \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : 2669.77 \text{ kp/cm}^2$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : 2803.26 \text{ kp/cm}^2$$

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M1} : 1.05$$



Listados

nave 30x15 Osorno_rev01

Fecha: 21/08/15

$k_y, k_z, k_{y,LT}$: Coeficientes de interacción.

$$k_y = 1 + (\bar{\lambda}_y - 0.2) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot N_{c,Rd}} \quad k_y : \underline{1.00}$$

$$k_z = 1 + (2 \cdot \bar{\lambda}_z - 0.6) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}} \quad k_z : \underline{1.00}$$

$$k_{y,LT} = 1 - \frac{0.1 \cdot \bar{\lambda}_z}{C_{m,LT} - 0.25} \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}} \quad k_{y,LT} : \underline{0.97}$$

$C_{m,y}, C_{m,z}, C_{m,LT}$: Factores de momento flector uniforme equivalente.

$C_{m,y} : \underline{1.00}$

$C_{m,z} : \underline{1.00}$

$C_{m,LT} : \underline{1.00}$

χ_y, χ_z : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$\chi_y : \underline{0.99}$

$\chi_z : \underline{0.91}$

χ_{LT} : Coeficiente de reducción por pandeo lateral.

$\chi_{LT} : \underline{0.60}$

$\bar{\lambda}_y, \bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

$\bar{\lambda}_y : \underline{0.23}$

$\bar{\lambda}_z : \underline{0.37}$

α_y, α_z : Factores dependientes de la clase de la sección.

$\alpha_y : \underline{0.60}$

$\alpha_z : \underline{0.60}$

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $1.35 \cdot G + 1.5 \cdot V(0^\circ)H2 + 0.75 \cdot N(EI)$.

$$V_{Ed,z} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$$

$1.794 \leq 7.897$

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$V_{Ed,z} : \underline{1.794} \text{ t}$

$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$V_{c,Rd,z} : \underline{15.794} \text{ t}$

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{T,Ed}}{M_{T,Rd}} \leq 1$$

$\eta : \underline{0.005} \quad \checkmark$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones $0.8 \cdot G + 1.5 \cdot V(0^\circ)H2$.

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$M_{T,Ed} : \underline{0.001} \text{ t}\cdot\text{m}$

El momento torsor resistente de cálculo $M_{T,Rd}$ viene dado por:

$$M_{T,Rd} = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot W_T \cdot f_{yd}$$



Listados

nave 30x15 Osorno_rev01

Fecha: 21/08/15

$$M_{T,Rd} : \underline{0.185} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : \underline{11.98} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.103} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N26, para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·V(270°)H1+0.75·N(R)2.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{1.624} \text{ t}$$

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.001} \text{ t}\cdot\text{m}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} = \sqrt{1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{1.25 \cdot f_{yd} / \sqrt{3}}} \cdot V_{pl,Rd}$$

$$V_{pl,T,Rd} : \underline{15.794} \text{ t}$$

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{pl,Rd} : \underline{15.815} \text{ t}$$

$\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión.

$$\tau_{T,Ed} : \underline{5.03} \text{ kp/cm}^2$$

$$\tau_{T,Ed} = \frac{M_{T,Ed}}{W_t}$$

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : \underline{11.98} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:



Listados

nave 30x15 Osorno_rev01

Fecha: 21/08/15

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1$$

η : 0.014



Los esfuerzos solicitantes de cálculo p^{ésimos} se producen en el nudo N27, para la combinaci3n de acciones 1.35·G+1.5·V(270°)H1+0.75·N(R)2.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de c^{alculo} p^{ésimo}.

V_{Ed} : 0.789 t

M_{T,Ed}: Momento torsor solicitante de c^{alculo} p^{ésimo}.

M_{T,Ed} : 0.001 t·m

El esfuerzo cortante resistente de c^{alculo} reducido **V_{pl,T,Rd}** viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} = \sqrt{1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{1.25 \cdot f_{yd} / \sqrt{3}}} \cdot V_{pl,Rd}$$

V_{pl,T,Rd} : 55.695 t

Donde:

V_{pl,Rd}: Esfuerzo cortante resistente de c^{alculo}.

V_{pl,Rd} : 55.768 t

τ_{T,Ed}: Tensiones tangenciales por torsi3n.

τ_{T,Ed} : 5.03 kp/cm²

$$\tau_{T,Ed} = \frac{M_{T,Ed}}{W_t}$$

Siendo:

W_T: M3dulo de resistencia a torsi3n.

W_T : 11.98 cm³

f_{yd}: Resistencia de c^{alculo} del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: L^{imite} el^{astico}. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{M0} : 1.05

Limitaci3n de esbeltez (CTE DB SE-A, Art^{iculo} Art^{iculos} 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$\bar{\lambda}$: 0.88



Donde:

Clase: Clase de la secci3n, seg^{un} la capacidad de deformaci3n y de desarrollo de la resistencia pl^{astica} de los elementos planos comprimidos de una secci3n.

Clase : 2

A: ^{Área} de la secci3n bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

A : 45.30 cm²

f_y: L^{imite} el^{astico}. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²

N_{cr}: Axil cr^{itico} el^{astico} de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

N_{cr} : 163.667 t

N_{cr,y}: Axil cr^{itico} el^{astico} de pandeo por flexi3n respecto al eje Y.

N_{cr,y} : 2479.317 t

N_{cr,z}: Axil cr^{itico} el^{astico} de pandeo por flexi3n respecto al eje Z.

N_{cr,z} : 916.827 t



Listados

nave 30x15 Osorno_rev01

Fecha: 21/08/15

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$N_{cr,T}$: 163.667 t



Listados

nave 30x15 Osorno_rev01

Fecha: 21/08/15

Barra N28/N29

Perfil: HEA-180							
Material: Acero (S275)							
Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas				
Inicial	Final		Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)	
N28	N29	6.500	45.30	2510.00	925.00	11.38	
Notas: ⁽¹⁾ Inercia respecto al eje indicado ⁽²⁾ Momento de inercia a torsión uniforme							
	Pandeo		Pandeo lateral				
		Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.		
	β	0.22	0.23	0.22	1.00		
	L _K	1.460	1.463	1.460	6.500		
	C _m	1.000	1.000	1.000	1.000		
Notación: β: Coeficiente de pandeo L _K : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos							

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$

η : **0.010** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N29, para la combinación de acciones 0.8·G+1.5·V(270°)H1.

N_{t,Ed}: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

N_{t,Ed} : 1.233 t

La resistencia de cálculo a tracción **N_{t,Rd}** viene dada por:

$$N_{t,Rd} = A \cdot f_{yd}$$

N_{t,Rd} : 120.941 t

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra.

A : 45.30 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{M0} : 1.05

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

η : **0.030** ✓



Listados

nave 30x15 Osorno_rev01

Fecha: 21/08/15

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1$$

η : **0.050**



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N28, para la combinación de acciones 1.35·G+0.9·V(180°)H2+1.5·N(EI).

N_{c,Ed}: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

N_{c,Ed} : 3.670 t

La resistencia de cálculo a compresión **N_{c,Rd}** viene dada por:

$$N_{c,Rd} = A \cdot f_{yd}$$

N_{c,Rd} : 120.941 t

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

Clase : 2

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

A : 45.30 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{M0} : 1.05

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo **N_{b,Rd}** en una barra comprimida viene dada por:

$$N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_{yd}$$

N_{b,Rd} : 73.973 t

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

A : 45.30 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{M1} : 1.05

χ: Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - (\bar{\lambda})^2}} \leq 1$$

χ_y : 0.99

χ_z : 0.91

χ_T : 0.61

Siendo:

$$\Phi = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha \cdot (\bar{\lambda} - 0.2) + (\bar{\lambda})^2 \right]$$

Φ_y : 0.53

Φ_z : 0.61



Listados

nave 30x15 Osorno_rev01

Fecha: 21/08/15

α : Coeficiente de imperfección elástica.

$$\phi_T : 1.05$$

$$\alpha_Y : 0.34$$

$$\alpha_Z : 0.49$$

$$\alpha_T : 0.49$$

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$$\bar{\lambda}_Y : 0.23$$

$$\bar{\lambda}_Z : 0.37$$

$$\bar{\lambda}_T : 0.88$$

N_{cr} : Axil crítico de pandeo elástico.

$$N_{cr} : 163.667 \text{ t}$$

El axil crítico de pandeo elástico N_{cr} es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$$N_{cr,Y} : 2479.317 \text{ t}$$

$$N_{cr,Y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{ky}^2}$$

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$$N_{cr,Z} : 916.827 \text{ t}$$

$$N_{cr,Z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{kz}^2}$$

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} : 163.667 \text{ t}$$

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_0^2} \cdot \left[G \cdot I_t + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_w}{L_{kt}^2} \right]$$

Donde:

I_y : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.

$$I_y : 2510.00 \text{ cm}^4$$

I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.

$$I_z : 925.00 \text{ cm}^4$$

I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.

$$I_t : 11.38 \text{ cm}^4$$

I_w : Constante de alabeo de la sección.

$$I_w : 60228.71 \text{ cm}^6$$

E : Módulo de elasticidad.

$$E : 2140673 \text{ kp/cm}^2$$

G : Módulo de elasticidad transversal.

$$G : 825688 \text{ kp/cm}^2$$

L_{ky} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.

$$L_{ky} : 1.463 \text{ m}$$

L_{kz} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.

$$L_{kz} : 1.460 \text{ m}$$

L_{kt} : Longitud efectiva de pandeo por torsión.

$$L_{kt} : 6.500 \text{ m}$$

i_0 : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.

$$i_0 : 8.71 \text{ cm}$$

$$i_0 = \left(i_y^2 + i_z^2 + y_0^2 + z_0^2 \right)^{0.5}$$

Siendo:

i_y, i_z : Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.

$$i_y : 7.44 \text{ cm}$$

$$i_z : 4.52 \text{ cm}$$

y_0, z_0 : Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

$$y_0 : 0.00 \text{ mm}$$

$$z_0 : 0.00 \text{ mm}$$

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)



Listados

nave 30x15 Osorno_rev01

Fecha: 21/08/15

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

η : **0.427** ✓

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} \leq 1$$

η : **0.564** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N28, para la combinación de acciones 0.8·G+1.5·V(270°)H1.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo. $M_{Ed}^+ : \underline{3.690} \text{ t}\cdot\text{m}$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N28, para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·V(90°)H1+0.75·N(EI).

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo. $M_{Ed}^- : \underline{2.916} \text{ t}\cdot\text{m}$

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$M_{c,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd}$ $M_{c,Rd} : \underline{8.650} \text{ t}\cdot\text{m}$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : 2

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,y} : \underline{324.00} \text{ cm}^3$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. $f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material. $\gamma_{M0} : \underline{1.05}$

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

El momento flector resistente de cálculo $M_{b,Rd}$ viene dado por:

$M_{b,Rd}^+ = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y}^+ \cdot f_{yd}$ $M_{b,Rd}^+ : \underline{8.370} \text{ t}\cdot\text{m}$

$M_{b,Rd}^- = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y}^- \cdot f_{yd}$ $M_{b,Rd}^- : \underline{5.167} \text{ t}\cdot\text{m}$

Donde:

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,y} : \underline{324.00} \text{ cm}^3$



Listados

nave 30x15 Osorno_rev01

Fecha: 21/08/15

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

χ_{LT}: Factor de reducción por pandeo lateral.

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}} \leq 1$$

$$\chi_{LT}^+ : \underline{0.97}$$

$$\chi_{LT}^- : \underline{0.60}$$

Siendo:

$$\Phi_{LT} = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha_{LT} \cdot (\bar{\lambda}_{LT} - 0.2) + \bar{\lambda}_{LT}^2 \right]$$

$$\Phi_{LT}^+ : \underline{0.57}$$

$$\Phi_{LT}^- : \underline{1.20}$$

α_{LT}: Coeficiente de imperfección elástica.

$$\alpha_{LT} : \underline{0.21}$$

λ̄_{LT}: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda}_{LT}^+ = \sqrt{\frac{W_{pl,y}^+ \cdot f_y}{M_{cr}}}$$

$$\bar{\lambda}_{LT}^+ : \underline{0.34}$$

$$\bar{\lambda}_{LT}^- = \sqrt{\frac{W_{pl,y}^- \cdot f_y}{M_{cr}}}$$

$$\bar{\lambda}_{LT}^- : \underline{1.10}$$

M_{cr}: Momento crítico elástico de pandeo lateral.

$$M_{cr}^+ : \underline{77.899} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$M_{cr}^- : \underline{7.532} \text{ t}\cdot\text{m}$$

El momento crítico elástico de pandeo lateral **M_{cr}** se determina según la teoría de la elasticidad:

$$M_{cr} = \sqrt{M_{LTV}^2 + M_{LTW}^2}$$

Siendo:

M_{LTV}: Componente que representa la resistencia por torsión uniforme de la barra.

$$M_{LTV} = C_1 \cdot \frac{\pi}{L_c} \cdot \sqrt{G \cdot I_t \cdot E \cdot I_z}$$

$$M_{LTV}^+ : \underline{29.355} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$M_{LTV}^- : \underline{6.594} \text{ t}\cdot\text{m}$$

M_{LTW}: Componente que representa la resistencia por torsión no uniforme de la barra.

$$M_{LTW} = W_{el,y} \cdot \frac{\pi^2 \cdot E}{L_c^2} \cdot C_1 \cdot i_{f,z}^2$$

$$M_{LTW}^+ : \underline{72.156} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$M_{LTW}^- : \underline{3.640} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Siendo:

W_{el,y}: Módulo resistente elástico de la sección bruta, obtenido para la fibra más comprimida.

$$W_{el,y} : \underline{293.57} \text{ cm}^3$$

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.

$$I_z : \underline{925.00} \text{ cm}^4$$

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme.

$$I_t : \underline{11.38} \text{ cm}^4$$

E: Módulo de elasticidad.

$$E : \underline{2140673} \text{ kp/cm}^2$$

G: Módulo de elasticidad transversal.

$$G : \underline{825688} \text{ kp/cm}^2$$



Listados

nave 30x15 Osorno_rev01

Fecha: 21/08/15

L_c^+ : Longitud efectiva de pandeo lateral del ala superior.

$$L_c^+ : \underline{1.460} \text{ m}$$

L_c^- : Longitud efectiva de pandeo lateral del ala inferior.

$$L_c^- : \underline{6.500} \text{ m}$$

C_1 : Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra.

$$C_1 : \underline{1.00}$$

$i_{f,z}$: Radio de giro, respecto al eje de menor inercia de la sección, del soporte formado por el ala comprimida y la tercera parte de la zona comprimida del alma adyacente al ala comprimida.

$$i_{f,z}^+ : \underline{4.98} \text{ cm}$$

$$i_{f,z}^- : \underline{4.98} \text{ cm}$$

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.427}$$



Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N28, para la combinación de acciones $1.35 \cdot G + 1.5 \cdot V(0^\circ)H2 + 0.75 \cdot N(EI)$.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{1.770} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N28, para la combinación de acciones $0.8 \cdot G + 1.5 \cdot V(180^\circ)H2$.

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{1.444} \text{ t}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,z} \cdot f_{yd}$$

$$M_{c,Rd} : \underline{4.145} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$$\text{Clase} : \underline{2}$$

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,z} : \underline{155.27} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:



Listados

nave 30x15 Osorno_rev01

Fecha: 21/08/15

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

η : 0.113 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N28, para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·V(180°)H2+0.75·N(EI).

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 1.794 t

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: 15.815 t

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

A_v : 10.26 cm²

$$A_v = h \cdot t_w$$

Siendo:

h : Canto de la sección.

h : 171.00 mm

t_w : Espesor del alma.

t_w : 6.00 mm

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{M0} : 1.05

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{d}{t_w} < 70 \cdot \varepsilon$$

25.33 < 64.71

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma.

λ_w : 25.33

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

$\lambda_{m\acute{a}x}$: Esbeltez máxima.

$\lambda_{m\acute{a}x}$: 64.71

$$\lambda_{m\acute{a}x} = 70 \cdot \varepsilon$$

ε : Factor de reducción.

ε : 0.92

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia.

f_{ref} : 2395.51 kp/cm²

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)



Listados

nave 30x15 Osorno_rev01

Fecha: 21/08/15

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

η : **0.016** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N29, para la combinación de acciones 0.8·G+1.5·V(270°)H1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : 0.903 t

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **V_{c,Rd}** viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

V_{c,Rd} : 55.768 t

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. **A_v** : 36.18 cm²

$$A_v = A - d \cdot t_w$$

Siendo:

A: Área de la sección bruta. **A** : 45.30 cm²

d: Altura del alma. **d** : 152.00 mm

t_w: Espesor del alma. **t_w** : 6.00 mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : 2669.77 kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : 2803.26 kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : 1.05

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V_{Ed}** no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante **V_{c,Rd}**.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

1.794 ≤ **7.907**

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·V(180°)H2+0.75·N(EI).

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : 1.794 t

V_{c,Rd}: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. **V_{c,Rd}** : 15.815 t

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V_{Ed}** no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante **V_{c,Rd}**.



Listados

nave 30x15 Osorno_rev01

Fecha: 21/08/15

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

$$0.581 \leq 27.884$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·V(0°)H2+0.75·N(EI).

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{0.581} \text{ t}$$

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd} : \underline{55.768} \text{ t}$$

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.617} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.654} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{y,LT} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.782} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N28, para la combinación de acciones 0.8·G+1.5·V(180°)H2.

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{c,Ed} : \underline{0.887} \text{ t}$$

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{y,Ed} : \underline{2.259} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$M_{z,Ed} : \underline{1.444} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.

$$\text{Clase} : \underline{2}$$

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta.

$$N_{pl,Rd} : \underline{120.941} \text{ t}$$

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{pl,Rd,y} : \underline{8.650} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$M_{pl,Rd,z} : \underline{4.145} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

A: Área de la sección bruta.

$$A : \underline{45.30} \text{ cm}^2$$

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$W_{pl,y} : \underline{324.00} \text{ cm}^3$$

$$W_{pl,z} : \underline{155.27} \text{ cm}^3$$

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{vd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

k_y , k_z , $k_{y,LT}$: Coeficientes de interacción.

$$k_y = 1 + (\bar{\lambda}_y - 0.2) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot N_{c,Rd}}$$



Listados

nave 30x15 Osorno_rev01

Fecha: 21/08/15

$$k_v : \underline{1.00}$$

$$k_z = 1 + (2 \cdot \bar{\lambda}_z - 0.6) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}}$$

$$k_z : \underline{1.00}$$

$$k_{v,LT} = 1 - \frac{0.1 \cdot \bar{\lambda}_z}{C_{m,LT} - 0.25} \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}}$$

$$k_{v,LT} : \underline{0.97}$$

$C_{m,y}$, $C_{m,z}$, $C_{m,LT}$: Factores de momento flector uniforme equivalente.

$$C_{m,v} : \underline{1.00}$$

$$C_{m,z} : \underline{1.00}$$

$$C_{m,LT} : \underline{1.00}$$

χ_y , χ_z : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\chi_v : \underline{0.99}$$

$$\chi_z : \underline{0.91}$$

χ_{LT} : Coeficiente de reducción por pandeo lateral.

$$\chi_{LT} : \underline{0.60}$$

$\bar{\lambda}_y$, $\bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\bar{\lambda}_v : \underline{0.23}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{0.37}$$

α_y , α_z : Factores dependientes de la clase de la sección.

$$\alpha_v : \underline{0.60}$$

$$\alpha_z : \underline{0.60}$$

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $1.35 \cdot G + 1.5 \cdot V(180^\circ)H2 + 0.75 \cdot N(EI)$.

$$V_{Ed,z} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$$

$$1.794 \leq 7.897$$

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed,z} : \underline{1.794} \text{ t}$$

$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd,z} : \underline{15.794} \text{ t}$$

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{T,Ed}}{M_{T,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.005} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones $0.8 \cdot G + 1.5 \cdot V(180^\circ)H2$.

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.001} \text{ t}\cdot\text{m}$$

El momento torsor resistente de cálculo $M_{T,Rd}$ viene dado por:

$$M_{T,Rd} = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot W_T \cdot f_{yd}$$

$$M_{T,Rd} : \underline{0.185} \text{ t}\cdot\text{m}$$



Listados

nave 30x15 Osorno_rev01

Fecha: 21/08/15

Donde:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : \underline{11.98} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.103}$$



Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N28, para la combinación de acciones $1.35 \cdot G + 1.5 \cdot V(270^\circ)H1 + 0.75 \cdot N(R)2$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{1.624} \text{ t}$$

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.001} \text{ t}\cdot\text{m}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} = \sqrt{1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{1.25 \cdot f_{yd} / \sqrt{3}}} \cdot V_{pl,Rd}$$

$$V_{pl,T,Rd} : \underline{15.794} \text{ t}$$

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{pl,Rd} : \underline{15.815} \text{ t}$$

$\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión.

$$\tau_{T,Ed} : \underline{5.03} \text{ kp/cm}^2$$

$$\tau_{T,Ed} = \frac{M_{T,Ed}}{W_t}$$

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : \underline{11.98} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1$$



Listados

nave 30x15 Osorno_rev01

Fecha: 21/08/15

η : 0.014 ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N29, para la combinación de acciones $1.35 \cdot G + 1.5 \cdot V(270^\circ)H1 + 0.75 \cdot N(R)2$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 0.803 t

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$M_{T,Ed}$: 0.001 t·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} = \sqrt{1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{1.25 \cdot f_{yd}/\sqrt{3}}} \cdot V_{pl,Rd}$$

$V_{pl,T,Rd}$: 55.695 t

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$V_{pl,Rd}$: 55.768 t

$\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión.

$\tau_{T,Ed}$: 5.03 kp/cm²

$$\tau_{T,Ed} = \frac{M_{T,Ed}}{W_t}$$

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

W_T : 11.98 cm³

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{M0} : 1.05

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículo Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$\bar{\lambda}$: 0.88 ✓

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

Clase : 2

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

A : 45.30 cm²

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²

N_{cr} : Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

N_{cr} : 163.667 t

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$N_{cr,y}$: 2479.317 t

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$N_{cr,z}$: 916.827 t

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$N_{cr,T}$: 163.667 t



Listados

nave 30x15 Osorno_rev01

Fecha: 21/08/15



Listados

nave 30x15 Osorno_rev01

Fecha: 21/08/15

Barra N27/N30

Perfil: IPE-240, Simple con cartelas Material: Acero (S275)						
Inicial	Final	Longitud (m)	Características mecánicas ⁽¹⁾			
			Área (cm ²)	I _y ⁽²⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽²⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽³⁾ (cm ⁴)
N27	N30	7.593	39.10	3890.00	284.00	9.28
Notas: ⁽¹⁾ Las características mecánicas y el dibujo mostrados corresponden a la sección inicial del perfil (N27) ⁽²⁾ Inercia respecto al eje indicado ⁽³⁾ Momento de inercia a torsión uniforme						
		Pandeo		Pandeo lateral		
		Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.	
β		0.19	0.00	0.19	1.00	
L _K		1.410	0.000	1.410	7.593	
C _m		1.000	1.000	1.000	1.000	
Notación: β: Coeficiente de pandeo L _K : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos						

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$

η : **0.004** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N30, para la combinación de acciones 1.35·G+0.9·V(90°)H1+1.5·N(R)2.

N_{t,Ed}: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

N_{t,Ed} : 0.407 t

La resistencia de cálculo a tracción **N_{t,Rd}** viene dada por:

$$N_{t,Rd} = A \cdot f_{yd}$$

N_{t,Rd} : 104.388 t

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra.

A : 39.10 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{M0} : 1.05

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$



Listados

nave 30x15 Osorno_rev01

Fecha: 21/08/15

$$\eta : \underline{0.009} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.017} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N27, para la combinación de acciones $1.35 \cdot G + 0.9 \cdot V(180^\circ)H2 + 1.5 \cdot N(EI)$.

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. **$N_{c,Ed}$** : 0.908 t

La resistencia de cálculo a compresión **$N_{c,Rd}$** viene dada por:

$$N_{c,Rd} = A \cdot f_{yd} \quad N_{c,Rd} : \underline{104.388} \text{ t}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase** : 3

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : 39.10 cm²

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : 2669.77 kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : 2803.26 kp/cm²

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : 1.05

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo **$N_{b,Rd}$** en una barra comprimida viene dada por:

$$N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_{yd} \quad N_{b,Rd} : \underline{53.540} \text{ t}$$

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : 39.10 cm²

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : 2669.77 kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : 2803.26 kp/cm²

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M1}** : 1.05

χ : Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - (\bar{\lambda})^2}} \leq 1 \quad \chi_z : \underline{0.84}$$

$$\chi_T : \underline{0.51}$$

Siendo:



Listados

nave 30x15 Osorno_rev01

Fecha: 21/08/15

$$\Phi = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha \cdot (\bar{\lambda} - 0.2) + (\bar{\lambda})^2 \right]$$

α : Coeficiente de imperfección elástica.

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

N_{cr} : Axil crítico de pandeo elástico.

$$\Phi_z : 0.75$$

$$\Phi_T : 1.31$$

$$\alpha_z : 0.34$$

$$\alpha_T : 0.34$$

$$\bar{\lambda}_z : 0.60$$

$$\bar{\lambda}_T : 1.14$$

$$N_{cr} : 84.637 \text{ t}$$

El axil crítico de pandeo elástico N_{cr} es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{ky}^2}$$

$$N_{cr,y} : \infty$$

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{kz}^2}$$

$$N_{cr,z} : 301.808 \text{ t}$$

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_0^2} \cdot \left[G \cdot I_t + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_w}{L_{kt}^2} \right]$$

$$N_{cr,T} : 84.637 \text{ t}$$

Donde:

I_y : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.

$$I_y : 3890.00 \text{ cm}^4$$

I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.

$$I_z : 284.00 \text{ cm}^4$$

I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.

$$I_t : 9.28 \text{ cm}^4$$

I_w : Constante de alabeo de la sección.

$$I_w : 37449.17 \text{ cm}^6$$

E : Módulo de elasticidad.

$$E : 2140673 \text{ kp/cm}^2$$

G : Módulo de elasticidad transversal.

$$G : 825688 \text{ kp/cm}^2$$

L_{ky} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.

$$L_{ky} : 0.000 \text{ m}$$

L_{kz} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.

$$L_{kz} : 1.410 \text{ m}$$

L_{kt} : Longitud efectiva de pandeo por torsión.

$$L_{kt} : 7.593 \text{ m}$$

i_0 : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.

$$i_0 : 10.33 \text{ cm}$$

$$i_0 = (i_y^2 + i_z^2 + y_0^2 + z_0^2)^{0.5}$$

Siendo:

i_y, i_z : Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.

$$i_y : 9.97 \text{ cm}$$

$$i_z : 2.70 \text{ cm}$$

y_0, z_0 : Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

$$y_0 : 0.00 \text{ mm}$$

$$z_0 : 0.00 \text{ mm}$$

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)



Listados

nave 30x15 Osorno_rev01

Fecha: 21/08/15

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

η : **0.179** ✓

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} \leq 1$$

η : **0.681** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N27, para la combinación de acciones 0.8·G+1.5·V(270°)H1.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^+ : 0.981 t·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N27, para la combinación de acciones 1.35·G+0.9·V(180°)H2+1.5·N(EI).

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^- : 1.748 t·m

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$M_{c,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd}$ $M_{c,Rd}$: 9.771 t·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : 1

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,y}$: 366.00 cm³

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.05

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

El momento flector resistente de cálculo $M_{b,Rd}$ viene dado por:

$M_{b,Rd}^+ = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y}^+ \cdot f_{yd}$ $M_{b,Rd}^+$: 8.967 t·m

$M_{b,Rd}^- = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y}^- \cdot f_{yd}$ $M_{b,Rd}^-$: 2.565 t·m

Donde:

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,y}$: 366.00 cm³



Listados

nave 30x15 Osorno_rev01

Fecha: 21/08/15

f_{vd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{vd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

χ_{LT}: Factor de reducción por pandeo lateral.

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}} \leq 1$$

$$\chi_{LT}^+ : \underline{0.92}$$

$$\chi_{LT}^- : \underline{0.26}$$

Siendo:

$$\Phi_{LT} = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha_{LT} \cdot (\bar{\lambda}_{LT} - 0.2) + \bar{\lambda}_{LT}^2 \right]$$

$$\Phi_{LT}^+ : \underline{0.67}$$

$$\Phi_{LT}^- : \underline{2.34}$$

α_{LT}: Coeficiente de imperfección elástica.

$$\alpha_{LT} : \underline{0.21}$$

λ̄_{LT}: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda}_{LT}^+ = \sqrt{\frac{W_{pl,y}^+ \cdot f_y}{M_{cr}}}$$

$$\bar{\lambda}_{LT}^+ : \underline{0.52}$$

$$\bar{\lambda}_{LT}^- = \sqrt{\frac{W_{pl,y}^- \cdot f_y}{M_{cr}}}$$

$$\bar{\lambda}_{LT}^- : \underline{1.83}$$

M_{cr}: Momento crítico elástico de pandeo lateral.

$$M_{cr}^+ : \underline{37.840} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$M_{cr}^- : \underline{3.066} \text{ t}\cdot\text{m}$$

El momento crítico elástico de pandeo lateral **M_{cr}** se determina según la teoría de la elasticidad:

$$M_{cr} = \sqrt{M_{LTV}^2 + M_{LTw}^2}$$

Siendo:

M_{LTV}: Componente que representa la resistencia por torsión uniforme de la barra.

$$M_{LTV} = C_1 \cdot \frac{\pi}{L_c} \cdot \sqrt{G \cdot I_t \cdot E \cdot I_z}$$

$$M_{LTV}^+ : \underline{15.207} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$M_{LTV}^- : \underline{2.824} \text{ t}\cdot\text{m}$$

M_{LTw}: Componente que representa la resistencia por torsión no uniforme de la barra.

$$M_{LTw} = W_{el,y} \cdot \frac{\pi^2 \cdot E}{L_c^2} \cdot C_1 \cdot i_{f,z}^2$$

$$M_{LTw}^+ : \underline{34.650} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$M_{LTw}^- : \underline{1.195} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Siendo:

W_{el,y}: Módulo resistente elástico de la sección bruta, obtenido para la fibra más comprimida.

$$W_{el,y} : \underline{324.17} \text{ cm}^3$$

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.

$$I_z : \underline{284.00} \text{ cm}^4$$

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme.

$$I_t : \underline{9.28} \text{ cm}^4$$

E: Módulo de elasticidad.

$$E : \underline{2140673} \text{ kp/cm}^2$$

G: Módulo de elasticidad transversal.

$$G : \underline{825688} \text{ kp/cm}^2$$



Listados

nave 30x15 Osorno_rev01

Fecha: 21/08/15

L_c^+ : Longitud efectiva de pandeo lateral del ala superior.

$$L_c^+ : \underline{1.410} \text{ m}$$

L_c^- : Longitud efectiva de pandeo lateral del ala inferior.

$$L_c^- : \underline{7.593} \text{ m}$$

C_1 : Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra.

$$C_1 : \underline{1.00}$$

$i_{f,z}$: Radio de giro, respecto al eje de menor inercia de la sección, del soporte formado por el ala comprimida y la tercera parte de la zona comprimida del alma adyacente al ala comprimida.

$$i_{f,z}^+ : \underline{3.17} \text{ cm}$$

$$i_{f,z}^- : \underline{3.17} \text{ cm}$$

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.105} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N27, para la combinación de acciones 0.8·G+1.5·V(270°)H1.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{0.127} \text{ t·m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N27, para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·V(0°)H2.

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{0.204} \text{ t·m}$$

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,z} \cdot f_{yd}$$

$$M_{c,Rd} : \underline{1.940} \text{ t·m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,z} : \underline{72.68} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$



Listados

nave 30x15 Osorno_rev01

Fecha: 21/08/15

η : 0.113 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N27, para la combinación de acciones $1.35 \cdot G + 0.9 \cdot V(0^\circ)H2 + 1.5 \cdot N(EI)$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 2.603 t

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}} \quad V_{c,Rd} : \underline{22.936} \text{ t}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante. A_v : 14.88 cm²

$$A_v = h \cdot t_w$$

Siendo:

h : Canto de la sección. h : 240.00 mm

t_w : Espesor del alma. t_w : 6.20 mm

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.05

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{d}{t_w} < 70 \cdot \varepsilon \quad 35.55 < 64.71$$

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma. λ_w : 35.55

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

$\lambda_{m\acute{a}x}$: Esbeltez máxima. $\lambda_{m\acute{a}x}$: 64.71

$$\lambda_{m\acute{a}x} = 70 \cdot \varepsilon$$

ε : Factor de reducción. ε : 0.92

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia. f_{ref} : 2395.51 kp/cm²

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 2803.26 kp/cm²

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)



Listados

nave 30x15 Osorno_rev01

Fecha: 21/08/15

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

η : **0.007** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N27, para la combinación de acciones 0.8·G+1.5·V(0°)H2.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 0.259 t

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: 39.206 t

Donde:

A_v : Área transversal a cortante. A_v : 25.44 cm²

$$A_v = A - d \cdot t_w$$

Siendo:

A : Área de la sección bruta. A : 39.10 cm²

d : Altura del alma. d : 220.40 mm

t_w : Espesor del alma. t_w : 6.20 mm

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{M0} : 1.05

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

2.603 ≤ 11.468

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N27, para la combinación de acciones 1.35·G+0.9·V(0°)H2+1.5·N(EI).

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 2.603 t

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd}$: 22.936 t

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

0.259 ≤ 19.603



Listados

nave 30x15 Osorno_rev01

Fecha: 21/08/15

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N27, para la combinación de acciones 0.8·G+1.5·V(0°)H2.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 0.259 t

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$V_{c,Rd}$: 39.206 t

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$	η : <u>0.243</u> ✓
$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$	η : <u>0.723</u> ✓
$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{y,LT} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$	η : <u>0.747</u> ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N27, para la combinación de acciones 1.35·G+0.9·V(180°)H2+1.5·N(EI).

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$N_{c,Ed}$: 0.908 t

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.

$M_{y,Ed}$: 1.748 t·m

$M_{z,Ed}$: 0.107 t·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.

Clase: 1

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta.

$N_{pl,Rd}$: 104.388 t

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

$M_{pl,Rd,y}$: 9.771 t·m

$M_{pl,Rd,z}$: 1.940 t·m

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

A: Área de la sección bruta.

A: 39.10 cm²

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$W_{pl,y}$: 366.00 cm³

$W_{pl,z}$: 72.68 cm³

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{M1} : 1.05

k_y , k_z , $k_{v,LT}$: Coeficientes de interacción.

$$k_y = 1 + (\bar{\lambda}_y - 0.2) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot N_{c,Rd}}$$

k_y : 1.00

$$k_z = 1 + (2 \cdot \bar{\lambda}_z - 0.6) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}}$$



Listados

nave 30x15 Osorno_rev01

Fecha: 21/08/15

$$k_z : 1.01$$

$$k_{y,LT} = 1 - \frac{0.1 \cdot \bar{\lambda}_z}{C_{m,LT} - 0.25} \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}}$$

$$k_{y,LT} : 1.00$$

$C_{m,y}$, $C_{m,z}$, $C_{m,LT}$: Factores de momento flector uniforme equivalente.

$$C_{m,y} : 1.00$$

$$C_{m,z} : 1.00$$

$$C_{m,LT} : 1.00$$

χ_y , χ_z : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\chi_y : 1.00$$

$$\chi_z : 0.84$$

χ_{LT} : Coeficiente de reducción por pandeo lateral.

$$\chi_{LT} : 0.26$$

$\bar{\lambda}_y$, $\bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\bar{\lambda}_y : 0.00$$

$$\bar{\lambda}_z : 0.60$$

α_y , α_z : Factores dependientes de la clase de la sección.

$$\alpha_y : 0.60$$

$$\alpha_z : 0.60$$

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N27, para la combinación de acciones $1.35 \cdot G + 0.9 \cdot V(0^\circ)H2 + 1.5 \cdot N(EI)$.

$$V_{Ed,z} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$$

$$2.603 \leq 11.468$$

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed,z} : 2.603 \text{ t}$$

$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd,z} : 22.936 \text{ t}$$

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículo Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)



Listados

nave 30x15 Osorno_rev01

Fecha: 21/08/15

La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$\bar{\lambda}$: 1.14 ✓

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

Clase : 3

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

A : 39.10 cm²

f_v: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_v : 2803.26 kp/cm²

N_{cr}: Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

N_{cr} : 84.637 t

N_{cr,y}: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

N_{cr,y} : ∞

N_{cr,z}: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

N_{cr,z} : 301.808 t

N_{cr,T}: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

N_{cr,T} : 84.637 t



Listados

nave 30x15 Osorno_rev01

Fecha: 21/08/15

Barra N29/N30

Perfil: IPE-240, Simple con cartelas Material: Acero (S275)						
Nudos	Longitud (m)	Características mecánicas ⁽¹⁾				
		Área (cm ²)	I _y ⁽²⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽²⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽³⁾ (cm ⁴)	
Inicial	Final					
N29	N30	7.593	39.10	3890.00	284.00	9.28
Notas: ⁽¹⁾ Las características mecánicas y el dibujo mostrados corresponden a la sección inicial del perfil (N29) ⁽²⁾ Inercia respecto al eje indicado ⁽³⁾ Momento de inercia a torsión uniforme						
	Pandeo		Pandeo lateral			
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.		
β	0.19	0.00	0.19	1.00		
L _K	1.410	0.000	1.410	7.593		
C _m	1.000	1.000	1.000	1.000		
Notación: β: Coeficiente de pandeo L _K : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos						

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$

η : **0.004** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N30, para la combinación de acciones 1.35·G+0.9·V(90°)H1+1.5·N(R)1.

N_{t,Ed}: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

N_{t,Ed} : 0.407 t

La resistencia de cálculo a tracción **N_{t,Rd}** viene dada por:

$$N_{t,Rd} = A \cdot f_{yd}$$

N_{t,Rd} : 104.388 t

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra.

A : 39.10 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{M0} : 1.05

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$



Listados

nave 30x15 Osorno_rev01

Fecha: 21/08/15

$$\eta : \underline{0.009} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.017} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N29, para la combinación de acciones $1.35 \cdot G + 0.9 \cdot V(0^\circ)H2 + 1.5 \cdot N(EI)$.

N_{c,Ed}: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. **N_{c,Ed}** : 0.908 t

La resistencia de cálculo a compresión **N_{c,Rd}** viene dada por:

$$N_{c,Rd} = A \cdot f_{yd} \quad N_{c,Rd} : \underline{104.388} \text{ t}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase** : 3

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : 39.10 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : 2669.77 kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : 2803.26 kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : 1.05

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo **N_{b,Rd}** en una barra comprimida viene dada por:

$$N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_{yd} \quad N_{b,Rd} : \underline{53.540} \text{ t}$$

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : 39.10 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : 2669.77 kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : 2803.26 kp/cm²

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M1}** : 1.05

χ: Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - (\bar{\lambda})^2}} \leq 1 \quad \chi_z : \underline{0.84}$$

Siendo: **χ_T** : 0.51



Listados

nave 30x15 Osorno_rev01

Fecha: 21/08/15

$$\Phi = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha \cdot (\bar{\lambda} - 0.2) + (\bar{\lambda})^2 \right]$$

α : Coeficiente de imperfección elástica.

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

N_{cr} : Axil crítico de pandeo elástico.

$$\Phi_z : 0.75$$

$$\Phi_T : 1.31$$

$$\alpha_z : 0.34$$

$$\alpha_T : 0.34$$

$$\bar{\lambda}_z : 0.60$$

$$\bar{\lambda}_T : 1.14$$

$$N_{cr} : 84.637 \text{ t}$$

El axil crítico de pandeo elástico N_{cr} es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{ky}^2}$$

$$N_{cr,y} : \infty$$

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{kz}^2}$$

$$N_{cr,z} : 301.808 \text{ t}$$

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_0^2} \cdot \left[G \cdot I_t + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_w}{L_{kt}^2} \right]$$

$$N_{cr,T} : 84.637 \text{ t}$$

Donde:

I_y : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.

$$I_y : 3890.00 \text{ cm}^4$$

I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.

$$I_z : 284.00 \text{ cm}^4$$

I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.

$$I_t : 9.28 \text{ cm}^4$$

I_w : Constante de alabeo de la sección.

$$I_w : 37449.17 \text{ cm}^6$$

E : Módulo de elasticidad.

$$E : 2140673 \text{ kp/cm}^2$$

G : Módulo de elasticidad transversal.

$$G : 825688 \text{ kp/cm}^2$$

L_{ky} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.

$$L_{ky} : 0.000 \text{ m}$$

L_{kz} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.

$$L_{kz} : 1.410 \text{ m}$$

L_{kt} : Longitud efectiva de pandeo por torsión.

$$L_{kt} : 7.593 \text{ m}$$

i_0 : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.

$$i_0 : 10.33 \text{ cm}$$

$$i_0 = (i_y^2 + i_z^2 + y_0^2 + z_0^2)^{0.5}$$

Siendo:

i_y, i_z : Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.

$$i_y : 9.97 \text{ cm}$$

$$i_z : 2.70 \text{ cm}$$

y_0, z_0 : Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

$$y_0 : 0.00 \text{ mm}$$

$$z_0 : 0.00 \text{ mm}$$

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)



Listados

nave 30x15 Osorno_rev01

Fecha: 21/08/15

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

η : **0.179** ✓

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} \leq 1$$

η : **0.681** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N29, para la combinación de acciones 0.8·G+1.5·V(270°)H1.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^+ : 0.981 t·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N29, para la combinación de acciones 1.35·G+0.9·V(0°)H2+1.5·N(EI).

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^- : 1.748 t·m

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$M_{c,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd}$ $M_{c,Rd}$: 9.771 t·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : 1

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,y}$: 366.00 cm³

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.05

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

El momento flector resistente de cálculo $M_{b,Rd}$ viene dado por:

$M_{b,Rd}^+ = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y}^+ \cdot f_{yd}$ $M_{b,Rd}^+$: 8.967 t·m

$M_{b,Rd}^- = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y}^- \cdot f_{yd}$ $M_{b,Rd}^-$: 2.565 t·m

Donde:

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,y}$: 366.00 cm³



Listados

nave 30x15 Osorno_rev01

Fecha: 21/08/15

f_{vd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{vd}** : 2669.77 kp/cm²

$$f_{vd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

χ_{LT}: Factor de reducción por pandeo lateral.

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}} \leq 1$$

$$\chi_{LT}^+ : \underline{0.92}$$

$$\chi_{LT}^- : \underline{0.26}$$

Siendo:

$$\Phi_{LT} = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha_{LT} \cdot (\bar{\lambda}_{LT} - 0.2) + \bar{\lambda}_{LT}^2 \right]$$

$$\Phi_{LT}^+ : \underline{0.67}$$

$$\Phi_{LT}^- : \underline{2.34}$$

α_{LT}: Coeficiente de imperfección elástica.

$$\alpha_{LT} : \underline{0.21}$$

λ̄_{LT}: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda}_{LT}^+ = \sqrt{\frac{W_{pl,y}^+ \cdot f_y}{M_{cr}}}$$

$$\bar{\lambda}_{LT}^+ : \underline{0.52}$$

$$\bar{\lambda}_{LT}^- = \sqrt{\frac{W_{pl,y}^- \cdot f_y}{M_{cr}}}$$

$$\bar{\lambda}_{LT}^- : \underline{1.83}$$

M_{cr}: Momento crítico elástico de pandeo lateral.

$$M_{cr}^+ : \underline{37.840} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$M_{cr}^- : \underline{3.066} \text{ t}\cdot\text{m}$$

El momento crítico elástico de pandeo lateral **M_{cr}** se determina según la teoría de la elasticidad:

$$M_{cr} = \sqrt{M_{LTV}^2 + M_{LTW}^2}$$

Siendo:

M_{LTV}: Componente que representa la resistencia por torsión uniforme de la barra.

$$M_{LTV} = C_1 \cdot \frac{\pi}{L_c} \cdot \sqrt{G \cdot I_t \cdot E \cdot I_z}$$

$$M_{LTV}^+ : \underline{15.207} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$M_{LTV}^- : \underline{2.824} \text{ t}\cdot\text{m}$$

M_{LTW}: Componente que representa la resistencia por torsión no uniforme de la barra.

$$M_{LTW} = W_{el,y} \cdot \frac{\pi^2 \cdot E}{L_c^2} \cdot C_1 \cdot i_{f,z}^2$$

$$M_{LTW}^+ : \underline{34.650} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$M_{LTW}^- : \underline{1.195} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Siendo:

W_{el,y}: Módulo resistente elástico de la sección bruta, obtenido para la fibra más comprimida.

$$W_{el,y} : \underline{324.17} \text{ cm}^3$$

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.

$$I_z : \underline{284.00} \text{ cm}^4$$

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme.

$$I_t : \underline{9.28} \text{ cm}^4$$

E: Módulo de elasticidad.

$$E : \underline{2140673} \text{ kp/cm}^2$$

G: Módulo de elasticidad transversal.

$$G : \underline{825688} \text{ kp/cm}^2$$



Listados

nave 30x15 Osorno_rev01

Fecha: 21/08/15

L_c^+ : Longitud efectiva de pandeo lateral del ala superior.

$$L_c^+ : \underline{1.410} \text{ m}$$

L_c^- : Longitud efectiva de pandeo lateral del ala inferior.

$$L_c^- : \underline{7.593} \text{ m}$$

C_1 : Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra.

$$C_1 : \underline{1.00}$$

$i_{f,z}$: Radio de giro, respecto al eje de menor inercia de la sección, del soporte formado por el ala comprimida y la tercera parte de la zona comprimida del alma adyacente al ala comprimida.

$$i_{f,z}^+ : \underline{3.17} \text{ cm}$$

$$i_{f,z}^- : \underline{3.17} \text{ cm}$$

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.105}$$



Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N29, para la combinaci3n de acciones 1.35·G+1.5·V(180°)H2.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{0.204} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Para flexi3n negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N29, para la combinaci3n de acciones 0.8·G+1.5·V(270°)H1.

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{0.127} \text{ t}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,z} \cdot f_{yd}$$

$$M_{c,Rd} : \underline{1.940} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

Clase: Clase de la secci3n, según la capacidad de deformaci3n y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una secci3n a flexi3n simple.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

$W_{pl,z}$: M3dulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensi3n, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,z} : \underline{72.68} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$



Listados

nave 30x15 Osorno_rev01

Fecha: 21/08/15

η : 0.113 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N29, para la combinación de acciones $1.35 \cdot G + 0.9 \cdot V(180^\circ)H2 + 1.5 \cdot N(EI)$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 2.603 t

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}} \quad V_{c,Rd} : \underline{22.936} \text{ t}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante. A_v : 14.88 cm²

$$A_v = h \cdot t_w$$

Siendo:

h : Canto de la sección. h : 240.00 mm

t_w : Espesor del alma. t_w : 6.20 mm

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.05

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{d}{t_w} < 70 \cdot \varepsilon \quad 35.55 < 64.71$$

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma. λ_w : 35.55

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

$\lambda_{m\acute{a}x}$: Esbeltez máxima. $\lambda_{m\acute{a}x}$: 64.71

$$\lambda_{m\acute{a}x} = 70 \cdot \varepsilon$$

ε : Factor de reducción. ε : 0.92

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia. f_{ref} : 2395.51 kp/cm²

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 2803.26 kp/cm²

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)



Listados

nave 30x15 Osorno_rev01

Fecha: 21/08/15

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

η : **0.007** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N29, para la combinación de acciones 0.8·G+1.5·V(180°)H2.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 0.259 t

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: 39.206 t

Donde:

A_v : Área transversal a cortante. A_v : 25.44 cm²

$$A_v = A - d \cdot t_w$$

Siendo:

A : Área de la sección bruta. A : 39.10 cm²

d : Altura del alma. d : 220.40 mm

t_w : Espesor del alma. t_w : 6.20 mm

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{M0} : 1.05

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

2.603 ≤ 11.468

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N29, para la combinación de acciones 1.35·G+0.9·V(180°)H2+1.5·N(EI).

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 2.603 t

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd}$: 22.936 t

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.



Listados

nave 30x15 Osorno_rev01

Fecha: 21/08/15

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

$$0.259 \leq 19.603$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N29, para la combinación de acciones 0.8·G+1.5·V(180°)H2.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{0.259} \text{ t}$$

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd} : \underline{39.206} \text{ t}$$

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.243} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.723} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{y,LT} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.747} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N29, para la combinación de acciones 1.35·G+0.9·V(0°)H2+1.5·N(EI).

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{c,Ed} : \underline{0.908} \text{ t}$$

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{y,Ed} : \underline{1.748} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$M_{z,Ed} : \underline{0.107} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta.

$$N_{pl,Rd} : \underline{104.388} \text{ t}$$

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{pl,Rd,y} : \underline{9.771} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$M_{pl,Rd,z} : \underline{1.940} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

A : Área de la sección bruta.

$$A : \underline{39.10} \text{ cm}^2$$

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$W_{pl,y} : \underline{366.00} \text{ cm}^3$$

$$W_{pl,z} : \underline{72.68} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

k_y , k_z , $k_{y,LT}$: Coeficientes de interacción.

$$k_y = 1 + (\bar{\lambda}_y - 0.2) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot N_{c,Rd}}$$



Listados

nave 30x15 Osorno_rev01

Fecha: 21/08/15

$$k_v : \underline{1.00}$$

$$k_z = 1 + (2 \cdot \bar{\lambda}_z - 0.6) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}}$$

$$k_z : \underline{1.01}$$

$$k_{v,LT} = 1 - \frac{0.1 \cdot \bar{\lambda}_z}{C_{m,LT} - 0.25} \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}}$$

$$k_{v,LT} : \underline{1.00}$$

$C_{m,y}$, $C_{m,z}$, $C_{m,LT}$: Factores de momento flector uniforme equivalente.

$$C_{m,v} : \underline{1.00}$$

$$C_{m,z} : \underline{1.00}$$

$$C_{m,LT} : \underline{1.00}$$

χ_y , χ_z : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\chi_v : \underline{1.00}$$

$$\chi_z : \underline{0.84}$$

χ_{LT} : Coeficiente de reducción por pandeo lateral.

$$\chi_{LT} : \underline{0.26}$$

$\bar{\lambda}_y$, $\bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\bar{\lambda}_v : \underline{0.00}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{0.60}$$

α_y , α_z : Factores dependientes de la clase de la sección.

$$\alpha_v : \underline{0.60}$$

$$\alpha_z : \underline{0.60}$$

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N29, para la combinación de acciones $1.35 \cdot G + 0.9 \cdot V(180^\circ)H2 + 1.5 \cdot N(EI)$.

$$V_{Ed,z} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$$

$$2.603 \leq 11.468$$

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed,z} : \underline{2.603} \text{ t}$$

$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd,z} : \underline{22.936} \text{ t}$$

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.



Listados

nave 30x15 Osorno_rev01

Fecha: 21/08/15

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículo Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$\bar{\lambda}$: 1.14 ✓

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

Clase : 3

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

A : 39.10 cm²

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²

N_{cr}: Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

N_{cr} : 84.637 t

N_{cr,y}: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

N_{cr,y} : ∞

N_{cr,z}: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

N_{cr,z} : 301.808 t

N_{cr,T}: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

N_{cr,T} : 84.637 t



Listados

nave 30x15 Osorno_rev01

Fecha: 21/08/15

Barra N31/N30

Perfil: HEA-200						
Material: Acero (S275)						
Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)
N31	N30	8.200	53.80	3692.00	1336.00	14.89
Notas: ⁽¹⁾ Inercia respecto al eje indicado ⁽²⁾ Momento de inercia a torsión uniforme						
	Pandeo		Pandeo lateral			
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.		
β	0.22	0.63	0.00	0.00		
L _K	1.842	5.169	0.000	0.000		
C _m	1.000	1.000	1.000	1.000		
Notación: β: Coeficiente de pandeo L _K : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos						

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$

η : **0.011** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N30, para la combinación de acciones 0.8·G+1.5·V(270°)H1.

N_{t,Ed}: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

N_{t,Ed} : 1.597 t

La resistencia de cálculo a tracción **N_{t,Rd}** viene dada por:

$$N_{t,Rd} = A \cdot f_{yd}$$

N_{t,Rd} : 143.634 t

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra.

A : 53.80 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{M0} : 1.05

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

η : **0.041** ✓



Listados

nave 30x15 Osorno_rev01

Fecha: 21/08/15

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1$$

η : 0.053



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N31, para la combinación de acciones 1.35·G+0.9·V(0°)H2+1.5·N(EI).

N_{c,Ed}: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

N_{c,Ed} : 5.852 t

La resistencia de cálculo a compresión **N_{c,Rd}** viene dada por:

$$N_{c,Rd} = A \cdot f_{yd}$$

N_{c,Rd} : 143.634 t

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

Clase : 3

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

A : 53.80 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{M0} : 1.05

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo **N_{b,Rd}** en una barra comprimida viene dada por:

$$N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_{yd}$$

N_{b,Rd} : 111.030 t

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

A : 53.80 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{M1} : 1.05

χ: Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - (\bar{\lambda})^2}} \leq 1$$

χ_y : 0.77

χ_z : 0.88

Siendo:

$$\Phi = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha \cdot (\bar{\lambda} - 0.2) + (\bar{\lambda})^2 \right]$$

Φ_v : 0.85



Listados

nave 30x15 Osorno_rev01

Fecha: 21/08/15

α : Coeficiente de imperfección elástica.

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

N_{cr} : Axil crítico de pandeo elástico.

El axil crítico de pandeo elástico N_{cr} es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{ky}^2}$$

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{kz}^2}$$

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_0^2} \cdot \left[G \cdot I_t + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_w}{L_{kt}^2} \right]$$

Donde:

I_y : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.

I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.

I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.

I_w : Constante de alabeo de la sección.

E : Módulo de elasticidad.

G : Módulo de elasticidad transversal.

L_{ky} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.

L_{kz} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.

L_{kt} : Longitud efectiva de pandeo por torsión.

i_0 : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.

$$i_0 = (i_y^2 + i_z^2 + y_0^2 + z_0^2)^{0.5}$$

Siendo:

i_y, i_z : Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.

y_0, z_0 : Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

$$\phi_z : 0.65$$

$$\alpha_y : 0.34$$

$$\alpha_z : 0.49$$

$$\bar{\lambda}_y : 0.72$$

$$\bar{\lambda}_z : 0.43$$

$$N_{cr} : 291.930 \text{ t}$$

$$N_{cr,y} : 291.930 \text{ t}$$

$$N_{cr,z} : 832.054 \text{ t}$$

$$N_{cr,T} : \infty$$

$$I_y : 3692.00 \text{ cm}^4$$

$$I_z : 1336.00 \text{ cm}^4$$

$$I_t : 14.89 \text{ cm}^4$$

$$I_w : 108031.51 \text{ cm}^6$$

$$E : 2140673 \text{ kp/cm}^2$$

$$G : 825688 \text{ kp/cm}^2$$

$$L_{ky} : 5.169 \text{ m}$$

$$L_{kz} : 1.842 \text{ m}$$

$$L_{kt} : 0.000 \text{ m}$$

$$i_0 : 9.67 \text{ cm}$$

$$i_y : 8.28 \text{ cm}$$

$$i_z : 4.98 \text{ cm}$$

$$y_0 : 0.00 \text{ mm}$$

$$z_0 : 0.00 \text{ mm}$$

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)



Listados

nave 30x15 Osorno_rev01

Fecha: 21/08/15

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

η : **0.632** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N31, para la combinación de acciones 0.8·G+1.5·V(270°)H1.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

M_{Ed}^+ : 6.562 t·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N31, para la combinación de acciones 0.8·G+1.5·V(180°)H2+0.75·N(EI).

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

M_{Ed}^- : 5.805 t·m

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{el,y} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$: 10.376 t·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

Clase : 3

$W_{el,y}$: Módulo resistente elástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 3.

$W_{el,y}$: 388.63 cm³

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{M0} : 1.05

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

η : **0.211** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N31, para la combinación de acciones 0.8·G+1.5·V(0°)H2+0.75·N(R)2.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

M_{Ed}^+ : 0.751 t·m

Para flexión negativa:



Listados

nave 30x15 Osorno_rev01

Fecha: 21/08/15

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N31, para la combinación de acciones $0.8 \cdot G + 1.5 \cdot V(180^\circ)H2 + 0.75 \cdot N(R)1$.

M_{Ed} : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed} : \underline{0.751} \text{ t}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{el,z} \cdot f_{yd}$$

$$M_{c,Rd} : \underline{3.567} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$$\text{Clase} : \underline{3}$$

$W_{el,z}$: Módulo resistente elástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 3.

$$W_{el,z} : \underline{133.60} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.189} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N31, para la combinación de acciones $0.8 \cdot G + 1.5 \cdot V(180^\circ)H2$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{3.591} \text{ t}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$$V_{c,Rd} : \underline{19.036} \text{ t}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{12.35} \text{ cm}^2$$

$$A_v = h \cdot t_w$$

Siendo:

h : Canto de la sección.

$$h : \underline{190.00} \text{ mm}$$

t_w : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{6.50} \text{ mm}$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$



Listados

nave 30x15 Osorno_rev01

Fecha: 21/08/15

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{M0} : 1.05

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{d}{t_w} < 70 \cdot \varepsilon$$

26.15 < 64.71

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma.

λ_w : 26.15

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

$\lambda_{m\acute{a}x}$: Esbeltez máxima.

$\lambda_{m\acute{a}x}$: 64.71

$$\lambda_{m\acute{a}x} = 70 \cdot \varepsilon$$

ε : Factor de reducción.

ε : 0.92

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia.

f_{ref} : 2395.51 kp/cm²


f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

η : **0.001** 

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·G+1.5·V(180°)H2+0.75·N(R)1.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 0.092 t

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: 65.895 t

Donde:

A_v : rea transversal a cortante.

A_v : 42.75 cm²

$$A_v = A - d \cdot t_w$$

Siendo:

A : rea de la sección bruta.

A : 53.80 cm²

d : Altura del alma.

d : 170.00 mm

t_w : Espesor del alma.

t_w : 6.50 mm

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$



Listados

nave 30x15 Osorno_rev01

Fecha: 21/08/15

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.05

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

$$3.591 \leq 9.518$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N31, para la combinación de acciones 0.8·G+1.5·V(180°)H2.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 3.591 t

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd}$: 19.036 t

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

$$0.092 \leq 32.947$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N31, para la combinación de acciones 0.8·G+1.5·V(180°)H2+0.75·N(R)1.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 0.092 t

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd}$: 65.895 t

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{el,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{el,Rd,z}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.795} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{el,y} \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.812} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + \alpha_y \cdot k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.694} \quad \checkmark$$



Listados

nave 30x15 Osorno_rev01

Fecha: 21/08/15

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N31, para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·V(180°)H2+0.75·N(R)1.

Donde:

N_{c,Ed} : Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.	N_{c,Ed} : <u>3.570</u> t
M_{y,Ed} , M_{z,Ed} : Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.	M_{y,Ed} : <u>5.805</u> t·m
	M_{z,Ed} : <u>0.751</u> t·m
Clase : Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.	Clase : <u>3</u>

N_{pl,Rd} : Resistencia a compresión de la sección bruta.	N_{pl,Rd} : <u>143.634</u> t
M_{el,Rd,y} , M_{el,Rd,z} : Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones elásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.	M_{el,Rd,y} : <u>10.376</u> t·m
	M_{el,Rd,z} : <u>3.567</u> t·m

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

A: Área de la sección bruta. **A** : 53.80 cm²

W_{el,y}, **W_{el,z}**: Módulos resistentes elásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. **W_{el,y}** : 388.63 cm³

W_{el,z} : 133.60 cm³

f_{vd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{vd}** : 2669.77 kp/cm²

$$f_{vd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : 2803.26 kp/cm²

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M1}** : 1.05

k_y, **k_z**: Coeficientes de interacción.

$$k_y = 1 + 0.6 \cdot \bar{\lambda}_y \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot N_{c,Rd}} \quad k_y : \underline{1.01}$$

$$k_z = 1 + 0.6 \cdot \bar{\lambda}_z \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}} \quad k_z : \underline{1.01}$$

C_{m,y}, **C_{m,z}**: Factores de momento flector uniforme equivalente. **C_{m,y}** : 1.00

C_{m,z} : 1.00

χ_y, **χ_z**: Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. **χ_y** : 0.77

χ_z : 0.88

λ_y, **λ_z**: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente. **λ_y** : 0.72

λ_z : 0.43

α_y, **α_z**: Factores dependientes de la clase de la sección. **α_y** : 0.80

α_z : 1.00

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V_{Ed}** es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo **V_{c,Rd}**.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N31, para la combinación de acciones 0.8·G+1.5·V(180°)H2.



Listados

nave 30x15 Osorno_rev01

Fecha: 21/08/15

$$V_{Ed,z} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$$

$$3.591 \leq 9.518$$

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed,z} : 3.591 \text{ t}$$

$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd,z} : 19.036 \text{ t}$$

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículo Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$$\bar{\lambda} : 0.72 \quad \checkmark$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

$$\text{Clase} : 3$$

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : 53.80 \text{ cm}^2$$

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : 2803.26 \text{ kp/cm}^2$$

N_{cr} : Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

$$N_{cr} : 291.930 \text{ t}$$

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$$N_{cr,y} : 291.930 \text{ t}$$

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$$N_{cr,z} : 832.054 \text{ t}$$

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} : \infty$$



4.- PLACAS DE ANCLAJE

4.1.- Descripción

Descripción				
Referencia	Placa base	Disposición	Rigidizadores	Pernos
N26,N28	Ancho X: 350 mm Ancho Y: 300 mm Espesor: 15 mm	Posición X: Centrada Posición Y: Centrada	Paralelos X: 2(100x0x5.0) Paralelos Y: 2(100x0x5.0)	8Ø14 mm L=45 cm Prolongación recta
N31	Ancho X: 450 mm Ancho Y: 400 mm Espesor: 18 mm	Posición X: Centrada Posición Y: Centrada	Paralelos X: - Paralelos Y: 2(100x0x7.0)	6Ø20 mm L=45 cm Prolongación recta

4.2.- Medición placas de anclaje

Pilares	Acero	Peso kp	Totales kp
N26, N28	S275	2 x 14.84	
N31	S275	1 x 28.68	
			58.36
Totales			58.36

4.3.- Medición pernos placas de anclaje

Pilares	Pernos	Acero	Longitud m	Peso kp	Totales m	Totales kp
N26, N28	16Ø14 mm L=51 cm	B 400 S, Ys = 1.15 (corrugado)	16 x 0.51	16 x 0.62		
N31	6Ø20 mm L=52 cm	B 400 S, Ys = 1.15 (corrugado)	6 x 0.52	6 x 1.28		
					11.25	17.51
Totales					11.25	17.51

4.4.- Comprobación de las placas de anclaje

Referencia: N26 -Placa base: Ancho X: 350 mm Ancho Y: 300 mm Espesor: 15 mm -Pernos: 8Ø14 mm L=45 cm Prolongación recta -Disposición: Posición X: Centrada Posición Y: Centrada -Rigidizadores: Paralelos X: 2(100x0x5.0) Paralelos Y: 2(100x0x5.0)		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: <i>3 diámetros</i>	Mínimo: 42 mm Calculado: 121 mm	Cumple
Separación mínima pernos-perfil: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 21 mm Calculado: 35 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 21 mm Calculado: 30 mm	Cumple
Esbeltz de rigidizadores: - Paralelos a X: - Paralelos a Y:	Máximo: 50 Calculado: 45.5 Calculado: 41.2	Cumple Cumple
Longitud mínima del perno: <i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>	Mínimo: 17 cm Calculado: 45 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón: - Tracción: - Cortante:	Máximo: 5.489 t Calculado: 4.799 t Máximo: 3.843 t Calculado: 0.232 t	Cumple Cumple



Listados

nave 30x15 Osorno_rev01

Fecha: 21/08/15

Referencia: N26 -Placa base: Ancho X: 350 mm Ancho Y: 300 mm Espesor: 15 mm -Pernos: 8Ø14 mm L=45 cm Prolongación recta -Disposición: Posición X: Centrada Posición Y: Centrada -Rigidizadores: Paralelos X: 2(100x0x5.0) Paralelos Y: 2(100x0x5.0)		
Comprobación	Valores	Estado
- Tracción + Cortante:	Máximo: 5.489 t Calculado: 5.13 t	Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 5.023 t Calculado: 4.822 t	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 4077.47 kp/cm ² Calculado: 3141.51 kp/cm ²	Cumple
Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 11.774 t Calculado: 0.232 t	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales:	Máximo: 2803.26 kp/cm ²	
- Derecha:	Calculado: 887.019 kp/cm ²	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 945.766 kp/cm ²	Cumple
- Arriba:	Calculado: 1582.02 kp/cm ²	Cumple
- Abajo:	Calculado: 1361.47 kp/cm ²	Cumple
Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i>	Mínimo: 250	
- Derecha:	Calculado: 11822	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 11306.2	Cumple
- Arriba:	Calculado: 9373.36	Cumple
- Abajo:	Calculado: 11429.4	Cumple
Tensión de Von Mises local: <i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>	Máximo: 2803.26 kp/cm ² Calculado: 2797.17 kp/cm ²	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Referencia: N28 -Placa base: Ancho X: 350 mm Ancho Y: 300 mm Espesor: 15 mm -Pernos: 8Ø14 mm L=45 cm Prolongación recta -Disposición: Posición X: Centrada Posición Y: Centrada -Rigidizadores: Paralelos X: 2(100x0x5.0) Paralelos Y: 2(100x0x5.0)		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: <i>3 diámetros</i>	Mínimo: 42 mm Calculado: 121 mm	Cumple
Separación mínima pernos-perfil: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 21 mm Calculado: 35 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 21 mm Calculado: 30 mm	Cumple
Esbeltez de rigidizadores:	Máximo: 50	
- Paralelos a X:	Calculado: 45.5	Cumple
- Paralelos a Y:	Calculado: 41.2	Cumple
Longitud mínima del perno: <i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>	Mínimo: 17 cm Calculado: 45 cm	Cumple



Listados

nave 30x15 Osorno_rev01

Fecha: 21/08/15

Referencia: N28 -Placa base: Ancho X: 350 mm Ancho Y: 300 mm Espesor: 15 mm -Pernos: 8Ø14 mm L=45 cm Prolongación recta -Disposición: Posición X: Centrada Posición Y: Centrada -Rigidizadores: Paralelos X: 2(100x0x5.0) Paralelos Y: 2(100x0x5.0)		
Comprobación	Valores	Estado
Anclaje perno en hormigón:		
- Tracción:	Máximo: 5.489 t Calculado: 4.799 t	Cumple
- Cortante:	Máximo: 3.843 t Calculado: 0.232 t	Cumple
- Tracción + Cortante:	Máximo: 5.489 t Calculado: 5.13 t	Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 5.023 t Calculado: 4.822 t	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 4077.47 kp/cm ² Calculado: 3141.51 kp/cm ²	Cumple
Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 11.774 t Calculado: 0.232 t	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales:	Máximo: 2803.26 kp/cm ²	
- Derecha:	Calculado: 945.766 kp/cm ²	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 887.019 kp/cm ²	Cumple
- Arriba:	Calculado: 1582.02 kp/cm ²	Cumple
- Abajo:	Calculado: 1361.47 kp/cm ²	Cumple
Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i>	Mínimo: 250	
- Derecha:	Calculado: 11306.2	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 11822	Cumple
- Arriba:	Calculado: 9373.36	Cumple
- Abajo:	Calculado: 11429.4	Cumple
Tensión de Von Mises local: <i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>	Máximo: 2803.26 kp/cm ² Calculado: 2797.17 kp/cm ²	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Referencia: N31 -Placa base: Ancho X: 450 mm Ancho Y: 400 mm Espesor: 18 mm -Pernos: 6Ø20 mm L=45 cm Prolongación recta -Disposición: Posición X: Centrada Posición Y: Centrada -Rigidizadores: Paralelos X: - Paralelos Y: 2(100x0x7.0)		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: <i>3 diámetros</i>	Mínimo: 60 mm Calculado: 185 mm	Cumple
Separación mínima pernos-perfil: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 30 mm Calculado: 65 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 30 mm Calculado: 40 mm	Cumple



Listados

nave 30x15 Osorno_rev01

Fecha: 21/08/15

Referencia: N31 -Placa base: Ancho X: 450 mm Ancho Y: 400 mm Espesor: 18 mm -Pernos: 6Ø20 mm L=45 cm Prolongación recta -Disposición: Posición X: Centrada Posición Y: Centrada -Rigidizadores: Paralelos X: - Paralelos Y: 2(100x0x7.0)		
Comprobación	Valores	Estado
Esbeltez de rigidizadores: - Paralelos a Y:	Máximo: 50 Calculado: 35.9	Cumple
Longitud mínima del perno: <i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>	Mínimo: 24 cm Calculado: 25 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón: - Tracción: - Cortante: - Tracción + Cortante:	Máximo: 7.842 t Calculado: 6.894 t Máximo: 5.489 t Calculado: 0.599 t Máximo: 7.842 t Calculado: 7.749 t	Cumple Cumple Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 10.243 t Calculado: 6.942 t	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 4077.47 kp/cm ² Calculado: 2235.16 kp/cm ²	Cumple
Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 20.183 t Calculado: 0.599 t	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales: - Derecha: - Izquierda: - Arriba: - Abajo:	Máximo: 2803.26 kp/cm ² Calculado: 1571.83 kp/cm ² Calculado: 1571.83 kp/cm ² Calculado: 2436.86 kp/cm ² Calculado: 2477.34 kp/cm ²	Cumple Cumple Cumple Cumple
Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i>	Mínimo: 250 Calculado: 1677.38 Calculado: 1677.38 Calculado: 3678.05 Calculado: 3458.83	Cumple Cumple Cumple Cumple
Tensión de Von Mises local: <i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>	Máximo: 2803.26 kp/cm ² Calculado: 1970.62 kp/cm ²	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		



Universidad de Valladolid
Campus de Palencia



**Escuela Técnica Superior
de Ingenierías Agrarias Palencia**

Titulación:
GRADO EN INGENIERÍA AGRÍCOLA Y DEL MEDIO RURAL

***PROYECTO DE ALMACÉN AGRÍCOLA PARA PLAN DE
MEJORA DE EXPLOTACIÓN AGRÍCOLA, DE 190 HA DE
SECANO/REGADÍO, EN OSORNO (PALENCIA).***

SEPARATA-ANEJOS A LA MEMORIA. (DE 6 a 16)

Alumno/a: MANUEL TERÁN GONZÁLEZ

Tutor/a: ENRIQUE RELEA GANGAS

Cotutor/a:

Mes SEPTIEMBRE de 2015

INDICE ANEJOS

- ANEJO 6 - ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL
- ANEJO 7 – PROGRAMA PARA LA EJECUCIÓN DE LA OBRA
- ANEJO 8 – ESTUDIO DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS
- ANEJO 9 – ESTUDIO DE PROTECCIÓN CONTRA EL RUIDO
- ANEJO 10 - ESTUDIO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA
- ANEJO 11 – ESTUDIO DE GESTION DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN
- ANEJO 12 – PLAN DE CONTROL DE CALIDAD DE EJECUCIÓN DE OBRA
- ANEJO 13 – ESTUDIO DE SEGURIDAD DE UTILIZACIÓN Y ACCESIBILIDAD
- ANEJO 14 – ESTUDIO DE SALUBRIDAD
- ANEJO 15 – ESTUDIO ECONÓMICO
- ANEJO 16 – ESTUDIO BASICO DE SEGURIDAD Y SALUD

MEMORIA

Anejo 6: ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

INDICE DEL ANEJO 6. ESTUDIO AMBIENTAL

1. Antecedentes y objetivos del anejo.....	2
2. Descripción de la actividad.....	2
3. Emplazamiento de la explotación.....	2
3.1 Descripción de la parcela.....	2
3.2 Localización de la parcela.....	2
3.3. Descripción del entorno próximo a la actividad.....	2
4. Incidencia sobre el medio.....	3
5. Cumplimiento de la normativa sectorial.....	3
6. Conclusión:.....	4

ESTUDIO AMBIENTAL

1. Antecedentes y objetivos del anejo

El proyecto de ejecución es una nave agrícola, de nueva construcción, de una planta rectangular, de dimensiones 15 x 30 m., diáfana. Con cerramiento de fachadas de hormigón de 0,40 m de espesor hasta los 4,00 m de altura, y 3,00 m más de chapa de acero. La estructura es metálica en pilares, pórticos y viguetas. Cubierta formada por panel TIPO "Sandwich".

El presente Estudio ambiental, es anejo al proyecto, con objeto de dar cumplimiento a lo establecido en la Ley 11/2003, de 8 de abril, de Prevención ambiental de Castilla y León

Este estudio servirá de base para cumplir con los requisitos administrativos de tramitación de expedientes, para la aprobación previa del mismo por parte de los organismos competentes

2. Descripción de la actividad.

El objeto del proyecto es la construcción de una nave para almacenar productos agrícolas provenientes de la cosecha. Así como la maquinaria agrícola necesaria para su explotación.

3. Emplazamiento de la explotación.

3.1 Descripción de la parcela.

La parcela 1010 del polígono 15 de osorno(Palencia),es una finca rustica concentrada, situada a 173 m del núcleo urbano se accede a través de un camino rural que sale de la carretera N-120 Burgos-León.

3.2 Localización de la parcela

El solar se encuentra en el término municipal de Osorno (Palencia), en el polígono 15, parcela 1010.

Las coordenadas UTM son:

X: 387609,55

Y: 4695840,54

3.3. Descripción del entorno próximo a la actividad

La finca esta clasificada como suelo rustico, se encuentra situada a 173m del casco urbano, dedicada a era donde depositar la cosecha de grano y de fardos para su venta. En el entorno todas las fincas se dedican a lo mismo. El río Vallarna se encuentra a 100m, al cual no se verterán ningún tipo de residuo

4. Incidencia sobre el medio

No se proveen ningún tipo de incidencia negativa sobre la salubridad y el medio ambiente, ya que según el Reglamento de actividades molestas insalubres nocivas y peligrosas decreto de la presidencia del gobierno 2414/1961, de 30 de noviembre y las disposiciones complementarias, está actividad aparece sin calificación específica.

Tampoco presenta riesgos para personas y bienes.

5. Cumplimiento de la normativa sectorial

Ley 11/2003, de 8 de abril, de Prevención Ambiental de Castilla y León.

Artículo 6. Régimen de intervención administrativa

1. Las actividades e instalaciones incluidas en el ámbito de aplicación de la Ley, de acuerdo con su grado de incidencia sobre el medio ambiente, la seguridad y la salud, deben someterse al régimen de autorización ambiental, al régimen de licencia ambiental o al régimen de comunicación ambiental, según lo dispuesto en la presente Ley.

2. Por su parte, las actividades, instalaciones o proyectos enumerados en los Anexos III y IV, deben someterse, además, al procedimiento de evaluación de impacto ambiental, en los términos establecidos en esta Ley.

En el anexo 5 relaciona las actividades e instalaciones sometida a comunicación. en la letra i) "Actividades de almacenamiento de equipos y productos agrícolas siempre que no cuenten con sistemas de refrigeración y/o sistemas forzados de ventilación, que como máximo contengan 2.000 l de gasóleo u otros combustibles"

TÍTULO VII

Régimen de comunicación

Artículo 58. Actividades sometidas a comunicación

1. El ejercicio de las actividades comprendidas en el Anexo V de la presente Ley precisará previa comunicación al Ayuntamiento del término municipal en que se ubiquen, sin perjuicio de la aplicación de esta Ley en lo que proceda, así como de la normativa sectorial.

2. Reglamentariamente se determinará la documentación que, en su caso, deba acompañarse a la comunicación, sin perjuicio de su regulación mediante las correspondientes ordenanzas municipales.

3. Los Ayuntamientos, en el ámbito de sus competencias, pueden sustituir el régimen de comunicación por el sistema de establecer la licencia ambiental para determinadas actividades incluidas en el Anexo V. Dicha licencia municipal se tramita y resuelve simultáneamente con la licencia urbanística cuando es preceptiva. Para acogerse a dicho sistema será necesario aprobar

Previamente un Reglamento u Ordenanza Municipal, que debe sujetarse a las siguientes bases:

a) Debe establecer de forma concreta las actividades a que les afecte.

b) Debe regular la documentación que se acompañe a la solicitud de licencia.

c) Debe establecer el trámite específico de información pública y vecinal.

4. Cualquier cambio sustancial que se produzca en las actividades comprendidas en el Anexo V de la presente Ley también queda sometido al régimen de comunicación o, si procede, a la licencia, de acuerdo con lo previsto en el apartado tercero de este

Artículo, salvo que por su carácter corresponda someterlas a los procedimientos de autorización ambiental.

6. Conclusión:

Según la ley 11/2003, de 8 de abril de Prevención Ambiental de Castilla y León el proyecto estará sometido a régimen de comunicación al Ayuntamiento del Osorno la Mayor.

Con todo lo expuesto el técnico que suscribe, estima suficiente los datos aportados y justificados, para que el Ayuntamiento autorice la actividad descrita.

PALENCIA 31 DE AGOSTO DE 2015

EL ALUMNO DE GRADO EN
INGENIERIA AGRICOLA Y DEL MEDIO RURAL

MANUEL TERAN GONZALEZ

MEMORIA

Anejo 7: PROGRAMACIÓN DE LAS OBRAS

INDICE ANEJO 7. PROGRAMACION DE LAS OBRAS

1. Introducción.....	2
2. Definición de tareas.....	2
3. Asignación de tareas a realizar y duración prevista.....	2
4. Datos relevantes.....	3
5. Diagrama de Gantt.....	4

PROGRAMACION DE LAS OBRAS

1. Introducción.

En el presente Anejo se expone una estimación de la programación de la ejecución del proyecto para lo cual se realiza un diagrama de GANTT.

La división del proyecto en tareas, se ha hecho siguiendo la misma estructura que la contenida en el presupuesto. La duración de las tareas se ha establecido según las mediciones realizadas en proyecto y de rendimientos establecidos.

2. Definición de tareas.

Las actividades que se definen coinciden generalmente con los capítulos de ejecución señalados en el presupuesto, y con el desarrollo previsible de la obra, procurando que no queden tareas demasiado extensas.

3. Asignación de tareas a realizar y duración prevista.

<u>TAREA</u>	<u>DURACION</u>
PERMISOS Y LICENCIAS	44
EXPLANACION	1
EXCAVACION Y CIMENTACION	1
HORMIGONADO DE LA CIMENTACION	11
PILARES METALICOS	3
LEVANTAMIENTO MUROS	8
COLOCACION CUBIERTA	3
COLOCACION CERRAMIENTOS	2
REMATES CHAPA	2
SOLERA Y ENCACHADO	12
CARPINTERIA	2
ACABADOS	2
RECEPCION DE LAS OBRAS	1

4. Datos relevantes

Datos de la obra:

- Dias trabajados: 19 días
- Operarios en la obra: 4 por día
- Numero de operarios-día: 76

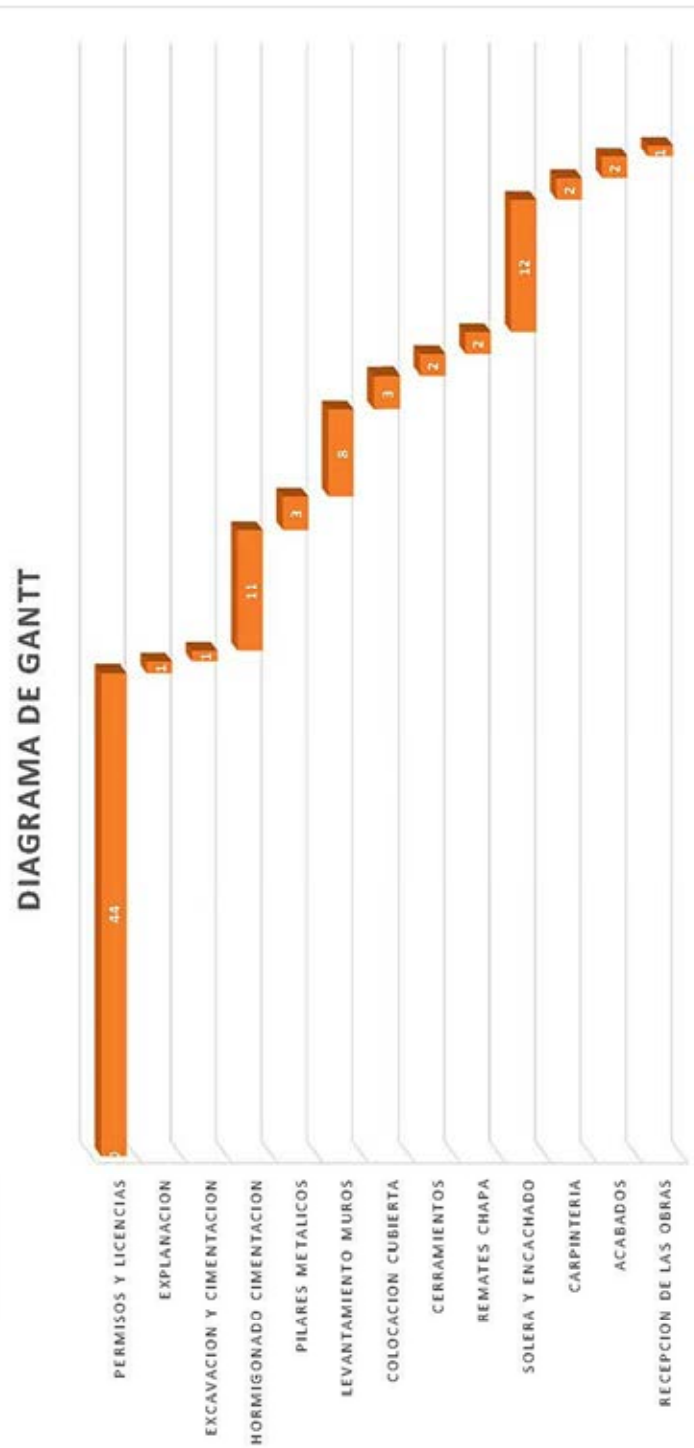
DESCRIPCION BREVE DEL CAMINO CRITICO

En la presente obra, resultan especialmente relevantes las labores de hormigonado, tanto por volumen como por el tiempo que ocupa. Se han previsto un periodo de unos

15 días de margen desde el hormigonado hasta la siguiente tarea que suponga entrada en carga de dicho hormigón.

No se han previsto solapamiento de oficios para reducir el riesgo de accidentes.

5. Diagrama de Gantt



)

MEMORIA

Anejo 8: ESTUDIO DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

INDICE ANEJO 8. PROTECCION CONTRA INCENDIOS

1.	Antecedentes.....	2
1.1	Legislación aplicable	2
2.	SI 1 Propagación interior.....	2
2.1	SI 1.1 Compartimentación en sectores de incendios.....	2
2.2	SI 1.2 Locales y zonas de riesgo especial.....	2
2.3	SI 1.3 Espacios ocultos.....	2
2.4	SI 1.4 Reacción al fuego.....	2
3.	SI 2 Propagación exterior.....	3
3.1	SI 2.1 Medianería y fachadas	3
3.2	SI 2.2 Cubiertas	3
4.	SI 3 Evacuación de ocupantes.....	3
4.1	SI 3.1 Compatibilidad de los elementos de evacuación	3
4.1	SI 3.2 Calculo de la ocupación	3
4.1	SI 3.3 Número de salidas y longitud de los recorridos de evacuación ...	3
4.1	SI 3.4 Dimensionado de los elementos de evacuación	3
4.1	SI 3.5 Protección de las escaleras.....	4
4.1	SI 3.6 Puertas situadas en el recorrido de evacuación.....	4
4.1	SI 3.7 Señalización de los medios de evacuación	4
4.1	SI 3.8 Control del humo de encendido	4
4.1	SI 3.9 Evacuación de personas con discapacidad en caso de incendio	4
5.	SI 4 Instalaciones de protección contra incendios.....	4
5.1	SI 4.1 Dotación de instalaciones de protección contra incendios	4
5.2	SI 4.2 Señalización de las instalaciones manuales de protección contra	5
6.	SI 5 Intervención de los bomberos	5
6.1	SI 5.1 condiciones de aproximación y entorno	5
6.2	SI 5.2 Accesibilidad por fachadas	6
7.	SI 6 Resistencia al fuego de la estructura	6
7.1	SI 6.1 Generalidades.....	6
7.2	SI 6.2 Resistencia al fuego de la estructura	6
7.3	SI 6.3 Elementos estructurales principales.....	6
7.4	SI 6.4 Elementos estructurales secundarios	7
7.5	SI 6.5 Determinación de Efectos de las acciones durante el incendio ...	7
7.6	SI 6.6 Determinación de la resistencia al fuego.....	7

ESTUDIO DE PROTECCION CONTRA INCENDIOS

1. Antecedentes

El proyecto de ejecución es una nave agrícola, de nueva construcción, de una planta rectangular, de dimensiones 15 x 30 m., diáfana. Con cerramiento de fachadas de hormigón de 0,40 m de espesor hasta los 4,00 m de altura, y 3,00 m más de chapa de acero. La estructura es metálica en pilares, pórticos y viguetas. Cubierta formada por panel TIPO "Sandwich".

1.1 Legislación aplicable

Se aplica el CTE- DB - SI sobre Seguridad en caso de incendio. Tanto el objetivo del requisito básico como las exigencias básicas de seguridad en caso de incendio se establecen el artículo 11 de la Parte 1 de este CTE.

El ámbito de aplicación es el que establece con carácter general para el conjunto del código técnico, en su artículo 2 (Parte I).

Por tratarse de una actividad agropecuaria, no será de aplicación el Reglamento de seguridad contra incendios en Establecimientos Industriales aprobado por RD 2267/2004 según regulación establecida en el art.2.3.

2. SI 1 Propagación interior

"La exigencia básica: se limitará el riesgo de propagación del incendio por el interior del edificio."

2.1 SI 1.1 Compartimentación en sectores de incendios

Los edificios se deben compartimentar en sectores de incendio según las condiciones que se establecen en la tabla 1.1 de esta sección.

Según dicha tabla la nave puede constituir un solo sector de incendio: " *Un espacio diáfano puede constituir un solo sector de incendio, cualquiera que sea la superficie construida, siempre que al menos el 90% de esta se desarrolle en una planta, sus salidas comuniquen directamente con el espacio exterior, al menos el 75% de su perímetro sea fachada y no exista sobre dicho recinto ninguna zona habitable.*"

2.2 SI 1.2 Locales y zonas de riesgo especial

La nave es diáfana, de una planta, no se considera un local de riesgo especial, según la tabla 2.1. Careciendo de escaleras, pasillos protegidos o vestíbulos de independencia. No es necesario adoptar ninguna medida al respecto.

2.3 SI 1.3 Espacios ocultos

La nave es diáfana, de una planta, no existiendo espacios ocultos. No es necesario adoptar ninguna medida al respecto.

2.4 SI 1.4 Reacción al fuego

Los elementos constructivos deben cumplir las condiciones de *reacción al fuego* que

se establecen en la tabla 1.4

3. SI 2 Propagación exterior

Se limitará el riesgo de propagación del incendio por el exterior, tanto en el edificio considerado como a otros edificios.

3.1 SI 2.1 Medianería y fachadas

Es un edificio aislado, no hay ningún tipo de construcción en la parcela, ni en frente. El edificio más cercano se encuentra a 100 m. El peligro de propagación a otros edificios no existe.

3.2 SI 2.2 Cubiertas

El edificio es de una altura, no hay riesgo de propagación del fuego a otras plantas o sectores

4. SI 3 Evacuación de ocupantes

El edificio dispondrá de los medios de evacuación adecuados para que los ocupantes puedan abandonar o alcanzar un lugar seguro dentro del mismo en condiciones de seguridad.

4.1 SI 3.1 Compatibilidad de los elementos de evacuación

Se trata de un edificio de uso privado, esta norma se exige para establecimientos de uso comercial o concurrencia pública.

4.1 SI 3.2 Calculo de la ocupación

Para calcular la ocupación deben tomarse los valores de densidad de ocupación que se indican en la tabla 2.1 en función de la *superficie útil* de cada zona. El uso del almacén no esta contemplado en la tabla 2.1, ni se puede asimilar a los especificados, en todo caso en las zonas de ocupación ocasional que son consideradas como de ocupación nula.

La realidad es que 1- 3 personas pueden trabajar en el almacén 2-4 horas al día., como máximo.

4.1 SI 3.3 Número de salidas y longitud de los recorridos de evacuación

Se dispone de una salida directa al espacio exterior y según la tabla 1.3 la longitud de los *recorridos de evacuación* hasta una *salida de planta* no debe excede de 25 m, excepto en los casos que se indican a continuación:

- 35 m en *uso Aparcamiento*;
- 50 m si se trata de una planta.

Estaríamos ante la segunda excepción, la nave es de una planta, mide 40 m de larga y la puerta esta situada en el medio, de la fachada.

4.1 SI 3.4 Dimensionado de los elementos de evacuación

El dimensionado de los elementos de evacuación debe realizarse conforme a lo que se indica en la tabla 4.1.

Tabla 4.1 Dimensionado de los elementos de la evacuación Tipo de elemento Dimensionado

Puertas y pasos	$A \geq P / 200 \geq 0,80 \text{ m}^{(2)}$ La anchura de toda hoja de puerta no debe ser menor que 0,60 m, ni exceder de 1,23 m.
Pasillos y rampas	$A \geq P / 200 \geq 1,00 \text{ m}^{(3)(4)(5)}$

La nave cuenta con una puerta peatonal de 0.80m, dentro de la portonera de corredera de 5,00 m.

4.1 SI 3.5 Protección de las escaleras

No es necesario cumplir ningún requisito especial al tratarse de una nave de una planta, no hay escaleras.

4.1 SI 3.6 Puertas situadas en el recorrido de evacuación

Las puertas previstas como *salida de planta o de edificio* evacuación serán abatibles con eje de giro vertical y su sistema de cierre, o bien no actuará mientras haya actividad en las zonas a evacuar, o bien consistirá en un dispositivo de fácil y rápida apertura desde el lado del cual provenga dicha evacuación, sin tener que utilizar una llave y sin tener que actuar sobre más de un mecanismo.

4.1 SI 3.7 Señalización de los medios de evacuación

Se utilizarán las señales de evacuación definidas en la norma UNE 23034:1988, conforme a los siguientes criterios:

Las salidas de edificio tendrán una señal con el rótulo "SALIDA", sean fácilmente visibles desde todo punto de dichos *recintos* y los ocupantes estén familiarizados con el edificio.

4.1 SI 3.8 Control del humo de encendido

No es necesario instalar un sistema de control del humo de incendio en este tipo de edificios. El control de humos se hará con ventilación natural con la portonera corredera.

4.1 SI 3.9 Evacuación de personas con discapacidad en caso de incendio

Introducido por RD 173/2010, de 19 de febrero.

5. SI 4 Instalaciones de protección contra incendios

El edificio dispondrá de los equipos e instalaciones adecuados para hacer posible la detección, el control y la extinción de incendio, así como la transmisión de la alarma a los ocupantes.

5.1 SI 4.1 Dotación de instalaciones de protección contra incendios

Los edificios deben disponer de los equipos e instalaciones de protección contra incendios que se indican en la tabla 1.1. El diseño, la ejecución, la puesta en funcionamiento y el *mantenimiento* de dichas instalaciones, así como sus materiales, componentes y equipos, deben cumplir lo establecido en el "Reglamento de Instalaciones de Protección contra Incendios".

En aplicación de la tabla 1.1 será necesario instalar 1 extintores portátiles a 15m de recorrido, como máximo, desde todo origen de evacuación. Se instalarán 4 extintores de polvo químico ABC polivalente antibrasa de eficacia 34A /183B, de 6 Kg, de agente extintor.

Según el Reglamento de Instalaciones de protección contra incendios Art 6.3 El emplazamiento de los extintores permitirá que sean fácilmente visibles y accesibles, estarán situados próximos a los puntos donde se estime mayor probabilidad de iniciarse el incendio, a ser posible próximos a las salidas de evacuación y preferentemente sobre soportes fijados a paramentos verticales, de modo que la parte superior del extintor quede como máximo a 1,70 m sobre el suelo.

5.2 SI 4.2 Señalización de las instalaciones manuales de protección contra incendios

Los medios de protección contra incendios de utilización manual como los extintores, se deben señalar mediante señales definidas en la norma UNE 23033-1 cuyo tamaño sea: de 420 x 420 mm cuando la distancia de observación esté comprendida entre 10 y 20 m;

Las señales deben ser visibles incluso en caso de fallo en el suministro al alumbrado normal. Pudiendo ser fotoluminiscentes.

6. SI 5 Intervención de los bomberos

Se facilitará la intervención de los equipos de rescate y extinción de incendios.

6.1 SI 5.1 condiciones de aproximación y entorno

Los viales de aproximación de los vehículos de los bomberos a los espacios de maniobra deben cumplir las condiciones siguientes:

- a) anchura mínima libre 3,5 m;
- b) altura mínima libre o gálibo 4,5 m;
- c) capacidad portante del vial 20 kN/m².

Aplicable a los edificios con una *altura de evacuación* descendente mayor que 9 m que deben disponer de un espacio de maniobra para los bomberos que cumpla las siguientes condiciones a lo largo de las fachadas en las que estén situados los accesos, o bien al interior del edificio, o bien al espacio abierto interior en el que se encuentren aquellos:

- a) anchura mínima libre 5 m;
- b) altura libre la del edificio

En este caso al tratarse de una nave de una sola planta la altura de evacuación es a ras de suelo. De todos modos dispone de zonas de acceso y de maniobra para

facilitar la intervención de los bomberos.

6.2 SI 5.2 Accesibilidad por fachadas

Las fachadas deben disponer de huecos que permitan el acceso desde el exterior al personal del servicio de extinción de incendios. Facilitar el acceso a cada una de las plantas del edificio. No es de aplicación por tratarse de una nave de una planta.

7. SI 6 Resistencia al fuego de la estructura

La estructura portante mantendrá su resistencia al fuego durante el tiempo necesario para que puedan cumplirse las anteriores exigencia básicas.

7.1 SI 6.1 Generalidades

La elevación de la temperatura que se produce como consecuencia de un incendio en un edificio afecta a su estructura de dos formas diferentes. Por un lado, los materiales ven afectadas sus propiedades, modificándose de forma importante su capacidad mecánica. Por otro, aparecen acciones indirectas como consecuencia de las deformaciones de los elementos, que generalmente dan lugar a tensiones que se suman a las debidas a otras acciones.

Si se utilizan los métodos simplificados indicados en este Documento Básico no es necesario tener en cuenta las acciones indirectas derivadas del incendio.

7.2 SI 6.2 Resistencia al fuego de la estructura

Se admite que un elemento tiene suficiente *resistencia al fuego* si, durante la duración del incendio, el valor de cálculo del efecto de las acciones, en todo instante t , no supera el valor de la resistencia de dicho elemento.

7.3 SI 6.3 Elementos estructurales principales

Se considera que la *resistencia al fuego* de un elemento estructural principal del edificio (incluidos forjados, vigas y soportes), es suficiente si:

- alcanza la clase indicada en la tabla 3.1 o 3.2 que representa el tiempo en minutos de resistencia ante la acción representada por la *curva normalizada tiempo temperatura*, o
- soporta dicha acción durante el *tiempo equivalente de exposición al fuego* indicado en el anejo B.

El uso más admisible al del proyecto puede ser el de vivienda unifamiliar de la tabla 3.1. que indica una resistencia mínima de R-30.

Además estaríamos en el caso reflejado en el punto 3.2. "La estructura principal de las cubiertas ligeras no previstas para ser utilizadas en la evacuación de los ocupantes y cuya altura respecto de la rasante exterior no exceda de 28 m, así como los elementos que únicamente sustenten dichas cubiertas, podrán ser R 30 cuando su fallo no pueda ocasionar daños graves a los edificios o *establecimientos* próximos, ni comprometer la estabilidad de otras plantas inferiores o la compartimentación de los *sectores de incendio*. A tales efectos, puede entenderse como ligera aquella cubierta cuya carga permanente debida únicamente a su cerramiento no exceda de 1 kN/m². "

La *curva normalizada tiempo-temperatura* supone, aproximadamente, las siguientes

temperaturas:

Tiempo t, en minutos	15	30	45	60	90	120	180	240
Temperatura en el sector, en °C	740	840	900	950	1000	1050	1100	1150

7.4 SI 6.4 Elementos estructurales secundarios

Los elementos estructurales, como puede ser el caso de pequeñas entreplantas o de suelos o escaleras de construcción ligera, etc., no precisan cumplir ninguna exigencia de *resistencia al fuego*. Al ser una nave diáfana de una planta no existen.

7.5 SI 6.5 Determinación de Efectos de las acciones durante el incendio

Los efectos de las acciones durante la exposición al incendio deben obtenerse del Documento Básico DB-SE.

Los valores de las distintas acciones y coeficientes deben ser obtenidos según se indica en el Documento Básico DB-SE, apartado 4.2.2.

Si se emplean los métodos indicados en este Documento Básico para el cálculo de la *resistencia al fuego* estructural puede tomarse como efecto de la acción de incendio únicamente el derivado del efecto de la temperatura en la resistencia del elemento estructural.

7.6 SI 6.6 Determinación de la resistencia al fuego

Los muros son de hormigón armado de 0,40 m de espesor y un recubrimiento de armaduras de 20mm, lo que le corresponde una resistencia al fuego de R90 según la tabla C23 del DB.SI, lo que supera ampliamente el mínimo exigido.

La estructura principal es de pórticos metálicos de pilares y vigas de acero S275.

Para el cálculo se aplica el sistema simplificado del anejo D Resistencia al fuego de elementos de acero Tabla D.1. tanto para vigas como para pilares, ya que se cumplen las premisas para ello, (una planta y longitud de pandeo no menor de 0.7).

- El factor de forma, tanto en pilares como en vigas es menor de 30.
- El coeficiente de sobredimensionado (Considerando las cargas aplicables bajo la hipótesis de fuego) es menor de 0.60
- La resistencia al fuego que se exige es R30

Con estas hipótesis y de acuerdo a la tabla citada, se deduce que no se requiere ningún tipo de revestimiento exterior.

MEMORIA

Anejo 9: ESTUDIO DE PROTECCIÓN CONTRA EL RUIDO

INDICE ANEJO 9. ESTUDIO DE PROTECCION FRENTE AL RUIDO

1. Documento básico DB-HR	2
2. Descripción general.	2
3. Ley 5/2009 , de 4 de junio del Ruido de castilla y León.....	3
4. Medidas de prevención del ruido.	3

ESTUDIO DE PROTECCION FRENTE AL RUIDO

1. Documento básico DB-HR

Este Documento Básico (DB) tiene por objeto establecer reglas y procedimientos que permiten cumplir las exigencias básicas de protección frente al ruido. La correcta aplicación del DB supone que se satisface el requisito básico "Protección frente al ruido".

Tanto el objetivo del requisito básico "Protección frente al ruido", como las exigencias básicas se establecen en el artículo 14 de la Parte I de este CTE y son los siguientes:

Artículo 14. Exigencias básicas de protección frente al ruido (HR)

El objetivo del requisito básico "Protección frente el ruido" consiste en limitar, dentro de los edificios y en condiciones normales de utilización, el riesgo de molestias o enfermedades que el ruido pueda producir a los usuarios como consecuencia de las características de su proyecto, construcción, uso y mantenimiento.

Para satisfacer este objetivo, los edificios se proyectarán, construirán y mantendrán de tal forma que los elementos constructivos que conforman sus *recintos* tengan unas características acústicas adecuadas para reducir la transmisión del ruido aéreo, del ruido de impactos y del ruido y vibraciones de las instalaciones propias del edificio, y para limitar el ruido reverberante de los *recintos*.

El Documento Básico "DB HR Protección frente al ruido" especifica parámetros objetivos y sistemas de verificación cuyo cumplimiento asegura la satisfacción de las exigencias básicas y la superación de los niveles mínimos de calidad propios del requisito básico de protección frente al ruido.

2. Descripción general

El proyecto de ejecución es una nave agrícola, de nueva construcción, de una planta rectangular, de dimensiones 15 x 30 m., diáfana. Con cerramiento de fachadas de hormigón de 0,40 m de espesor hasta los 4,00 m de altura, y 3,00 m más de chapa de acero. La estructura es metálica en pilares, pórticos y viguetas. Cubierta formada por panel TIPO "Sandwich". La nave se ubica en una finca rustica, no urbaniza, a 173 m del casco urbano, esta aislada, no hay edificios cerca.

Por las características de construcción y su uso no es aplicable la norma. El uso es exclusivo de almacén, de maquinaria y de productos agrícolas de la propia explotación. No hay maquinas ni instalaciones de sean una fuente permanente de ruido. El ruido proviene de la entrada y salida de la maquinaria dentro de los horarios de trabajo diurnos de 8,00 h a 21,00 h de forma habitual. Sin permanencia de personas.

3. Ley 5/2009 , de 4 de junio del Ruido de castilla y León.

Artículo 2. Ambito de aplicación

1. Están sujetos a las prescripciones de esta ley, todos los emisores acústicos, ya sean de titularidad pública o privada , así como las edificaciones de cualquier tipo, en lo referente a las condiciones acústicas que deben cumplir.
2. Quedan excluidas del ámbito de esta ley los siguientes emisores acústicos:
 - a) Las actividades militares que se regiran por la normativa específica.
 - b) La actividad laboral, respecto a la contaminación acústica producida por esta en el correspondiente lugar de trabajo que se regirá por lo dispuesto en la legislación laboral.

Artículo 3 Definiciones.

A los efectos de esta ley se entenderá por :

a) Actividades: cualquier instalación establecimiento o actividad, pública o privada de naturaleza industrial, comercial, de servicio o de almacenamiento.

Tampoco sería de aplicación esta ley, ya que quedaría excluida en el Art 2.2 b, al considerar el almacenamiento como una actividad laboral, se regirá por lo dispuesto en la legislación laboral.

4. Medidas de prevención del ruido.

La medida de prevención del ruido se realizará mediante una buena gestión de la maquinaria agrícola de motor, ya que es la única fuente de ruido importante, realizando el mantenimiento adecuado y especialmente mantener los escapes de la citada máquina en estado correcto para no crear una fuente de ruido superior a la permitida.

El almacén no precisa una impermeabilización al ruido adicional ya que no genera contaminación acústica.

MEMORIA

Anejo 10: ESTUDIO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA

INDICE DEL ANEJO 10. ESTUDIO DE EFICIENCIA ENERGETICA

Introducción	2
Artículo 15. Exigencias básicas de ahorro de energía (HE).....	2
1. He 1 Limitación de demanda energética.....	2
1.1 Generalidades.....	2
1.2 Ámbito de aplicación	3
2. He 2 Rendimiento de las instalaciones térmicas	3
2.1 Generalidades.....	3
2.2 Ámbito de aplicación.....	3
3. He 3 Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación.....	3
3.1 Generalidades.....	3
3.2 Ámbito de aplicación.....	3
4. He 4 Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria	3
4.1 Generalidades.....	3
4.2 Ámbito de aplicación	4
5. He 5 Contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica	4
5.1 Generalidades.....	4
5.2 Ámbito de aplicación	4

ESTUDIO DE EFICACIA ENERGETICA DB HE

Introducción

Este Documento Básico (DB) tiene por objeto establecer reglas y procedimientos que permiten cumplir las exigencias básicas de ahorro de energía. Las secciones de este DB se corresponden con las exigencias básicas HE 1 a HE 5. La correcta aplicación de cada sección supone el cumplimiento de la exigencia básica correspondiente. La correcta aplicación del conjunto del DB supone que se satisface el requisito básico "Ahorro de energía". Tanto el objetivo del requisito básico "Ahorro de energía", como las exigencias básicas se establecen el artículo 15 de la Parte I de este CTE y son los siguientes:

Artículo 15. Exigencias básicas de ahorro de energía (HE)

1. El objetivo del requisito básico "Ahorro de energía" consiste en conseguir un uso racional de la energía necesaria para la utilización de los *edificios*, reduciendo a límites sostenibles su consumo y conseguir asimismo que una parte de este consumo proceda de fuentes de energía renovable, como consecuencia de las características de su *proyecto, construcción, uso y mantenimiento*.
2. Para satisfacer este objetivo, los *edificios* se proyectarán, construirán, utilizarán y mantendrán de forma que se cumplan las exigencias básicas que se establecen en los apartados siguientes.
3. El Documento Básico "DB HE Ahorro de energía" especifica parámetros objetivos y procedimientos cuyo cumplimiento asegura la satisfacción de las exigencias básicas y la superación de los niveles mínimos de calidad propios del requisito básico de ahorro de energía.

1. He 1 Limitación de demanda energética

1.1 Generalidades

Los edificios dispondrán de una envolvente de características tales que limite adecuadamente la demanda energética necesaria para alcanzar el bienestar térmico en función del clima de la localidad, del uso del edificio y del régimen de verano y de invierno, así como por sus características de aislamiento e inercia, permeabilidad al aire y exposición a la radiación solar, reduciendo el riesgo de aparición de humedades de condensación superficiales e intersticiales que puedan perjudicar sus características y tratando adecuadamente los puentes térmicos para limitar las pérdidas o ganancias de calor y evitar problemas higrotérmicos en los mismos.

1.2 Ámbito de aplicación

No es de aplicación en este caso ya que se excluyen del campo de aplicación:
e) instalaciones industriales, talleres y edificios agrícolas no residenciales;

2. He 2 Rendimiento de las instalaciones térmicas

2.1 Generalidades

Los *edificios* dispondrán de instalaciones térmicas apropiadas destinadas a proporcionar el *bienestar térmico* de sus ocupantes. Esta exigencia se desarrolla actualmente en el vigente Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios, RITE, y su aplicación quedará definida en el *proyecto* del *edificio*.

2.2 Ámbito de aplicación

No hay instalaciones de este tipo, no es necesario calefacción para el almacenaje de los productos agrícolas, ni para la maquinaria.

3. He 3 Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación

3.1 Generalidades

Los *edificios* dispondrán de instalaciones de iluminación adecuadas a las necesidades de sus *usuarios* y a la vez eficaces energéticamente disponiendo de un sistema de control que permita ajustar el encendido a la ocupación real de la zona, así como de un sistema de regulación que optimice el aprovechamiento de la luz natural, en las zonas que reúnan unas determinadas condiciones.

3.2 Ámbito de aplicación

No es de aplicación en este caso ya que se excluyen del campo de aplicación:

c) instalaciones industriales, talleres y edificios agrícolas no residenciales;

La nave dispondrá de luz natural a través de placas traslucidas del tejado

4. He 4 Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria

4.1 Generalidades

En los *edificios*, con previsión de demanda de agua caliente sanitaria o de climatización de piscina cubierta, en los que así se establezca en este CTE, una parte de las necesidades energéticas térmicas derivadas de esa demanda se cubrirá mediante la incorporación en los mismos de sistemas de captación, almacenamiento y utilización de energía solar de baja temperatura, adecuada a la radiación solar global de su emplazamiento y a la demanda de agua caliente del edificio o de la piscina.

Los valores derivados de esta exigencia básica tendrán la consideración de mínimos, sin perjuicio de valores que puedan ser establecidos por las administraciones competentes y que contribuyan a la sostenibilidad, atendiendo a las características propias de su localización y ámbito territorial.

4.2 Ámbito de aplicación

En este caso no es de aplicación por no existir previsión de agua caliente o ser menos de 50 L/ día de media. Se estima 15 L 7 día y persona en talleres y fabricas según la tabla 3.1 y no se especifica en las tablas 2.1 y 2.2, contribuciones solares mínimas para demandas inferiores al valor mencionado anteriormente

5. He 5 Contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica

5.1 Generalidades

En los *edificios* que así se establezca en este CTE se incorporarán sistemas de captación y transformación de energía solar en energía eléctrica por procedimientos fotovoltaicos para uso propio o suministro a la red. Los valores derivados de esta exigencia básica tendrán la consideración de mínimos, sin perjuicio de valores más estrictos que puedan ser establecidos por las administraciones competentes y que contribuyan a la sostenibilidad, atendiendo a las características propias de su localización y ámbito territorial.

5.2 Ámbito de aplicación

No es de aplicación en este caso por no encontrarse en la tabla 1.1 y tratarse de naves de almacenamiento de superficie menor a 10.000m²

MEMORIA

Anejo 11: ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN

INDICE DEL ANEJO 11. ESTUDIO DE GESTION DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN

1. Antecedentes	2
2. Obligaciones del productor de residuos de construcción y demolición.....	2
2.1 Estimación de la cantidad de residuos de construcción y demolición que se generarán en la obra.	2
2.2. Medidas de prevención de residuos en la obra objeto del proyecto.....	4
2.3 Operaciones de reutilización, valorización o eliminación a que se destinarán los residuos que se generarán en la obra.....	4
2.4. Medidas para la separación de los residuos en obra	6
2.5 Plano de las instalaciones	6
2.6. Prescripciones del pliego de prescripciones	6
2.7 Valoración del coste previsto de la gestión de los residuos de construcción y demolición de la obra	7

ESTUDIO DE GESTION DE RESIDUOS DE CONSTRUCCION

1. Antecedentes

El proyecto de ejecución es una nave agrícola, de nueva construcción, de una planta rectangular, de dimensiones 15 x 30 m., diáfana. Con cerramiento de fachadas de hormigón de 0,40 m de espesor hasta los 4,00 m de altura, y 3,00 m más de chapa de acero. La estructura es metálica en pilares, pórticos y viguetas. Cubierta formada por panel TIPO "Sandwich". La nave se ubica en una finca rustica, no urbaniza, a 173 m del casco urbano, esta aislada, no hay edificios cerca.

El presente Estudio de Gestión de Residuos, es anejo al proyecto, con objeto de dar cumplimiento a lo establecido en el Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero en el cual se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.

Este estudio servirá de base para que el Constructor redacte y presente al Promotor un Plan de Gestión en el que refleje como llevará a cabo las obligaciones que le afectan en relación con los residuos de construcción y demolición que se vayan a producir en la obra, en cumplimiento del Artículo 5 del citado Real Decreto y el artículo 4 que establece las obligaciones del productor de residuos de construcción y demolición.

El Plan de Gestión de Residuos, una vez aprobado por la Dirección Facultativa y aceptado por el Promotor, pasará a formar parte de los documentos contractuales de la obra.

2. Obligaciones del productor de residuos de construcción y demolición.

2.1 Estimación de la cantidad de residuos de construcción y demolición que se generarán en la obra.

En la siguiente tabla se indican las cantidades de residuos de construcción y demolición que se generarán en lá obra. Los residuos están codificados con arreglo a la lista europea de residuos publicada por la Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero.

Los tipos de residuos corresponden al capitulo 17 de la citada Lista Europea, titulado "Residuos de la construcción y demolición" y al capítulo 15 titulado "Residuos de envases". También se incluye un concepto relativo a la basura doméstica generada por los operarios de la obra.

Los residuos que en la lista aparecen señalados con asterisco (*) se consideran peligrosos de conformidad con la Directiva 91/689/CEE.

La estimación de pesos y volúmenes de los residuos se realiza a partir del dato de la superficie construida total aproximada del edificio, con relación a tipo de uso de nave de gran simplicidad sin acabados.

CODIGO	RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN	PESO (t)	Vol. (m3)
	De naturaleza pétreo		
170101	Hormigón		
1701 07	Mezclas de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos. Distintas a las especificadas en el código 1701 06(1)	3,00	0.65
170202	Vidrio	0.12	0,07
170904	Residuos mezclados de construcción y demolición distintos a los especificados en los códigos 170901(2)170902 (3) Y 170903 (4)	0.96	2.52
	De naturaleza no pétreo		
170201	Madera	0.27	0.54
170203	Plástico	0,90	1.50
170407	Metales mezclados	1.78	0.70
170411	Cables distintos a los especificados en el código 170410(6)	0.02	0.02
170604	Materiales de aislamiento distintos a los especificados en los códigos 170601 (7) Y 170603 (8)	0,02	0.04
	Potencialmente peligrosos y otros		
150106	Envases mezclados	0.18	1,05
150110*	Envases que contienen restos de sustancias peligrosas o están contaminados por ellas	0.02	0.08
00301	Mezcla de residuos municipales (basura)	0.20	0.10

NOTAS:

(1) 1701 06- Mezclas, o fracciones separadas, de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos, que contienen Sustancias peligrosas.

2)170901. Residuos de construcción y demolición que contienen mercurio.

(3)170902 - Residuos de construcción y demolición que contienen PCB.

(4) 170903 - Otros residuos de construcción y demolición (incluidos los residuos mezclados) que contienen Sustancias peligrosas.

5)170301 - Mezclas bituminosas que contienen alquitrán de hulla.

(6) 170410- Cables que contienen hidrocarburos, alquitrán de hulla y otras sustancias peligrosas.

(7) 170601 Materiales de aislamiento que contienen amianto.

8)170603 - Otros materiales de aislamiento que consisten en, o contienen, sustancias peligrosas.

9) 170801 - Materiales de construcción a partir de yeso contaminados con sustancias peligrosas.

2.2. Medidas de prevención de residuos en la obra objeto del proyecto

En la lista anterior puede apreciarse que la mayor parte de los residuos que se generarán en la obra son de naturaleza no peligrosa. Para este tipo de residuos no se prevé ninguna medida específica de prevención más allá de las que implica un manejo cuidadoso.

Con respecto a las moderadas cantidades de residuos contaminantes o peligrosos procedentes de restos de materiales o productos industrializados, así como los envases desechados de productos contaminantes o peligrosos, se tratarán con precaución y preferiblemente se retirarán de la obra a medida que se vayan empleando.

En este sentido, el Constructor se encargará de almacenar separadamente estos residuos hasta su entrega al "gestor de residuos" correspondiente y, en su caso, especificará en los contratos a formalizar con los subcontratistas la obligación que éstos contraen de retirar de la obra todos los residuos generados por su actividad, así como de responsabilizarse de su gestión posterior.

2.3 Operaciones de reutilización, valorización o eliminación a que se destinarán los residuos que se generarán en la obra

En la tabla siguiente se indican los tipos de residuos que van a ser objeto de valorización dentro de la obra, así como el sistema a emplear por el Constructor para conseguir dicha valorización.

CODIGO	RESIDUOS A VALORIZAR EN LA OBRA	SISTEM
1701 01	Hormigón	RELLENOS

1701 07	Mezclas de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos, distintas a las especificadas en el código 17 01 06	RELLENOS
170202	Vidrio	RELLENOS
170904	Residuos mezclados de construcción y demolición distintos a los Especificados en los códigos 170901(2), 170902 (3) Y 170903 (4)	RELLENOS

En el plano adjunto, se señalan las zonas de la obra donde se irán colocando estos residuos, que antes de ser recubiertos con otros materiales más superficiales serán objeto de regularización, riego, nivelación y compactación.

No se prevén actividades de reutilización o eliminación de los residuos de construcción y demolición generados en la obra definida en el presente proyecto, si bien posteriormente podrían ser desarrolladas por parte del "gestor de residuos" o las empresas con las que éste se relacione, una vez efectuada la retirada de la obra.

En la tabla siguiente se indican los tipos de residuos que van a ser objeto de entrega a un gestor de residuos, con indicación de la frecuencia con la que su retirada deberá llevarse a cabo.

CODIGO	RESIDUOS A ENTREGAR A UN GESTOR	FRECUENCIA
170201	Madera	ESPORÁDICA
170203	Plástico	ESPORÁDICA
170407	metales mezclados	ACELERADA
1704 11	Cables distintos a los especificados en el código 1704 10	ACELERADA
170604	Materiales de aislamiento distintos a los especificados en los códigos 170601 Y 170603	ESPORÁDICA
1501 06	Envases mezclados	ESPORÁDICA
150110	Envases que contienen restos de sustancias peligrosas o están contaminados por ellas	ACELERADA
200301	Mezcla de residuos municipales (basura)	ACELERADA (1)

La frecuencia ESPORADICA puede consistir en la retirada de los residuos cada vez que el contenedor instalado a tal efecto esté lleno; o bien de una sola vez, en la etapa final de la ejecución del edificio. La frecuencia ACELERADA indica que los residuos se irán retirando separadamente (preferiblemente Dada día) a medida que se vayan generando. A esta categoría corresponden los residuos producidos

por a actividad de los subcontratistas.

(1) - La basura doméstica generada por los operarios de la obra se llevará diariamente a los contenedores municipales.

2.4. Medidas para la separación de los residuos en obra

Dado que las cantidades de residuos de construcción y demolición estimadas para la obra objeto del presente proyecto son inferiores a las asignadas a las fracciones indicadas en el punto 5 del artículo 5 del RD 105/2008, *no* será obligatorio separar los residuos por fracción.

No obstante, los residuos de las categorías a las que se ha asignado una eliminación ACELERADA se retirarán de la obra separadamente, de acuerdo con sus características. Aquellos a los que se ha asignado una eliminación de tipo ESPORÁDICO, podrán ser almacenados en un contenedor temporal de modo conjunto.

2.5 Plano de las instalaciones

En plano adjunto de emplazamiento, se adjuntan la situación de las instalaciones previstas para el almacenamiento, manejo, separación y, en su caso, otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra.

2.6. Prescripciones del pliego de prescripciones

TÉCNICAS PARTICULARES DEL PROYECTO

Se atenderán los criterios municipales establecidos (ordenanzas, condicionados de la licencia de obras), especialmente si obligan a la separación en origen de determinadas materias objeto de reciclaje o deposición. En este último caso se deberá asegurar, por parte del contratista, la realización de una evaluación económica de las condiciones en las que es viable esta operación. Y también, considerar las posibilidades reales de llevarla a cabo: que la obra o construcción lo permita y que se disponga de plantas de reciclaje/gestores adecuados.

En la contratación de la gestión de los residuos de construcción, se deberá asegurar que los destinos finales (Planta de Reciclaje, Vertedero, Cantera, Incineradora, Centro de Reciclaje de plásticos/madera, etc.) sean centros autorizados. Así mismo el Constructor deberá contratar sólo transportistas o gestores autorizados e inscritos en los registros correspondientes. Se realizará un control documental, de modo que los transportistas y gestores de residuos de construcción deberán aportar los vales de cada retirada y entrega en destino final

Se deberá aportar evidencia documental del destino final para aquellos residuos de construcción (tierras, pétreos, etc.) que sean reutilizados en otras obras o proyectos de restauración.

Los residuos de carácter urbano generados en las obras (restos de comidas, envases, lodos de fosas sépticas, etc.) serán gestionados de acuerdo con los preceptos

marcados por la legislación vigente y las autoridad municipales

2.7 Valoración del coste previsto de la gestión de los residuos de construcción y demolición de la obra

El coste previsto para la gestión de los residuos de construcción y demolición de la obra descrita en el presente proyecto asciende a un coste de ejecución material de 320,00€, incluidos en la partida de gastos generales.

MEMORIA

Anejo 12 : PLAN DE CONTROL DE CALIDAD DE EJECUCIÓN DE OBRA

INDICE DEL ANEJO 12. PLAN DE CONTROL DE CALIDAD

1.- Control de recepción en obra de productos, equipos y sistemas.....	2
1.1.- Control de la documentación de los suministros	3
2.- Control de ejecución de la obra	3
2.1.- La ejecución de la estructura de hormigón.....	4
2.2.- El hormigón estructural.....	4
2.3.- El acero para hormigón armado.....	4
2.4.- El acero para hormigón armado.....	4
2.5.- Otros materiales.....	4
3.- Control de la obra terminada.....	4

PLAN DE CONTROL DE CALIDAD

Se prescribe el presente Plan de Control de Calidad, como anejo al presente proyecto, con el objeto de dar cumplimiento a lo establecido en el RD 314/2006, de 17 de marzo por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.

Antes del comienzo de la obra el Director de la Ejecución de la Obra realizará la planificación del control de calidad correspondiente a la obra objeto del presente proyecto, atendiendo a las características del mismo, a lo estipulado en el Pliego de Condiciones de éste, y a las indicaciones del Director de Obra, además de a las especificaciones de la normativa de aplicación vigente. Todo ello contemplando los siguientes aspectos:

- 1.- El control de recepción de productos, equipos y sistemas
- 2.- El control de la ejecución de la obra
- 3.- El control de la obra terminada

Para ello:

- A) El Director de la Ejecución de la Obra recopilará la documentación del control realizado, verificando que es conforme con lo establecido en el proyecto, sus anejos y modificaciones.
- B) El Constructor recabará de los suministradores de productos y facilitará al Director de Obra y al Director de la Ejecución de la Obra la documentación de los productos anteriormente señalada, así como sus instrucciones de uso y mantenimiento, y las garantías correspondientes cuando proceda; y
- C) La documentación de calidad preparada por el Constructor sobre cada una de las unidades de obra podrá servir, si así lo autorizara el Director de la Ejecución de la Obra, como parte del control de calidad de la obra.

Una vez finalizada la obra, la documentación del seguimiento del control será depositada por el Director de la Ejecución de la Obra en el Colegio Profesional correspondiente que asegure su tutela y se comprometa a emitir certificaciones de su contenido a quienes acrediten un interés legítimo.

1.- Control de recepción en obra de productos, equipos y sistemas

El control de recepción abarcará ensayos de comprobación sobre aquellos productos a los que así se les exija en la reglamentación vigente, en el documento de proyecto o por la Dirección Facultativa. Este control se efectuará sobre el muestreo del producto, sometiéndose a criterios de aceptación y rechazo y adoptándose en consecuencia las decisiones determinadas en el Plan o, en su defecto, por la Dirección Facultativa.

El Director de Ejecución de la Obra cursará instrucciones al Constructor para que aporte certificados de calidad, el marcado CE para productos, equipos y sistemas que se incorporen a la obra.

Durante la obra se realizarán los siguientes controles:

1.1.- Control de la documentación de los suministros

Los suministradores entregarán al Constructor, quien los facilitará al Director de Ejecución de la Obra, los documentos de identificación del producto exigidos por la normativa de obligado cumplimiento y, en su caso, por el proyecto o por la Dirección Facultativa. Esta documentación comprenderá, al menos, los siguientes documentos:

- Los documentos de origen, hoja de suministro y etiquetado.
- El certificado de garantía del fabricante, firmado por persona física.
- Los documentos de conformidad o autorizaciones administrativas exigidas reglamentariamente, incluida la documentación correspondiente al marcado CE de los productos de construcción, cuando sea pertinente, de acuerdo con las disposiciones que sean transposición de las Directivas Europeas que afecten a los productos suministrados.

1.2.- Control mediante distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad.

El suministrador proporcionará la documentación precisa sobre:

- Los distintivos de calidad que ostenten los productos, equipos o sistemas suministrados, que aseguren las características técnicas de los mismos exigidas en el proyecto y documentará, en su caso, el reconocimiento oficial del distintivo de acuerdo con lo establecido en el artículo 5.2.3 del capítulo 2 del CTE.
- Las evaluaciones técnicas de idoneidad para el uso previsto de productos, equipos y sistemas innovadores, de acuerdo con lo establecido en el artículo 5.2.5 del capítulo 2 del CTE, y la constancia del mantenimiento de sus características técnicas.

El Director de la Ejecución de la Obra verificará que esta documentación es suficiente para la aceptación de los productos, equipos y sistemas amparados por ella.

1.3.- Control mediante ensayos.

Para verificar el cumplimiento de las exigencias básicas del CTE puede ser necesario, en determinados casos, realizar ensayos y pruebas sobre algunos productos, según lo establecido en la reglamentación vigente, o bien según lo especificado en el proyecto u ordenados por la Dirección Facultativa.

La realización de este control se efectuará de acuerdo con los criterios establecidos en el proyecto o indicados por la Dirección Facultativa sobre el muestreo del producto, los ensayos a realizar, los criterios de aceptación y rechazo y las acciones a adoptar.

2.- Control de ejecución de la obra

De aquellos elementos que formen parte de la estructura, cimentación y contención, se deberá contar con el visto bueno del Director de Obra, a quién deberá ser puesto en conocimiento por el Director de Ejecución de la Obra cualquier resultado anómalo para adoptar las medidas pertinentes para su corrección.

Durante la construcción, el Director de la Ejecución de la Obra controlará la ejecución de cada unidad de obra verificando su replanteo, los materiales que se utilicen, la correcta ejecución y disposición de los elementos constructivos y de las instalaciones, así como las verificaciones y demás controles a realizar para comprobar su

conformidad con lo indicado en el proyecto, la legislación aplicable, las normas de buena práctica constructiva y las instrucciones de la Dirección Facultativa. En la recepción de la obra ejecutada se tendrán en cuenta las verificaciones que, en su caso, realicen las Entidades de Control de Calidad de la Edificación.

Se comprobará que se han adoptado las medidas necesarias para asegurar la compatibilidad entre los diferentes productos, elementos y sistemas constructivos.

En el control de ejecución de la obra se adoptarán los métodos y procedimientos que se contemplen en las evaluaciones técnicas de idoneidad para el uso previsto de productos, equipos y sistemas innovadores, previstas en el artículo 5.2.5 del CTE.

En concreto, para:

2.1.- La ejecución de la estructura de hormigón.

Se llevará a cabo según el nivel de control **NORMAL** prescrito en la Instrucción EHE-08, debiéndose presentar su planificación previamente al comienzo de la obra.

2.2.- El hormigón estructural.

Se llevará a cabo según el nivel de control **ESTADÍSTICO** prescrito en la Instrucción EHE-08, debiéndose presentar su planificación previamente al comienzo de la obra.

2.3.- El acero para hormigón armado.

Dado que el acero deberá disponer de la Marca AENOR, se llevará a cabo el control prescrito en la Instrucción EHE-08 para los productos que están en posesión de un distintivo de calidad oficialmente reconocido.

2.4.- El acero para hormigón armado

Dado que el acero deberá disponer del marcado CE, se llevará a cabo el control prescrito en el CTE-SE-A para los productos que están en posesión de un distintivo de calidad oficialmente reconocido.

2.5.- Otros materiales.

El Director de la Ejecución de la Obra establecerá, de conformidad con el Director de la Obra, la relación de ensayos y el alcance del control preciso.

3.- Control de la obra terminada

Se realizarán las pruebas de servicio prescritas por la legislación aplicable, programadas en el Programa de Control y especificadas en el Pliego de Condiciones, así como aquéllas ordenadas por la Dirección Facultativa.

De la acreditación del control de recepción en obra, del control de ejecución y del control de recepción de la obra terminada, se dejará constancia en la documentación de la obra ejecutada.

MEMORIA

Anejo 13: SEGURIDAD DE UTILIZACIÓN Y ACCESIBILIDAD

1.1 INDICE ANEJO 13. SEGURIDAD DE UTILIZACIÓN Y ACCESIBILIDAD.

1	MEMORIA	1
	1.1 INDICE ANEJO 13. SEGURIDAD DE UTILIZACION	2
1.	SUA 1 Seguridad frente al riesgo de caídas.....	4
	1.1.Resbaladidad de los suelos	4
	1.2.Discontinuidades en el pavimento	4
	1.3.Desniveles.....	4
	1.4.Escaleras y rampas	4
	1.5.Limpieza de los acristalamientos exteriores.....	4
2.	SUA 2 Seguridad frente al riesgo de impacto o de atrapamiento.....	4
	1.2 Impacto.....	4
	1.3 Atrapamiento	5
2	SUA 3 Seguridad frente al riesgo de aprisionamiento en recintos.....	5
3	SUA 4 Seguridad frente al riesgo causado por iluminación inadecuada	5
	3.1 Alumbrado normal	5
	3.2 Alumbrado de emergencia.....	5
4	SUA 5 Seguridad frente al riesgo causado por situaciones de alta ocupación.....	5
5	SUA 6 Seguridad frente al riesgo de ahogamiento.....	5
6	SUA 7 Seguridad frente al riesgo causado por vehículos en movimiento	6
7	SUA 8 Seguridad frente al riesgo causado por la acción del rayo	6
	7.1 Procedimiento de verificación.....	6
8	SUA 9 Accesibilidad	8

DB SUA SEGURIDAD DE UTILIZACIÓN Y ACCESIBILIDAD.

Introducción

El proyecto de ejecución es una nave agrícola, de nueva construcción, de una planta rectangular, de dimensiones 15 x 30 m., diáfana. Con cerramiento de fachadas de hormigón de 0,40 m de espesor hasta los 4,00 m de altura, y 3,00 m más de chapa de acero. La estructura es metálica en pilares, pórticos y viguetas. Cubierta formada por panel TIPO "Sandwich".

Podemos considerar las construcciones agropecuarias como de uso privado y restringido, Con una utilización de las zonas o elementos de circulación limitado.

Legislación aplicable

El ámbito de aplicación de este DB es el que se establece con carácter general para el conjunto del CTE en el artículo 2 de la Parte 1. Su contenido se refiere únicamente a las exigencias básicas relacionadas con el requisito básico "Seguridad de utilización y accesibilidad". También deben cumplirse las exigencias básicas de los demás requisitos básicos, lo que se posibilita mediante la aplicación del DB correspondiente a cada uno de ellos.

La protección frente a los riesgos específicos de: así como las condiciones de accesibilidad se regulan en su reglamentación específica.

- El Real Decreto 486/1997 de 14 de abril sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en el trabajo.
- El Decreto 217/2001 de 30 de agosto que regula el Reglamento de accesibilidad y Supresión de barreras, de la consejería de Sanidad y bienestar Social de la Junta de castilla y León

Artículo 12. Exigencias básicas de seguridad de utilización (SUA)

1. El objetivo del requisito básico "Seguridad de utilización y accesibilidad" consiste en reducir a límites aceptables el *riesgo* de que los *usuarios* de un edificio sufran daños inmediatos durante en el *uso previsto* del mismo de los edificios, como consecuencia de las características de su *proyecto, construcción, uso y mantenimiento*, así como en facilitar el acceso y la utilización no discriminatoria, independiente y segura de los mismos a las personas con discapacidad.
2. Para satisfacer este objetivo, los *edificios* se proyectarán, construirán, mantendrán y utilizarán de forma que se cumplan las exigencias básicas que se establecen en los apartados siguientes.
3. El Documento Básico DB SUA Seguridad de utilización y accesibilidad especifica parámetros objetivos y procedimientos cuyo cumplimiento asegura la satisfacción de las exigencias básicas y la supe ración de los niveles mínimos de calidad propios del requisito básico de seguridad de utilización y accesibilidad.

1. SUA 1 Seguridad frente al riesgo de caídas

Se limitará el *riesgo* de que los *usuarios* sufran caídas, para lo cual los suelos serán adecuados para favorecer que las personas no resbalen, tropiecen o se dificulte la movilidad. Asimismo se limitará el riesgo de caídas en huecos, en cambios de nivel y en escaleras y rampas, facilitándose la limpieza de los acristalamientos exteriores en condiciones de seguridad.

1.1. Resbaladidad de los suelos

No es de aplicación a edificios de uso agropecuario considerados de uso privado y restringido. Sin embargo sería de aplicación el RD 486/1997, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en el trabajo, según el cual." Los suelos de los locales de trabajo deberán ser fijo, estables y no resbaladizos, sin irregularidades, ni pendientes peligrosas"

La solera de la nave cumple dichas condiciones, con un pavimento monolítico de cuarzo en color gris natural.

1.2. Discontinuidades en el pavimento

No es de aplicación a edificios de uso agropecuario al considerarlos de uso restringido, aunque se aplica el párrafo anterior.

1.3. Desniveles

No existen desniveles, huecos y aberturas (tanto horizontales como verticales), con una diferencia de cota mayor de 55 cm.

1.4. Escaleras y rampas

No hay escaleras ni rampas en el edificio.

1.5. Limpieza de los acristalamientos exteriores

No es de aplicación a edificios de uso agropecuario, si bien se limpian desde el exterior y están situados a una altura de menos de 6 m sobre la rasante exterior.

2. SUA 2 Seguridad frente al riesgo de impacto o de atrapamiento

Se limitará el *riesgo* de que los *usuarios* puedan sufrir impacto o atrapamiento con elementos fijos o practicables del edificio.

1.2 Impacto

1.1 Impacto con elementos fijos.

La altura libre de paso en zonas de circulación será como mínimo de 7m (mínimo 2,20m).El umbral de la puerta la altura libre será de 2,10m (mínimo 2,00m). Las fachadas no contienen elementos fijos que sobresalgan. En zonas de circulación las paredes carecerán de elementos salientes y carece de elementos volados.

1.2 Impacto con elementos practicables: La puerta peatonal no invade el área de circulación, y llevara el marcado CE.

1.3 Impacto con elementos frágiles :No hay puertas de paso

1.4 Impacto con elementos insuficientemente visibles. No hay superficies acristaladas ni puertas de vidrio perceptibles:

1.3 Atrapamiento

Con el fin de limitar el *riesgo* de atrapamiento producido por una puerta corredera de accionamiento manual, incluidos sus mecanismos de apertura y cierre, la distancia a hasta el objeto fijo más próximo será 20 cm, como mínimo.

Los elementos de apertura y cierre automáticos dispondrán de dispositivos de protección adecuados al tipo de accionamiento y cumplirán con las especificaciones técnicas propias.

2 SUA 3 Seguridad frente al riesgo de aprisionamiento en recintos

Se limitará el *riesgo* de que los *usuarios* puedan quedar accidentalmente aprisionados en recintos.

La fuerza de apertura de la puerta de salida se ha previsto de 25,00 Nw, como máximo para facilitar su apertura por todos los usuarios.

3 SUA 4 Seguridad frente al riesgo causado por iluminación inadecuada

Se limitará el *riesgo* de daños a las personas como consecuencia de una iluminación inadecuada en zonas de circulación de los *edificios*, tanto interiores como exteriores, incluso en caso de emergencia o de fallo del alumbrado normal.

3.1 Alumbrado normal

Se trabaja exclusivamente con luz natural, penetra por el tejado que tendrá paneles translucidos, cumpliendo con la iluminación mínima de 20 lux en el exterior y de 100 lux en el interior.

3.2 Alumbrado de emergencia

No es necesario en este tipo de construcciones.

4 SUA 5 Seguridad frente al riesgo causado por situaciones de alta ocupación

Se limitará el *riesgo* causado por situaciones con alta ocupación facilitando la circulación de las personas y la sectorización con elementos de protección y contención en previsión del riesgo de aplastamiento.

No es de aplicación para edificios de uso agropecuario, como es el objeto de esta proyecto.

5 SUA 6 Seguridad frente al riesgo de ahogamiento

Se limitará el *riesgo* de caídas que puedan derivar en ahogamiento en piscinas, depósitos, pozos y similares mediante elementos que restrinjan el acceso.

Los pozos, depósitos, o conducciones abiertas que sean accesibles a personas y presenten riesgo de ahogamiento estarán equipados con sistemas de protección, tales como tapas o rejillas, con la suficiente rigidez y resistencia, así como con cierres que impidan su apertura por personal no autorizado.

6 SUA 7 Seguridad frente al riesgo causado por vehículos en movimiento

Se limitará el *riesgo* causado por vehículos en movimiento atendiendo a los tipos de pavimentos y la señalización y protección de las zonas de circulación rodada y de las personas.

Esta Sección es aplicable a las zonas de *uso Aparcamiento*, (lo que excluye a los garajes de una vivienda unifamiliar) así como a las vías de circulación de vehículos existentes en los edificios.

7 SUA 8 Seguridad frente al riesgo causado por la acción del rayo

Se limitará el *riesgo* de electrocución y de incendio causado por la acción del rayo, mediante instalaciones adecuadas de protección contra el rayo.

7.1 Procedimiento de verificación

Será necesaria la instalación de un sistema de protección contra el rayo, cuando la frecuencia esperada de impactos N_e sea mayor que el riesgo admisible N_a , excepto cuando la eficacia E este comprendida entre 0 y 0,8.

Calculo de la frecuencia esperada de impactos (N_e)

$$N_e = N_g A_e C_1 10^6 = 4,00 \times 5828 \times 1 \times 10^6 = 0,0234 \text{ impactos}$$

Siendo;

- N_g : Densidad de impactos sobre el terreno.(impactos/año, km^2), obtenida según la figura 1.1.
 N_g en Avellanosa del Paramó = 4.00 impactos/año, km^2
- A_e : Superficie de captura equivalente del edificio aislado en m^2 .
 $A_e = 5828.00 \text{ m}^2$
- C_1 ; Coeficiente relacionado con el entorno.
Según la tabla 1.1 edificio aislado $C_1 = 1$
 $N_e = 0,0386 \text{ impactos / año}$

Calculo del riesgo admisible(N_a)

$$N_a = \frac{5,5}{C_2 C_3 C_4 C_5} 10^3$$

Siendo:

C2 coeficiente en función del tipo de construcción, conforme a la tabla 1.2;

C3 coeficiente en función del contenido del edificio, conforme a la tabla 1.3;

C4 coeficiente en función del uso del edificio, conforme a la tabla 1.4;

C5 coeficiente en función de la necesidad de continuidad en las actividades que se desarrollan en el edificio, conforme a la tabla 1.5.

C2 - Estructura metálica / cubierta metálica = 0.50

C3 - Otros contenidos = 1.00

C4 - Edificios no ocupados normalmente = 0.50

C5 - Resto de edificios = 1,00

Na = 0,0220 impactos / año

Verificación

Altura del edificio = 7 m <= 43,0 m

Ne = 0.0386 > Na = 0,0220 impactos/año

Nivel de protección

Conforme a lo establecido en el apartado anterior, se determina que no es necesario disponer de una instalación de protección contra el rayo. El valor mínimo de eficacia E de dicha instalación se determina mediante la siguiente fórmula.

$$E = 1 - \frac{Na}{Ne} = \frac{1 - 0,0220}{0,0234}$$

Na = 0,0220 Impactos/ año

Ne = 0,0234 Impactos /año

E = 0,0.059

Como $0 < 0,430 < 0,80$

Nivel de protección IV

No es necesario instalar un sistema de protección contra el rayo.

8 SUA 9 Accesibilidad

Se facilitará el acceso y la utilización no discriminatoria, independiente y segura de los edificios a las personas con discapacidad.

No procede la aplicación de esta sección del documento básico, al tratarse de una instalación de uso agropecuario, restringido y privado.

En materia de accesibilidad se deberá cumplir lo definido en:

- El Real Decreto 486/1997 de 14 de abril sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en el trabajo.
- El Decreto 217/2001 de 30 de agosto que regula el Reglamento de accesibilidad y Supresión de barreras, de la consejería de Sanidad y bienestar Social de la Junta de castilla y León

MEMORIA

Anejo 14: ESTUDIO DE SALUBRIDAD

INDICE ANEJO 14. ESTUDIO DE SALUBRIDAD

1.HS 1 Protección frente a la humedad.....	3
2 Recogida y evacuación de residuos	5
3 Calidad del aire interior	5
4 Suministro de agua	5
5 Evacuación de aguas.....	5
5.1 Canalones	5

EXIGENCIAS BASICAS

1. El objetivo del requisito básico "Higiene, salud y protección del medio ambiente", tratado en adelante bajo el término salubridad, consiste en reducir a límites aceptables el *riesgo* de que los *usuarios*, dentro de los *edificios* y en condiciones normales de utilización, padezcan molestias o enfermedades, así como el *riesgo* de que los *edificios* se deterioren y de que deterioren el medio ambiente en su entorno inmediato, como consecuencia de las características de su *proyecto, construcción, uso y mantenimiento*.
2. Para satisfacer este objetivo, los *edificios* se proyectarán, construirán, mantendrán y utilizarán de tal forma que se cumplan las exigencias básicas que se establecen en los apartados siguientes.
3. El Documento Básico "DB HS Salubridad" especifica parámetros objetivos y procedimientos cuyo cumplimiento asegura la satisfacción de las exigencias básicas y la superación de los niveles mínimos de calidad propios del requisito básico de salubridad

1. HS 1 Protección frente a la humedad

Se limitará el *riesgo* previsible de presencia inadecuada de agua o humedad en el interior de los edificios y en sus *cerramientos* como consecuencia del agua procedente de precipitaciones atmosféricas, de escorrentías, del terreno o de condensaciones, disponiendo medios que impidan su penetración o, en su caso permitan su evacuación sin producción de daños.

Esta sección se aplica a los muros y los suelos que están en contacto con el terreno y a los cerramientos que están en contacto con el aire exterior (fachadas y cubiertas) de todos los edificios incluidos en el ámbito de aplicación general del CTE.

1.1. Muros

La edificación del almacén esta sobre rasante, no existen muros enterrados, que estén en contacto con el terreno.

1.2 Suelos

El grado de impermeabilidad:

Presencia de agua - Baja

Coefficiente de permeabilidad del terreno $K_s = 10^5$ cm/s

Grado de impermeabilidad según la tabla 2.3 DB HS1 - 1

El suelo se construye in situ será de solera hormigón de retracción moderada. Y se realizará una hidrofugación complementaria del suelo mediante la aplicación de un producto líquido colmatador de poros sobre la superficie terminada del mismo.

Se dispondrá de una capa drenante y una capa filtrante sobre el terreno situado bajo el suelo. Se utilizara como capa drenante un encachado, debe disponerse una lámina de polietileno por encima de ella. Se cumplira (C2 + C3 +D1)

1.3 Fachadas

El *grado de impermeabilidad* mínimo exigido a las fachadas frente a la penetración de las precipitaciones se obtiene en la tabla 2.5 en función de la *zona pluviométrica de promedios* y del grado de exposición al viento correspondientes al lugar de ubicación del edificio. Estos parámetros se determinan de la siguiente forma:

a) la *zona pluviométrica de promedios* se obtiene de la figura 2.4;

La localidad de Avellanosa del Páramo se encuentra en la provincia de Burgos se corresponde con la zona pluviométrica III

b) el grado de exposición al viento se obtiene en la tabla 2.6 en función de la altura de coronación del edificio sobre el terreno, de la *zona eólica* correspondiente al punto de ubicación, obtenida de la figura 2.5, y de la clase del entorno en el que está situado el edificio que será E0 cuando se trate de un terreno tipo I, II o III y E1 en los demás casos, según la clasificación establecida en el DB SE:

Terreno tipo III: Zona rural accidentada o llana con algunos obstáculos aislados tales como árboles o construcciones pequeñas.

La altura del edificio es menor de 15 m, la zona pluviométrica es la 111, con grado de exposición al viento V3. Con estos datos el grado de impermeabilización es de 3 según la tabla 2.7 la fachada debe de disponer de (R1 +B1+ C1). Estos parámetros los cumple con la fachada exterior de hormigón.

1.4 Cubiertas

Para las cubiertas el *grado de impermeabilidad* exigido es único e independiente de factores climáticos.

Tipo de cubierta	Inclinada a dos aguas.
Uso	no transitable
Barrera contra el paso del vapor de agua	si
Sistema de formación de pendiente	Vigas metálicas
Pendiente	20%
Aislamiento térmico	si
Capa de impermeabilización	si
Sistema de evacuación de aguas	Canalones y bajantes

La cubierta será a dos aguas con una pendiente del 20% en ambos faldones. Se ejecutará a base de panel sándwich de chapa prelacada de acero nervado de 0,6 mm de espesor. Incluyendo los remates laterales y encuentros en chapa prelavada de 0,6 mm. Se apoya sobre las correas metálicas que conforman la estructura de la cubierta. Se colocan lucernario de policarbonato celular incoloro.

2 Recogida y evacuación de residuos

Los *edificios* dispondrán de espacios y medios para extraer los residuos ordinarios generados en ellos de forma acorde con el sistema público de recogida de tal forma que se facilite la adecuada separación en origen de dichos residuos, la recogida selectiva de los mismos y su posterior gestión.

Se prevé la colocación de contenedores en el interior de la nave para recogida de elementos de desecho, serán contenedores separativos y su recogida se gestionará con empresas autorizadas y homologadas para la gestión de residuos contaminantes.

3 Calidad del aire interior

Los *edificios* dispondrán de medios para que sus *recintos* se puedan ventilar adecuadamente, eliminando los contaminantes que se produzcan de forma habitual durante el uso normal de los edificios, de forma que se aporte un caudal suficiente de aire exterior y se garantice la extracción y expulsión del aire viciado por los contaminantes.

El almacén es de planta baja, no precisando condiciones especiales de ventilación, no obstante se asimila a un garaje de 4 vehículos. Se guardará el tractor, El sistema de ventilación será natural, a través de la portonera de corredera y la ventilación de la cubierta.

4 Suministro de agua

El edificio es una nave de planta baja, que carece de instalación de agua, por ello no entra dentro del ámbito de aplicación.

5 Evacuación de aguas

Los *edificios* dispondrán de medios adecuados para extraer las aguas residuales generadas en ellos de forma independiente o conjunta con las precipitaciones atmosféricas y con las escorrentías.

El edificio dispone de un sistema de recogida del agua de lluvia a través de canalones metálicos y de bajantes de PVC.

5.1 Canalones

El diámetro nominal mínimo del canalón de evacuación que se instala será el indicado en la tabla 4.7 de HS 5, para una intensidad pluviométrica de 100 mm/h en función de la pendiente y de la superficie a la que sirve.

En el caso del edificio proyectado, la superficie del faldón es de 200 m² y una pendiente mínima de 1% en el canalón. A esta superficie le aplicaremos el factor de corrección que le corresponde por diferente zona de intensidad pluviométrica que a tenor del Anexo B de HS 5 es de 0,9:

$$200/0,9 = 222,22 \text{ m}^2$$

Aplicando los valores de la tabla 4.7 el diámetro nominal mínimo del canalón a de ser de 200 mm. La sección cuadrangular equivalente debe ser un 10 % superior a la obtenida como sección semicircular ($314,16 \times 1,10 = 350 \text{ cm}^2$)

El canalón proyectado tiene un desarrollo de **una sección de 300x200 mm (600 cm²)**, con lo que se cumple con los requerimientos mínimos exigidos para la evacuación de las aguas pluviales.

El diámetro nominal mínimo de las bajantes que se instalan serán los indicados en la tabla 4.8 de HS 5, en función de la superficie a la que sirven.

S. servida (m ²)	S. corregida (f=0,9)	Ø nominal (mm)
65	72	50
113	126	63
177	197	75
318	353	90
580	644	110
805	894	125
1.544	1.716	160
2.700	3.000	200

Se proyectan bajantes de **160 mm**, diámetro suficiente para cubrir la superficie de la cubierta del edificio. El agua se verterá directamente a terreno.

MEMORIA

Anejo 15: ESTUDIO ECONÓMICO

INDICE DEL ESTUDIO ECONÓMICO

1. Situación previa	3
2. Situación prevista	5
3. Resultados	7
CONCLUSIONES.....	8

ESTUDIO ECONÓMICO

A la hora de realizar el estudio económico de la rentabilidad de la inversión, se deben tener en cuenta los datos de partida. Es necesario conocer los datos tanto económicos como de producción de la explotación agrícola, para evaluar los gastos e ingresos antes y después de la inversión.

La situación previa es cuando los familiares dejan la explotación al promotor, que se convierte en joven agricultor, con lo que pide un plan de mejora de las explotaciones y un plan de instalación de joven agricultor.

Primera instalación de joven agricultor

Las ayudas consistirán en una prima básica de 20.000 euros que podrá incrementarse en 10.000 euros en los siguientes casos: si el proyecto está relacionado con alguno de los sectores estratégicos de Agrohorizonte 2020 como el sector del vino, el vacuno, el porcino ibérico, la patata y cultivos de hortalizas, la remolacha, los herbáceos de alto valor añadido (trigo fuerza, determinadas leguminosas grano, colza, maíz, etc.), o el viñedo y vino; cuando la solicitud sea de una mujer, con el objetivo de incrementar la participación de las mujeres en el sector; jóvenes que pertenezcan a una Entidad Asociativa Agroalimentaria Prioritaria de Carácter Regional, la nueva figura creada en la Ley Agraria, que permitirá a las cooperativas incrementar su tamaño; cuando las solicitudes en las que el plan empresarial contemple actuaciones en inversiones en regadíos para lograr un uso más eficiente del agua en la agricultura; o en las que el plan empresarial contemple la creación de empleo adicional en la explotación.

Modernización de explotaciones

Los beneficiarios pueden ser agricultores activos, titulares de explotación agrícola, bien sean, personas físicas, jurídicas, comunidades de bienes, explotaciones de titularidad compartida y agrupaciones de productores.

Las ayudas están destinadas a la modernización de explotaciones agrarias existentes y permitirán acometer proyectos de inversión en activos físicos como maquinaria nueva, **construcción de naves agrícolas**, alojamientos e instalaciones ganaderas, de riego sostenible que reduzcan el consumo de agua, plantaciones frutales, invernaderos, etc. 20% de la inversión y 6% más si es joven agricultor.

Con estos datos tenemos unas subvenciones.

Por primera instalación de joven agricultor de 30.000 €. De los que 10.000 irían destinados a adquirir la nave.

Plan de mejora del 26% del total de la inversión, en el plan está también incluida la compra de maquinaria, empacadora, segadora y tractor de 250 CV. Del total adquirido con el Plan, 17.000 € irían destinados a

subvencionar la nave.

Hace un total por subvenciones para el proyecto de 27.000 €

1. Situación previa

El promotor estaba el año pasado trabajando la explotación de su padre, que ya se había jubilado, era básicamente de secano (97%) y poco regadío.(3%).

- Los **ingresos brutos** provienen de la venta de la cosecha desde la era y del pago único.
- Los **gastos variables** comprenden los costes de semillas, fertilizantes, fitosanitarios, seguros de las cosechas, combustible y alquiler de cosechadora.
- Los **gastos fijos** comprenden las cargas sociales, arrendamientos, contribución, amortizaciones de maquinaria, los almacenes de la situación previa tienen más de 40 años se consideran ya amortizados, en gastos de mantenimiento y varios consideramos los gastos de mantenimiento de la maquinaria, gastos de gestión.

Consideramos el interés del capital circulante al 2% al igual que el coste de oportunidad de la tierra en propiedad.

La explotación es llevada por una persona y consideramos el sueldo de 18.000€ .

En el año 0 en los costes totales incluimos los gastos variables, los gastos fijos, el coste de la ejecución material de la nave. El 13% de gastos generales, el 6% en beneficio industrial y los honorarios del técnico 1,5 % sobre el presupuesto de la ejecución material, están incluidos en los gastos generales.

El margen bruto es igual a los ingresos menos los costes variables. El margen neto es igual a los ingresos menos los coste totales.

Los impuestos aplicamos un 15% sobre los beneficios.

Los datos económicos de partida son los que se presentan a continuación (tablas Anexas)

Venta de producto y pago único	83.378 €/año
- Gastos variables:	40.127 €/año
Gastos fijos	39.612 €/año
Coste totales incluida la nave	162.899 €
Gastos generales + beneficio industrial	14.193 €
Honorarios	4.956 €
Margen Bruto (Ingresos – G variables)	62.055 €
Margen Neto (Ingresos- G totales)	-60.717 €
Impuestos(15% sobreMN)	9.308 €

INGRESOS							
PRODUCTO	HAS	€/Ha	€/Kg	EUROS-PRODUCCION	PAGO UNICO(€/Ha)	EUROS-PAGO	TOTAL €
TRIGO SECANO	52,5	3.000	0,20	31.500	155	8.138	39.638
TRIGO REGADIO	2,1	6.000	0,20	2.520	210	441	2.961
CEBADA SECANO	11,81	3.000	0,19	6.732	155	1.831	8.562
CEBADA REGADIO	2,85	6.000	0,19	3.249	210	599	3.848
VEZA	27,64	3.500	0,21	20.315	155	4.284	24.600
PAJA CEREAL	69,26	1.000	0,04	2.770			2.770
	96,9					total	82.378

GASTOS FIJOS

CARGAS SOCIALES	2.140
INTERES CAPITAL CIRCULANTE	2.100
AMORTIZACION MAQUINARIA	1.235
GASTOS MANTENIMIENTO ALMACEN	400
GASTOS MANTENIMIENTO MAQUINARIA	6.500
SEGUROS	2.400
TELEFONIA	500
GESTION	600
SUELDO	18.000
TOTAL	33.875

GASTOS FIJOS

CARGAS SOCIALES	2.140
INTERES CAPITAL CIRCULANTE	2.100
AMORTIZACION MAQUINARIA	1.235
GASTOS MANTENIMIENTO ALMACEN	400
GASTOS MANTENIMIENTO MAQUINARIA	6.500
SEGUROS	2.400

TELEFONIA	500
GESTION	600
SUELDO	18.000
TOTAL	33.875

GASTOS VARIABLES															
	TRIGO SECANO			TRIGO REGADIO			CEBADA SECANO			CEBADA REGADIO			VEZA		
	DOSIS	€	€/HA	DOSIS	€	€/HA	DOSIS	€	€/HA	DOSIS	€	€/HA	DOSIS	€	€/HA
SEMILLA	180	0,2	36	200	0,2	40	180	0,2	36	200	0,2	40	150	0,6	90
FERTILIZANTES			0									0			
8-24-8	350	0,28	98	350	0,28	98						0			
27%N	350	0,21	73,5	450	0,21	94,5	300	0,45	135	300	0,45	135			
15-15-15	0	0	0	0	0	0	300	0,31	93	400	0,31	124			
FITOSANITARIOS			0												
PREEMERGENCIA	2	4	8	2	4	8							1	4	4
POSTEMERGENCIA	0,4	120	48	0,4	120	48							1	15	15
	0,02	15	0,3	0,02	15	0,3									
FUNGICIDAS	1	18	18												
	0,8	53	42,4												
SEGUROS			21			21			21			21			21
COMBUSTIBLE			39			39			39			39			58
RIEGO				3	32	96				1	32	32			
COSECHADORA	1	55	55	1	55	55	1	55	55	1	55	55			
HILERADORA													1	25	25
CORTADORA													1	30	30
EMPACADORA	1	30	30	1	30	30	1	30	30	1	30	30	1	35	35
HAS	HECTAREAS		52,5			2,1			11,8			2,85			27,6
TOTAL			24.633			1.113			4.826			1.357			7.684
															39.612

2. Situación prevista

Para la previsión de años venideros se toman los siguientes criterios:

- ♦ Venta de productos: la capacidad es mayor al aumentar la explotación en 93 ha de cultivo e introducir el cultivo de alfalfa. El precio, de venta de los productos aumenta al poder almacenarlos y venderlos en épocas más propicias.
- ♦ Los gastos variables aumentan también con las 93 ha nuevas arrendadas.
- ♦ Los gastos fijos aumentan en los intereses del capital circulante, más los gastos de conservación

del almacén considerando 1,5% sobre el importe de la ejecución material del almacén.

- ◆ Impuestos: Se aplica el mismo porcentaje que en el año corriente.
- ◆ Gastos extraordinarios por compra de tractor a los años 5 , 10 , 15 y 20.
- ◆ Ingresos extraordinarios en los mismos años, se estima 10% de valor residual.

Venta de productos y pago único:	215.651 €/año
- Gastos variables:	123.356 €/año
Gastos fijos	47.384 €/año
Coste totales	170.740 €
Margen Bruto (Ingresos - G variables)	153.107 €
Margen Neto (Ingresos - G totales)	109.903 €
Impuestos(15% sobreMN)	16.485 €

INGRESOS

PRODUCTO	HAS	€/Ha	€/Kg	EUROS-PRODUCCION	PAGO		TOTAL €
					UNICO(€/Ha)	EUROS-PAGO	
TRIGO SECANO	95	3.000	0,2	57.000	155,00	14.725	71.725
TRIGO REGADIO	20,8	6.000	0,2	24.960	210,00	4.368	29.328
CEBADA SECANO	13,7	3.000	0,19	7.809	155,00	2.124	9.933
CEBADA REGADIO	9,2	6.000	0,19	10.488	210,00	1.932	12.420
VEZA	34,2	3.500	0,2	23.940	155,00	5.301	29.241
ALFALFA	17,1	15.000	0,21	53.865	210,00	3.591	57.456
PAJA CEREAL	138,7	1.000	0,04	5.548			5.548
	190					total	215.651

GASTOS FIJOS

CARGAS SOCIALES	2.785
INTERES CAPITAL CIRCULANTE	1.200
AMORTIZACION MAQUINARIA	8.789
GASTOS MANTENIMIENTO ALMACENES	2.000
GASTOS MANTENIMIENTO MAQUINARIA	9.870
SEGUROS	3.840
TELEFONIA	200
GESTION	700
SUELDO	18.000
total	47.384

GASTOS VARIABLES																			
	TRIGO SECANO			TRIGO REGADÍO			CEBADA SECANO			CEBADA REGADÍO			VEZA			ALFALFA			
	DOSIS	€	€/HA	DOSIS	€	€/HA	DOSIS	€	€/HA	DOSIS	€	€/HA	DOSIS	€	€/HA	DOSIS	€	€/HA	
SEMILLA	180	0,2	36	220	0,2	44	180	0,2	36	200	0,2	40	150	0,6	90	400	6	2400	
FERTILIZANTES			0									0							
8-24-8	350	0,28	98	350	0,28	98						0							
27%N	350	0,21	73,5	450	0,21	94,5	300	0,45	135	300	0,45	135							
15-15-15	0	0	0	0	0	0	300	0,31	93	400	0,31	124							
FITOSANITARIOS			0																
PREEMERGENCIA	2	4	8	2	4	8							1	4	4				
POSTEMERGENCIA	0,4	120	48	0,4	120	48							1	15	15				
	0,02	15	0,3	0,02	15	0,3													
FUNGICIDAS																			
	1	18	18																
	0,8	53	42,4																
SEGUROS			21			21			21			21			21			21	
COMBUSTIBLE			39			39			39			39			58			58	
RIEGO				3	32	96				1	32	32				3	40	40	
COSECHADORA													1	20	20	1	20	20	
HILERADORA													1	20	20	1	20	20	
CORTADORA	1	50	50	1	50	50	1	50	50	1	50	50							
EMPACADORA	1	0	0										1	20	20	1	20	20	
HAS	HECTAREAS		95			20,8			13,7			9,2			34,2			17,1	
TOTAL		41.249		10.375			5.128			4.057			8.482			53.677		123.356	

En el año 5 y el 10 habrá que renovar los tractores, en esos 2 años tendremos como cobro extraordinario el valor residual(10%) y como gasto extraordinario la compra del nuevo.

3. Resultados

Se aplican las fórmulas conocidas para obtener los índices de referencia más empleados: VAN, TIR y PAY-BACK.

$$VAN = -I + \sum_{n=1}^N \frac{Q_n}{(1+r)^n}$$

Para obtener el VAN usaremos la fórmula:

Para obtener la TIR usaremos la fórmula:

$$TIR = \sum_{T=0}^n \frac{Fn}{(1+i)^n} = 0$$

Como tasa de retorno se estima un 6 % y como período de estudio 20 años.

Un valor positivo del VAN en el período estimado supone una inversión rentable.

CONCLUSIONES

- **Gracias a las subvenciones conseguimos un VALOR DE LA T.I.R. 42.13%**
- **V.A.N. POSITIVO**
- **EL PAY-BACK SE CONSIGUE EN EL 3º AÑO**

PROYECTO NAVE ALMACEN EN OSORNO PALENCIA

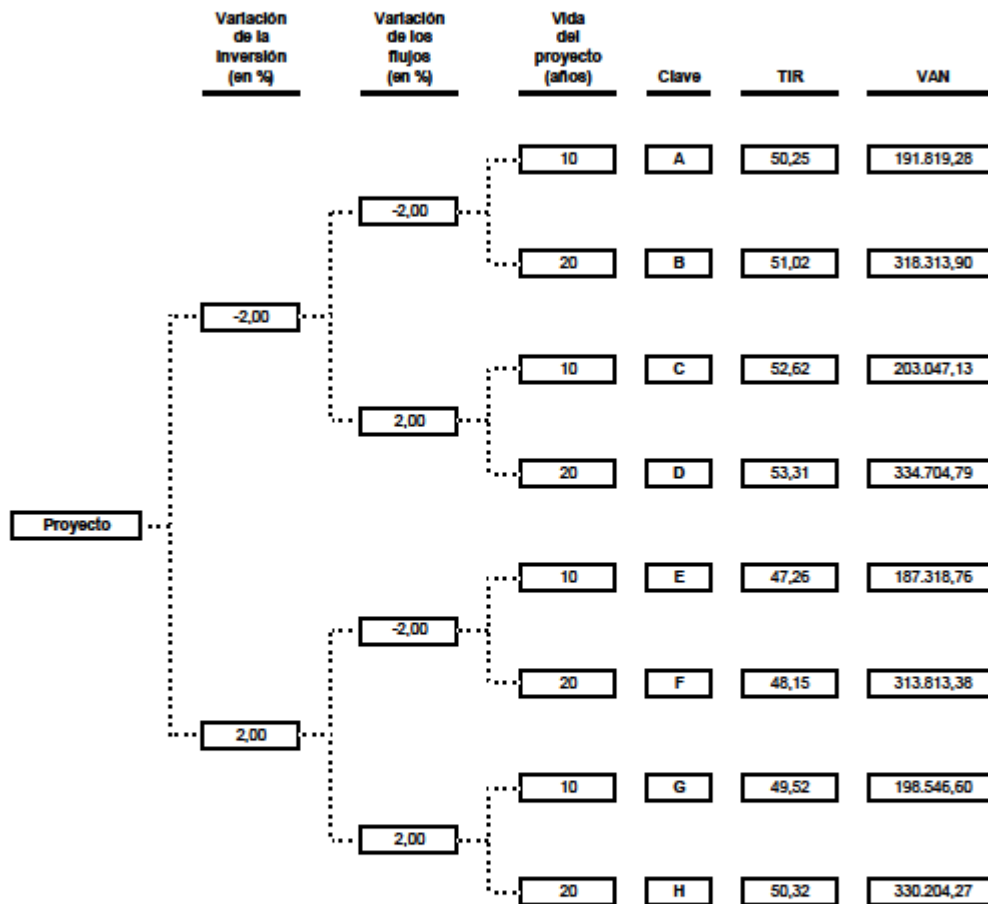
Estructura de los flujos de caja (en unidades monetarias corrientes)

Año	COBROS		PAGOS (Incluida inversión)		FLUJOS		INCREMENTO DE FLUJO
	Ordinarios	Extraordin.	Ordinarios	Extraordin.	Final	Inicial	
0		27.000,00		112.513,11			
1	219.964,02		163.990,50		55.973,52	6.771,78	49.201,74
2	224.363,30		167.270,31		57.092,99	6.907,22	50.185,77
3	228.850,57		170.615,72		58.234,85	7.045,36	51.189,49
4	233.427,58		174.028,03		59.399,55	7.186,27	52.213,28
5	238.096,13	3.974,69	177.508,59	39.746,91	24.815,32	7.329,99	17.485,33
6	242.858,05		181.058,76		61.799,29	7.476,59	54.322,70
7	247.715,21		184.679,94		63.035,27	7.626,12	55.409,15
8	252.669,52		188.373,54		64.295,98	7.778,65	56.517,33
9	257.722,91		192.141,01		65.581,90	7.934,22	57.647,68
10	262.877,37	5.851,17	195.963,83	58.511,73	14.232,98	8.092,90	6.140,07
11	268.134,91		199.903,50		68.231,41	8.254,76	59.976,65
12	273.497,61		203.901,57		69.596,04	8.419,86	61.176,18
13	278.967,56		207.979,61		70.987,96	8.588,25	62.399,70
14	284.546,91		212.139,20		72.407,72	8.760,02	63.647,70
15	290.237,85	4.845,13	216.381,96	48.451,26	30.249,74	8.935,22	21.314,52
16	296.042,61		220.709,62		75.332,99	9.113,92	66.219,06
17	301.963,46		225.123,81		76.839,65	9.296,20	67.543,45
18	308.002,73		229.626,29		78.376,44	9.482,13	68.894,31
19	314.162,79		234.218,82		79.943,97	9.671,77	70.272,20
20	320.446,04	7.132,55	238.903,19	71.325,48	17.349,92	9.865,20	7.484,72

PROYECTO NAVE ALMACEN EN OSORNO PALENCIA

Análisis de sensibilidad

Tasa de actualización para el análisis **6,00**



Clave	TIR
D	53,31
C	52,62
B	51,02
H	50,32
A	50,25
G	49,52
F	48,15
E	47,26

Clave	VAN
D	334.704,79
H	330.204,27
B	318.313,90
F	313.813,38
C	203.047,13
G	198.546,60
A	191.819,28
E	187.318,76

MEMORIA

Anejo 16: ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

INDICE ANEJO 16. ESTUDIO BASICO DE SEGURIDAD Y SALUD

ESTUDIO BASICO DE SEGURIDAD Y SALUD.....	3
1.- ANTECEDENTES	3
1.1.- Descripción de la obra.	3
1.2.- Cuadro de superficies.	3
1.3.- Presupuesto, plazo de ejecución y mano de obra.....	3
1.4.- Características y situación de los servicios.	3
1.4.1.- Centro asistencial.....	3
1.5.- Descripción del solar.	4
1.6.- Descripción de la obra.	4
2.- APLICACIÓN DE LA SEGURIDAD EN LA CONSTRUCCION.....	8
2.1. Sustentación del edificio	8
2.1.1.- Movimiento de tierras.	8
2.2. Sistema estructural.	9
2.2.1. Cimentación.....	9
2.2.2.- Estructuras.	9
2.3.3.- Cubierta	12
2.3.4. ntería metálica.	13
2.3.5. Montaje del vidrio	15
2.5. Sistemas de acabados.	16
2.5.1. Enfoscados y enlucidos.....	16
2.5.2. ntura y barnizado.....	17
3.- INSTALACIONES DE OBRA.....	19
3.1 Grúa móvil	19
3.2.- Hormigonera.....	21
3.3.- Soldadura eléctrica.....	21
3.4. Sierras circulares, maquinas de cortar madera.	23
4.- MEDIOS AUXILIARES	24
4.1. Escaleras de mano	24
4.2. Plataformas de trabajo.....	24
4.3. Barandillas y plintos.	24
4.4. Ferralla.	25
4.5. Andamios tubulares.	25
5.- PROTECCIONES COLECTIVAS	25
5.1. Señalización:.....	25
5.2. Maquinas y herramientas:.....	26
5.3. Barandillas:.....	26
5.4. Cerramientos de huecos horizontales:.....	26
5.5. Marquesinas de protección contra caídas de objetos.....	26

5.6. Balizas portátiles.....	26
5.7. Cuadros eléctricos.....	26
5.8. Vallas de cerramiento de obra:	26
5.9. Método de trabajo	26
6.- PROTECCIONES INDIVIDUALES.....	26
6.1. Protección de la cabeza:	27
6.2. Protección del cuerpo:	27
6.3. Protección de las extremidades superiores:	27
6.4. Protección de las extremidades inferiores.....	27
7.- SERVICIOS HIGIÉNICOS, VESTUARIOS, COMEDOR Y OFICINA DE OBRA	28
7.1. Casetas de obras prefabricadas:	28
7.2. Formación, medicina preventiva y prevención. daños a terceros.	29
7.3. Plan general de seguridad e higiene.....	29

ESTUDIO BASICO DE SEGURIDAD Y SALUD

1.- ANTECEDENTES

1.1.- Descripción de la obra.

La obra tiene por objeto la construcción de una nave agrícola, en la parcela 191 del Polígono 505 de Avellanosa del Páramo, de Burgos, con una superficie de 16.163 m².

1.2.- Cuadro de superficies.

El solar ocupado por la parcela se encuentra nivelado y enrasado al nivel de la acera, ocupando las siguientes superficies:

- Superficie Parcela	16.163m ²
- Superficie admisible (80%)	12.930 m ²
- Superficie construida	800 m ²
- Planta Baja	800 m ²

1.3.- Presupuesto, plazo de ejecución y mano de obra.

Corresponde al Proyecto de ejecución, redactado por el estudiante de grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural Dña. M^a Encarnación Peña Marcos.

PRESUPUESTO DE EJECUCION MATERIAL.- Asciede a la cantidad de ciento veintitrés mil trescientos cincuenta y cuatro euros con setenta y cinco céntimos. (123.354,75 Euros).

PLAZO DE EJECUCIÓN. El plazo previsto desde su iniciación hasta su terminación completa, es de "VEINTE DIAS" (20 días)

PERSONAL PREVISTO.- Dadas las características de la obra, se prevé un número de personas máximo afiliadas a la obra de 4-5 operarios

1.4.- Características y situación de los servicios.

No existen a pie de obra elementos para el abastecimiento de electricidad y de agua potable, así como tampoco red de saneamiento de la calle, por lo que se debe garantizar la existencia de generador eléctrico, un depósito de agua potable y un sistema de evacuación provisional mientras duren las obras.

Se prevén accesos independientes y convenientemente señalizados para vehículos y otro para personas.

1.4.1.- Centro asistencial.-

El centro asistencial más próximo caso de accidente con circulación rodada en condiciones normales se encuentra a 500 m, el centro de salud de Osorno y a 37Km

del Hospital Rio Carrion de Palencia, Teléfono 979 16 70 00.

El parque de bomberos más cercano es el situado en Osorno y que corresponde al Servicio Municipal de Extinción de Incendios, teléfono 080.

1.5.- Descripción del solar.

La finca sobre la que se ejecutará la obra está situado en la parcela nº 191 del Polígono 505 de Avellanosa del Páramo. La topografía es sensiblemente plana tal y como ha quedado definido en planos.

CARACTERISTICAS DEL SOLAR: Según los datos obrantes del proyecto de ejecución y del estudio geotécnico se estima que la tensión admisible del terreno es de 2 Kg/cm².

Existe un río cercano y es fácil conocer el nivel freático en las inmediaciones de la finca. Dada la experiencia previa y la orografía del lugar, resulta improbable que la parcela donde se encuentra la finca se anegue. No contiene elementos o aguas agresivas.

CLIMATOLOGIA DEL LUGAR: La zona climática de Burgos, con vientos fríos y veranos calurosos, no tiene mayor incidencia, salvo las posibles heladas en los meses más crudos de invierno teniendo previstas las medidas oportunas.

1.6.- Descripción de la obra.

1. SUSTENTACION DEL EDIFICIO.

1.1. Estudio geotécnico.

Se adjunta con el proyecto el correspondiente estudio geotécnico, desarrollado por una empresa especializada, con fecha noviembre de 2012

1.2. Movimiento de tierras y acondicionamiento del terreno.

No existen servidumbres de uso o funcionamiento sobre las fincas vecinas.

Realizado el replanteo en el interior de la parcela, en la zona prevista, dentro de los límites especificados en las Normas Municipales De Osorno y adoptando las medidas de seguridad exigidas en la Normativa de Seguridad y Salud en el Trabajo, se comenzarán los correspondientes trabajos de explanación y desbroce del solar hasta alcanzar la cota de asiento de la sub-base de la solera.

Además, se eliminará todo tipo de blandones, zonas de relleno inadecuado, escombros, etc., que pudieran afectar al correcto asiento de la cimentación.

Posteriormente se harán los trabajos necesarios para rebajar o elevar el terreno existente hasta la cota definitiva de asiento de las soleras, o bien al desbroce y limpieza del terreno donde éste presente la cota adecuada.

Luego se realizará la excavación de pozos y zanjas para la cimentación y saneamiento. Esta se realizará por medios mecánicos, refinando los taludes y fondos manualmente.

Si a la profundidad señalada en los planos, el terreno no garantizara la tensión admisible prevista en los planos, se excavará hasta encontrar el firme deseado, rellenando el exceso con hormigón de limpieza HM-20.

En caso necesario, se realizarán los drenajes oportunos, con el fin de dejar los terrenos en condiciones de edificar sobre ellos.

1.3. Otros trabajos previos.

. El replanteo se realizará dejando los retranqueos indicados y reflejados en los planos, siguiendo las alineaciones actuales del mismo, con los retranqueos indicados

2. SISTEMA ESTRUCTURAL.

2.1. Cimentación.

- Zapatas aisladas: Con una profundidad media de 1,00 m con 10 cm de hormigón de limpieza.

- Zapata corrida: Existirá una zapata corrida bajo el muro perimetral de hormigón, así como bajo los cerramientos de fachada.

- Solera: Se construirá una solera continua de hormigón con acabado en cuarzo sobre enchachado de piedra machacada, armada con mallazo, según planos.

Se realizará el plano de asiento de la cimentación a la profundidad adecuada. Las paredes y fondos, estarán limpios, verticales y horizontales respectivamente.

Bajo la base de la cimentación, se dispondrá un hormigón de limpieza, con un espesor de 10 cm o hasta alcanzar el nivel que permita dar el canto de cálculo a la zanja o zapata.

En cualquier caso los asientos a experimentar para la carga de trabajo indicada estarán en consonancia y serán compatibles con la estructura a proyectar, dados los parámetros geotécnicos y dureza del substrato natural.

Las dimensiones y armados se indican en planos de estructura.

Si a la vista del terreno, éste o las aguas del subsuelo resultasen agresivos para hormigones o acero, se emplearán hormigones con las correcciones de ambiente correspondientes, conforme a la EHE-08.

La Dirección Facultativa se reserva el derecho de modificar total o parcialmente el sistema de cimentación elegido inicialmente para el proyecto, en caso de que a la vista de las condiciones del terreno se observase un firme distinto del adoptado para el cálculo, y previa comunicación a la Propiedad y al Constructor. Para lo cual se entregarán, en el momento oportuno, los nuevos planos de cimentación, o se reflejarán las órdenes precisas para su ejecución en el Libro de Órdenes. Por lo tanto, no se procederá al hormigonado de ninguna cimentación sin el previo reconocimiento y visto bueno de la Dirección Facultativa.

Será exigible la obtención de probetas para su posterior control de calidad. Se seguirá la norma EHE-08 para el vertido del hormigón, una vez colocada la armadura de acero corrugado sobre la capa de hormigón de limpieza.

2.2. Estructura portante.

- Estructura metálica: La parte vertical de los pilares estará formada por pórticos de perfiles de acero de sección constante empotrados en la base sobre placa de anclaje.

2.3. Estructura horizontal.

Para la zona inclinada de los pórticos se utilizarán perfiles de acero convencionales con refuerzos en las zonas de mayor tensión. Las correas serán metálicas tipo "Z".

3. SISTEMA ENVOLVENTE.

3.1. Fachadas.

El cerramiento exterior de la nave se ha proyectado compuesto por muro continuo de hormigón armado de 30cm de espesor y 5m de altura, que irá situado entre pilares y con las caras a ras con estos, quedando las paredes lisas y continuas tanto exterior como interiormente. La colocación y el despiece correspondiente se encuentran representados en los planos adjuntos. La resistencia al viento y la estanqueidad de los cerramientos está asegurada dadas las dimensiones de los paños y el anclaje a la estructura, eliminándose el efecto de pandeo.

Sobre el muro de hormigón, se colocará panel sándwich prefabricado formado por dos láminas de acero galvanizado de 0,5 mm de espesor y 0,6 mm en perfil, prelacado en color a claro; colocado mediante anclajes metálicos fijados mediante tornillería a las correas.

El cerramiento es perfectamente compatible con los demás elementos de estructura, forjados y particiones que componen el edificio.

No se prevén juntas de dilatación, ya que las dimensiones y naturaleza de la construcción no lo requieren.

3.2. Cubiertas.

A) Cubierta de chapa. Las cubiertas de la nave se realizan mediante panel de chapa conformada, formado por una chapa de acero galvanizado de 0,5 mm de espesor, prelacada su cara exterior y color rojizo ; colocado mediante anclajes metálicos fijados mediante tornillería a las correas.

3.3. Carpintería exterior.

- Puerta principal. La puerta correderas, suspendida de una hoja, accionamiento manual. Formada por cerco, bastidor y refuerzo de tubo de acero, laminado, hoja de chapa plegada de acero galvanizado.

4. SISTEMA DE COMPARTIMENTACION.

4.1. Particiones verticales. Tabiquería.

No procede

4.2. Particiones horizontales. Forjados.

No procede

4.3. Carpintería interior.

No procede

5. SISTEMAS DE ACABADOS.

5.1. Revestimientos exteriores.

EL material de cerramiento no requiere revestimientos exteriores.

5.2. Revestimientos interiores.

EL material de cerramiento no requiere revestimientos interiores.

5.3. Solados.

Solera de hormigón de 15 cm. de espesor, realizada con hormigón HA-25 N/mm², Tmáx.20mm, elaborado en obra, armada con mallazo de 15x15x6, aserrado y fratasado. Según NTE-RSS y EHE-08.

5.4. Pintura y acabados.

a) Paramentos verticales y horizontales.

EL material de cerramiento no requiere acabados interiores. Exteriormente, se prevé una pintura acrílica plástica de exterior tipo Ovaline, de color claro mate, compatible con la normativa urbanística de la zona.

b) Cerrajería.

Todos los elementos de acero expuestos a la vista se pintarán una vez protegidos con las correspondientes capas de protector antioxidante, con esmalte sintético mate.

5.5. Cubierta.

La cubierta será de panel sándwich.

6. SISTEMAS DE ACONDICIONAMIENTO E INSTALACIONES.

6.1. Instalaciones de Protección contra Incendios.

- Prestaciones. Se instalarán 4 extintores, cuyas características se indican en el Anexo y su situación en el plano correspondiente.

6.2. Instalaciones de Evacuación de Líquidos.

Las características de esta Instalación se describen en los apartados referentes a Instalaciones de evacuación de aguas.

2.- APLICACIÓN DE LA SEGURIDAD EN LA CONSTRUCCION.

2.1. Sustentación del edificio.

2.1.1.- Movimiento de tierras.

RIESGOS MÁS FRECUENTES.

- Atropellos y colisiones, originados por la maquinaria.
- Vuelco y deslizamientos de la maquinaria.
- Caídas en altura.
- Generación de polvo.
- Explosiones o incendios.

NORMAS BASICAS DE SEGURIDAD.

- Las maniobras de la maquinaria estarán dirigidas por personas distintas al conductor.
- Las paredes de la excavación se controlarán después de grandes lluvias o heladas, desprendimientos o cuando se interrumpa el trabajo más de un día, por cualquier circunstancia.
- Se cumplirá la prohibición de presencia de personal en las proximidades de las máquinas durante su trabajo.
- Al realizar trabajo en zanjas, la distancia mínima entre trabajadores será de 1 m
- Al proceder al vaciado de la rampa y zonas próximas al barracón de aseos, la retroexcavadora actuará con las zapatas de anclaje, apoyadas en el terreno.
- Mantenimiento correcto de la maquinaria.
- Correcta disposición de la carga de tierras en el camión, no cargándolo más de lo admitido.

PROTECCIONES PERSONALES

- Casco homologado.
- Mono de trabajo y, en su caso, traje de agua y botas.
- Empleo de cinturón de seguridad, por parte del conductor de la máquina si esta va dotada de cabina antivuelco.

PROTECCIONES COLECTIVAS.

- Correcta conservación de la barandilla situada en la coronación de muros (0,90 m de altura y resistencia de 150 kg/m.).
- Recipientes que contengan productos tóxicos o inflamables, herméticamente cerrados.
- No apilar materiales en zonas de tránsito, retirando objetos que impidan el paso
- Formación y conservación de un retallo, en borde de rampa, para tope de vehículos si fuera preciso.

2.2. Sistema estructural.

2.2.1. acción.

RIESGOS MÁS FRECUENTES

- Caída a los pozos de zapata y a las zanjas .
- Heridas punzantes causadas por las armaduras.
- Caída de objetos desde la maquinaria.
- Atropellos causados por la maquinaria.

NORMAS BASICAS DE SEGURIDAD.

- Realización del trabajo por personal cualificado.
- Clara delimitación de las zonas de acopio de materiales, armaduras, etc.
- Las armaduras antes de su colocación estarán totalmente preparadas y terminadas, evitando así que el personal trabaje en el fondo del pozo.
- Durante la colocación de las armaduras está prohibida la permanencia del personal en el radio de acción de la grúa.
- Mantenimiento en el mejor estado posible de limpieza de la zona de trabajo, habilitando, si es preciso, caminos de acceso a cada tajo.

PROTECCIONES PERSONALES.

- Casco homologado, en todo momento.
- Guantes de cuero para el manejo de armaduras.
- Mono de trabajo, traje de agua.
- Botas de goma.

PROTECCIONES COLECTIVAS.

- Delimitación de la zona de trabajo de la maquinaria.
- Organización del tráfico y señalización.
- Adecuado mantenimiento de la maquinaria.

2.2.2.- Estructuras.

Montaje: Grúa móvil sobre camión.

RIESGOS MÁS FRECUENTES

- Caídas en altura de personas en fase de montaje de piezas prefabricadas de hormigón armado.
- Caídas en altura de personas, en fase de encofrado, puesta en obra de hormigón y desencofrado.
- Cortes en las manos.
- Pinchazos en la fase de montaje y desencofrados.
- Caídas de objetos a distinto nivel (Martillos, tenazas, madera, etc., etc.,)
- Golpes en las manos, pies y cabeza.
- Caídas al mismo nivel, por falta de orden y limpieza.

NORMAS BASICAS DE SEGURIDAD

- Las herramientas de mano se llevarán enganchadas con mosquetón, para evitar su caída a otro nivel.
- Todos los huecos estarán protegidos por barandilla y rodapié.

- El hormigonado de cabezas de pilares se realizará desde torretas metálicas, correctamente protegidas.
 - Se cumplirán fielmente las normas de desencofrado, acuñamiento de puntales, etc.
 - Para acceder a la obra se usará siempre el acceso protegido.
 - El hormigonado de zonas se realizará siempre desde tabloneros, organizando la plataforma de trabajo, sin pisar las zonas no fijadas.
 - Los materiales se apilarán correctamente y en orden, la limpieza y el orden, tanto en la zona de trabajo como en la que esté desencofrando, son indispensables. Respecto a la madera con puntas, deberá ser desprovista de las mismas o, en su defecto, apilada en zonas que no sean de paso obligado de personal.
- Cuando la grúa-camión móvil, eleve el material prefabricado de estructura como pilares, vigas, etc., el personal nunca podrá estar debajo de la carga suspendida.

PROTECCIONES PERSONALES

- Uso obligatorio de casco homologado.
- Calzado con suelo reforzado anticlavo.
- Guantes de goma, botas de agua durante el vertido del hormigón.
- Cinturón de seguridad.

PROTECCIONES COLECTIVAS.

- La barandilla situada en la coronación del muro está colocada hasta la ejecución de la cubierta.
- La salida del recinto de obra hacia la zona de vestuarios, comedores, etc. estará protegido por una visera de madera, capaz de soportar una carga de 600 kg/m².
- Todos los huecos, tanto horizontales como verticales, estarán protegidos con barandillas de 0,90 m de altura y 0,20 m de rodapié.
- Estará prohibido el uso de cuerdas con banderolas de señalización, a manera de protección, aunque se pueden emplear para la delimitación de zonas de trabajo.
- A medida que se vaya ascendiendo con la obra, se sustituirán las redes por barandillas.
- Las redes de malla rómbica serán del tipo pértiga y horca superior, colgadas, cubriendo a lo largo del perímetro de fachada, limpiándose periódicamente las maderas u otros materiales que hayan podido caer en la misma. Por las características de las fachadas se cuidará que no haya espacios sin cubrir, uniéndose una red con otra mediante cuerdas. Para una mayor facilidad del montaje de las redes, se preverán a 10 cm del borde unos enganches de acero, colocados a un metro entre sí, para atar las redes por su borde inferior; y unos huecos de 10x10 cm, separados como máximo 5 m, para pasar por ellos los mástiles (Se buscará en obra una solución equivalente que se reflejará en el Plan de Seguridad).
- Las barandillas, del tipo indicado en los planos, se irán desmontando, acopiándolas en lugares secos y protegidos.

2.3. SISTEMA ENVOLVENTE.

2.3.1.- CERRAMIENTOS

- Montaje: Grúa-camión móvil.

RIESGOS MÁS FRECUENTES

- Caídas del personal que interviene en los trabajos al no usar correctamente los materiales auxiliares, como son los andamios o las medidas de protección colectiva.
- Caídas de materiales empleados en los trabajos.

NORMAS BÁSICAS DE SEGURIDAD

Para el personal que interviene en los trabajos:

- Uso obligatorio de elementos de protección personal.
- Nunca efectuarán estos trabajos operarios solos.
- Colocación de medios de protección colectiva adecuados.

Para el resto del personal:

- Colocación de viseras o marquesinas de protección resistentes.
- Señalización de zonas de trabajo.

PROTECCIONES PERSONALES

- Cinturón de seguridad homologado, debiéndose usar siempre que las medidas de protección colectiva supriman el riesgo.
- Casco de seguridad obligatorio para todo el personal de obra.
- Guantes de goma o caucho.

PROTECCIONES COLECTIVAS

- Colocación de redes elásticas, las cuales se pueden usar para una altura máxima de caída de 6 m, no teniendo por tanto puntos duros y siendo elásticas, usándose las de fibra de vidrio, poliamida o poliéster, ya que no encogen al mojarse ni ganan en peso. La cuadrícula máxima será de 10 x 10 cm, teniéndose reforzado el perímetro de las mismas, con cable metálico recubierto de tejido; empleándose para la fijación de las redes soportes del tipo pértiga u horca superior, que sostienen las superficies, las cuales se anclarán a las estructuras, teniendo una resistencia por sí mismos, debiendo estar dispuestos de forma que sea mínima la posibilidad de chocar una persona al caer, recomendándose que se coloquen lo más cerca posible de la vertical de pilares o cerramientos.

- Instalación de protecciones para cubrir los huecos verticales de los cerramientos exteriores antes de que se realicen éstos, empleando barandillas metálicas desmontables por su fácil colocación y adaptación a diferentes tipos de huecos, constando estas de 2 pies derechos metálicos anclados al suelo y al techo del hueco, con barandilla a 90 cm y 45 cm de altura y provistas de rodapié de 15 cm, debiendo resistir 150 kg/ml, y sujetas mediante husillos de los pies metálicos, no usándose nunca como barandillas, cuerdas o cadenas con banderolas u otros elementos de señalización.

- Instalación de marquesinas, para la protección contra caída de objetos compuestas de madera en voladizo de 2,50 m., en las zonas de acceso a las casetas de bienestar,

oficinas, etc.

- Independientemente de estas medidas, cuando se efectúen trabajos de cerramientos se delimitará la zona, señalizándola, evitando en lo posible el paso del personal por la vertical de los trabajos.

2.3.3.- Cubierta.

RIESGOS MÁS FRECUENTES

En los trabajos que se realicen a lo largo de los faldones del tejado, se pueden emplear escaleras en el sentido de la mayor pendiente, para trabajar a lo largo de ellos estando convenientemente sujetas. Se planificará su colocación para no ser obstáculo a la circulación del personal y de los acopios de materiales.

Se colocarán ganchos en los distintos puntos de la cubierta, para enganches de los cinturones de seguridad.

Los acopios se harán teniendo en cuenta su inmediata utilización, tomando la precaución de colocarlos sobre elementos planos a manera de durmientes para así repartir la carga sobre los tableros del tejado, situándolos lo más cerca posible de las vigas de la cubierta.

Contra las caídas de materiales que puedan afectar a terceros o al personal de obra que transite por debajo del lugar donde están realizando los trabajos, colocaremos mallas resistentes de protección a nivel de la cubierta (Idem. a cerramientos). También podremos aprovechar el andamio exterior que montaremos para los trabajos en los bordes del tejado, siempre y cuando lo tengamos totalmente cubierto con elementos resistentes.

Los trabajos en la cubierta se suspenderán siempre que se presenten vientos fuertes que produzcan o comprometan la inestabilidad del operario y que pudieran desplazar los materiales, así como cuando se produzcan heladas, nevadas y lluvias que hacen deslizar las superficies del tejado.

PROTECCIONES PERSONALES

- Cinturones de seguridad homologados del tipo de sujeción, empleándose éstos solamente en el caso excepcional de que los medios colectivos no sean posible, estando anclados a elementos resistentes.

- Calzado homologado provisto de suelas antideslizantes.

Mono de trabajo con perneras y mangas perfectamente ajustadas.

PROTECCIONES COLECTIVAS

- Redes elásticas, para debilitar así las posibles caídas del personal que interviene en los trabajos colocándose estas sujetas de las vigas de la cubierta, ya que sólo se pueden usar para una altura máxima de caída de 6 m siendo de fibra, poliamida o poliéster, con una cuadrícula máxima de 10x10 cm. "Desplazándose según se avance la obra".

- Parapetos rígidos, para la formación de la plataforma de trabajo en los bordes del tejado, teniendo éstos una anchura mínima de 60 cm y barandilla a 90 cm de la plataforma, rodapié de 30 cm con otra barandilla a 70 cm de la prolongación del faldón de la cubierta.

- Viseras o marquesinas para evitar la caída de objetos (Según necesidades de la obra).

2.3.4. Carpintería metálica.

Se utilizan herramientas manuales, máquinas eléctricas portátiles, sierra de disco, taladradora, pistola impulsora, mesa de carpintero, etc.

RIESGOS MÁS FRECUENTES

Caída al mismo nivel.

Caída a distinto nivel.

Cortes por manejo de máquinas herramienta manuales.

Golpes por objetos o herramientas.

Atrapamiento de dedos entre objetos.

Pisadas sobre objetos punzantes.

Contactos con la energía eléctrica.

Caída de elementos de carpintería sobre personas.

Otros.

NORMAS BASICAS DE SEGURIDAD.

B.1. Previas a la ejecución.

Los precercos (cercos, puertas de paso, tapajuntas) se descargarán en bloques perfectamente flejados (o atados) pendientes mediante eslingas del gancho de la grúa torre.

Los acopios de carpintería de madera se ubicarán en los lugares definidos en los planos, para evitar accidentes por interferencias.

Los cercos, hojas de puerta, etc. se izarán a las plantas en bloques flejados (o atados), suspendidos del gancho de la grúa mediante eslingas. Una vez en la planta de ubicación, se soltarán los flejes y se descargarán a mano.

Se prohíbe acopiar barandillas definitivas en los bordes de forjados para evitar los riesgos por posibles desplomes.

El almacén de colas y barnices poseerá ventilación directa y constante, un extintor de polvo químico seco junto a la puerta de acceso y sobre ésta una señal de peligro de incendio y otra de "prohibido fumar" para evitar posibles incendios.

B.2. Durante la ejecución.

Durante la colocación de la carpintería exterior no se permitirá que nadie realice trabajos sin utilizar la protección correspondiente, con preferencia la de tipo colectivo y, en su defecto, el cinturón de seguridad, bien de "caída", bien de "sujeción" según los casos.

La colocación de puertas, ventanas y, en general, piezas cuya dimensión mayor sea de, al menos 2 m. deberá ser efectuada por dos personas.

La existencia de carpinterías o elementos de las mismas cuya colocación sea provisional o no esté del todo colocada deberá quedar claramente señalizada.

En todo momento los tajos se mantendrán libres de cascotes, recortes metálicos, y demás objetos punzantes, para evitar los accidentes por pisadas sobre objetos.

Antes de la utilización de cualquier máquina herramienta, se comprobará que se encuentra en óptimas condiciones y con todos los mecanismos y protectores de seguridad, instalados en buen estado, para evitar accidentes.

Se prohíbe expresamente la anulación de toma de tierra de las máquinas herramienta. Se instalará en cada una de ellas una pegatina en tal sentido, si no están dotadas de doble aislamiento.

Los cercos serán recibidos por un mínimo de una cuadrilla, para evitar golpes, caídas y vuelcos.

Los listones horizontales inferiores, contra deformaciones, se instalarán a una altura en torno a los 60 cm. Se ejecutarán en madera blanca preferentemente, para hacerlos más visibles y evitar los accidentes por tropiezos.

Los listones inferiores antideformaciones se desmontarán inmediatamente, tras haber concluido el proceso de endurecimiento de la parte de recibido del precerco (o del cerco directo), para que cese el riesgo de tropiezo y caídas.

El cuelgue de hojas de puertas (o de ventanas), se efectuará por un mínimo de dos operarios, para evitar accidentes por desequilibrio, vuelco, golpes y caídas.

Las zonas de trabajo tendrán una iluminación mínima de 100 lux a una altura en torno a los 2 metros.

La iluminación mediante portátiles se hará mediante portalámparas estancos con mango aislante y rejilla de protección de la bombilla, alimentados a 24 voltios.

Se prohíbe el conexionado de cables eléctricos a los cuadros de alimentación sin la utilización de clavijas macho-hembra.

Las escaleras a utilizar serán de tipo tijera, dotadas de zapatas antideslizantes y de cadenilla limitadora de apertura.

Las operaciones de lijado mediante lijadora eléctrica manual, se ejecutarán siempre bajo ventilación por corriente de aire, para evitar los accidentes por trabajar en el interior de atmósferas nocivas.

PROTECCIONES PERSONALES

Casco de polietileno (obligatorio para desplazamientos por la obra y en aquellos lugares donde exista riesgo de caída de objetos).

Guantes de PVC o de goma.

Guantes de cuero.

Gafas antiproyecciones.

Mascarilla de seguridad con filtro específico recambiable para polvo de madera (de disolventes o colas).

Botas de seguridad.

Ropa de trabajo.

Cinturones de seguridad, tipo "caída", los que trabajen en andamios colgados.

Cinturones de seguridad, tipo "sujeción", los que estén en lugares próximos a huecos

2.3.5. Montaje del vidrio.

El vidrio vendrá montado de fábrica.

RIESGOS MÁS FRECUENTES

Caída de personal al mismo nivel.

Caída de personal a distinto nivel.

Cortes en manos, brazos o pies durante las operaciones de transporte y ubicación

manual del vidrio.

Los derivados de la rotura fortuita de las planchas de vidrio.

Los derivados de los medios auxiliares a utilizar.

Otros.

NORMAS BASICAS DE SEGURIDAD.

Se prohíbe permanecer o trabajar en la vertical de un tajo de instalación de vidrio, delimitando la zona de trabajo.

Se mantendrán libres de fragmentos de vidrios los tajos, para evitar el riesgo de cortes.

En las operaciones de almacenamiento, transporte y colocación, los vidrios se mantendrán siempre en posición vertical.

La manipulación de las planchas de vidrio se ejecutará con la ayuda de ventosas de seguridad.

El vidrio presentado en la carpintería correspondiente, se recibirá y terminará de instalar inmediatamente, para evitar el riesgo de accidentes por rotura.

Los vidrios ya instalados, se señalarán de inmediato con pintura a la cal mediante la adhesión de letreros llamativos, para significar su existencia.

La colocación de los vidrios se realizará desde dentro del edificio.

Los andamios que deben utilizarse para la instalación de los vidrios en las ventanas, estarán protegidos en su parte delantera (la que hacia la ventana), por una barandilla sólida de 90 cm. de altura, medidos desde la plataforma de trabajo, formada por pasamanos, listón intermedio y rodapié, para evitar el riesgo de caídas al vacío durante los trabajos.

Se prohíbe utilizar a modo de borriquetas, los bidones, cajas o pilas de material y asimilables, para evitar los trabajos realizados sobre superficies inestables.

Se prohíben los trabajos con vidrio bajo régimen de vientos fuertes.

Se extremarán las precauciones para evitar caídas o deslizamientos de los vidrios apilados previamente a su colocación. Para manejo de vidrios se usarán, preferentemente, sujetadores por sistema de ventosas. Cuando las piezas tengan la dimensión de, al menos, 2 m., la manipulación la efectuarán 2 operarios.

Los cristales recién colocados se marcarán con alguna señal que advierta tal situación.

PROTECCIONES PERSONALES

Casco de polietileno (obligatorio para desplazamientos por la obra).

Guantes de goma.

Manoplas de goma.

Muñequeras de cuero que cubran el brazo.

Botas de seguridad.

Polainas de cuero.

Mandil.

Ropa de trabajo.

Cinturón de seguridad, clases A y C.

2.5. Sistemas de acabados.

2.5.1. Enfoscados y enlucidos.

Se utilizan herramientas manuales, máquinas eléctricas portátiles, amasadoras

mecánicas y en su caso maquinaria para la proyección de pastas y/o morteros.

RIESGOS MÁS FRECUENTES

Cortes por uso de herramientas (paletas, paletines, terrajas, miras, etc.).

Golpes por uso de herramientas miras, reglas, terrajas, maestras, etc.).

Caídas al vacío.

Caídas al mismo nivel.

Cuerpos extraños en los ojos.

Dermatitis de contacto con el cemento y otros aglomerantes.

Sobreesfuerzos.

NORMAS BASICAS DE SEGURIDAD.

En todo momento se mantendrán limpias y ordenadas las superficies de tránsito y de apoyo para realizar los trabajos de enfoscado para evitar los accidentes por resbalón.

Las plataformas sobre borriquetas para ejecutar enyesados (y asimilables) de techos, tendrán la superficie horizontal y cuajada de tablones, evitando escalones y huecos que puedan originar tropiezos y caídas.

Los andamios para enfoscados de interiores se formarán sobre borriquetas. Se prohíbe el uso de escaleras, bidones, pilas de material, etc., para estos fines, para evitar los accidentes por trabajar sobre superficies inseguras.

Se prohíbe el uso de borriquetas en balcones sin protección contra las caídas desde altura.

Para la utilización de borriquetas en balcones (terrazas o tribunas), se instalará un cerramiento provisional, formado por pies derechos acunados a suelo y techo, a los que se amarrarán tablones formando una barandilla sólida de 90 cm. de altura, medidos desde la superficie de trabajo sobre las borriquetas. La barandilla constará de pasamanos, listón intermedio y rodapié.

Las zonas de trabajo tendrán una iluminación mínima de 100 lux, medidos a una altura sobre el suelo en torno a los 2 metros.

La iluminación mediante portátiles, se hará con portalámparas estancos con mango aislante y rejilla de protección de la bombilla. La energía eléctrica los alimentará a 24 voltios.

Se prohíbe el conexionado de cables eléctricos a los cuadros de alimentación sin la utilización de las clavijas macho-hembra.

El transporte de sacos de aglomerantes o de áridos se realizará preferentemente sobre carretilla de mano, para evitar sobreesfuerzos.

PROTECCIONES PERSONALES

Casco de polietileno (obligatorio para los desplazamientos por la obra y en aquellos lugares donde exista riesgo de caída de objetos).

Guantes de PVC o goma.

Guantes de cuero.

Botas de seguridad.

Botas de goma con puntera reforzada.

Gafas de protección contra gotas de mortero y asimilables.

Cinturón de seguridad clases A y C.

2.5.2. y barnizado.

Al igual que las instalaciones, todos los trabajos de acabado, pinturas, barnices, remates, etc. se realizarán con el edificio cerrado, por lo que solamente se tendrá en cuenta la existencia de buena ventilación en los lugares de trabajo.

Las pinturas exteriores se realizarán al tiempo de terminación de las fachadas, por lo que los medios de protección a emplear serán similares a los de la fase de cerramientos.

Los medios auxiliares que se emplearán serán escaleras de mano y andamios de borriquetas, además de los empleados en los cerramientos, como son los andamios tubulares.

Se utilizan herramientas manuales, máquinas eléctricas portátiles, taladradora, pistola impulsora, etc.

RIESGOS MÁS FRECUENTES

Caída de personas al mismo nivel.

Caída de personas a distinto nivel.

Caída de personas al vacío (pintura de fachadas y asimilables).

Cuerpos extraños en los ojos (gotas de pintura, motas de pigmentos).

Los derivados de los trabajos realizados en atmósferas nocivas (intoxicaciones).

Contacto con sustancias corrosivas.

Los derivados de la rotura de las mangueras de los componentes.

Contactos con la energía eléctrica.

Sobreesfuerzos.

Otros.

NORMAS BASICAS DE SEGURIDAD.

B.1. Almacenamiento.

Las pinturas (barnices, disolventes, etc.) se almacenarán en lugares bien ventilados.

El almacenaje de materiales (pinturas, disolventes) se efectuará en lugares específicos, los cuales reunirán las condiciones estipuladas en el correspondiente apartado de este documento, con especial incidencia en lo referente a ventilación y protección contra incendios (prohibiciones de fumar, hacer fogatas, etc.). Se advertirá al personal de la posible toxicidad y riesgo de explosión de algunos productos, así como de las condiciones de su utilización y los medios orientados hacia su prevención. Se prohíbe almacenar pinturas susceptibles de emanar vapores inflamables con los recipientes mal o incompletamente cerrados, para evitar accidentes por degeneración de atmósferas tóxicas o explosivas.

Se instalará un extintor de polvo químico seco al lado de la puerta de acceso al almacén de pinturas.

B.2. Previas a la ejecución.

Las etiquetas de todos los envases tendrán claras y nunca borradas o tapadas las características del producto. A tal efecto se prohibirá el cambio de envase de los productos, para que nunca se pueda alegar el desconocimiento de su contenido y características.

B.3. Durante la ejecución.

Se evitará la formación de atmósferas nocivas manteniéndose siempre ventilado el local que se está pintando (ventanas y puertas abiertas).

La iluminación mínima en las zonas de trabajo será de 100 lux, medidos a una altura

sobre el pavimento en torno a los 2 metros.

La iluminación mediante portátiles se efectuará utilizando -portalámparas estancos con mango aislante- y rejilla de protección de la bombilla, alimentados a 24 voltios.

Se mantendrán la superficie de tránsito y áreas de trabajo lo más limpias posible de pintura, para evitar resbalones.

Se tenderán cables de seguridad amarrados a los puntos fuertes de la obra, de los que amarrar el fiador del cinturón de seguridad en las situaciones de riesgo de caída desde altura.

Los andamios para pintar tendrán una superficie de trabajo de una anchura mínima de 60 cm. (tres tablonos trabados), para evitar los accidentes por trabajos realizados sobre superficies angostas.

Se prohíbe la formación de andamios a base de bidones, pilas de materiales y asimilables, para evitar la realización de trabajos sobre superficies inseguras.

Se prohíbe la utilización de las escaleras de mano en los balcones, sin haber puesto previamente los medios de protección colectiva (barandillas superiores, redes, etc.), para evitar los riesgos de caídas al vacío.

Las escaleras de mano a utilizar, serán de tipo tijera, dotadas con zapatas antideslizantes y cadenilla limitadora de apertura, para evitar el riesgo de caídas por inestabilidad.

Se prohíbe el conexionado de cables eléctricos a los cuadros de suministro de energía sin la utilización de las clavijas macho-hembra.

Se prohíbe fumar o comer en las estancias en las que se pinte con pinturas que contengan disolventes orgánicos o pigmentos tóxicos.

Se advertirá al personal encargado de manejar disolventes orgánicos (o pigmentos tóxicos) de la necesidad de una profunda higiene personal (manos y cara) antes de realizar cualquier tipo de ingesta.

Se prohíbe realizar trabajos de soldadura y oxicorte en lugares próximos a los tajos en los que se empleen pinturas inflamables, para evitar el riesgo de explosión (o de incendio).

PROTECCIONES PERSONALES

Casco de polietileno (para desplazamientos por la obra).

Guantes de PVC largos (para remover pinturas a brazo).

Mascarilla con filtro mecánico específico recambiable (para ambientes pulverulentos).

Mascarilla de filtro mecánico. El filtro será el específico para cada disolvente.

Gafas de seguridad (antipartículas y gotas).

Calzado antideslizante.

Ropa de trabajo.

Gorro protector contra pintura para el pelo.

3.- INSTALACIONES DE OBRA

3.1 Grúa móvil.-

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS.

Para circular a través de vías públicas cumplirá con los requisitos exigidos por los organismos competentes, siendo la responsabilidad derivada de accidentes, durante todo el servicio, de la empresa a la que se contrate este medio.

Se procurará que los accesos a los tajos sean firmes, para evitar aterramientos. Las

pendientes de posibles rampas de acceso a los tajos no serán superiores al 20%. Se utilizarán tablones o chapas de palastro para salvar irregularidades o zonas blandas del terreno de paso.

Queda expresamente prohibido estacionar este tipo de vehículos a una distancia menor de 2 metros del borde de una excavación, vaciado, zanja o pozo, sin adoptar medidas adecuadas para evitar su vuelco y caída. En caso de ser necesaria una aproximación menor, se ejecutará la entibación reforzada de la zona afectada.

Queda totalmente prohibido superar la capacidad portante de la grúa y se aplicará su coeficiente de seguridad correspondiente. Asimismo, queda prohibido superar la capacidad portante de otros elementos de la grúa, tales como: gancho, cables, eslingas auxiliares, etc.

Las operaciones de elevación y descenso de cargas se realizará previa instalación de los gatos estabilizadores, dispuestos sobre base regularizada y firme y nivelada la máquina. Las maniobras sin visibilidad, previa información de la operación a realizar e inspección de la zona por el maquinista, serán dirigidas por un señalista que habrá de coordinar la operación.

Las operaciones de guías de carga, en caso necesario, se harán mediante cabos tirantes manejados, al menos, por dos operarios. Esta máquina cumplirá, además, las condiciones establecidas para los camiones de transporte.

RIESGOS DETECTABLES MÁS COMUNES.

Vuelco del Camión.

Atrapamientos.

Caídas al subir o bajar a la zona de mandos.

Atropello de personas.

Desplome de la carga.

Golpes por la carga.

NORMAS O MEDIDAS PREVENTIVAS TIPO.

1. Normas de seguridad para el operario.

Manejadas por personal especializado (propietario o responsable de la grúa)

Cualquier elemento de la grúa metálico o no, en su recorrido se mantendrá a una distancia mínima a las conducciones de electricidad de 5 metros en las líneas de más de 66 kilovoltios y cuando la tensión sea inferior la distancia será de 3 metros.

La pluma de la grúa librará en 3 m la parte más alta de los edificios colindantes.

Entre la grúa y el edificio quedará una zona de paso con un ancho mínimo de 1 metro.

No se permitirá circular ni estacionarse bajo las cargas grandes o pesadas suspendidas o transportadas, salvo en los casos necesarios para la ejecución del trabajo.

Antes de iniciar las maniobras de carga se instalarán calzos inmovilizadores en las cuatro ruedas y gatos estabilizadores.

Las maniobras de carga y descarga serán dirigidas por un especialista en prevención de los riesgos por maniobras incorrectas.

Los ganchos de cuelgue estarán dotados de pestillos de seguridad.

Se prohíbe expresamente sobrepasar la carga máxima admisible fijada por el fabricante del camión en función de la extensión brazo-grúa.

El gruista tendrá en todo momento a la vista la carga suspendida. Si esto no fuera posible, las maniobras serán expresamente dirigidas por un señalista, en previsión de los riesgos por maniobras incorrectas.

Las rampas para acceso del camión-grúa no superarán inclinaciones del 20 % como

norma general en prevención de los riesgos de atoramiento o vuelco.

Se prohíbe realizar suspensión de cargas de forma lateral cuando la superficie de apoyo del camión esté inclinada hacia el lado de la carga, en previsión de accidentes por vuelco.

Se prohíbe estacionar o circular, el camión-grúa a distancias inferiores a 2 m. (como norma general) del corte del terreno o situaciones asimilables, en previsión de los accidentes por vuelco.

Se prohíbe realizar tirones sesgados de la carga.

Se prohíbe arrastrar cargas con el camión-grúa.

Las cargas en suspensión para evitar golpes y balanceos se guiarán mediante cabos de gobierno.

Se prohíbe la permanencia de personas en torno al camión-grúa a distancias inferiores a 5 m.

Se prohíbe la permanencia bajo las cargas en suspensión.

El conductor del camión-grúa estará en posesión del certificado de capacitación que acredite su pericia.

Al personal encargado del manejo del camión-grúa, se le hará entrega de la normativa de seguridad.

Del recibí se dará cuenta a la Dirección Facultativa o Jefatura de Obra.

2. Normas de seguridad para visitantes.

Atención, penetra usted en una zona de riesgo, siga las instrucciones del guía.

Respete las señales de tráfico interno.

Si desea abandonar la cabina de la grúa utilice el casco de seguridad que se le ha entregado junto con esta nota.

Ubíquese para realizar el trabajo, en lugar o zona que se señalará.

Una vez concluida su estancia devuelva el casco al salir.

PRENDAS DE PROTECCIÓN PERSONAL RECOMENDABLES.

Casco de polietileno, siempre que abandone la cabina en el interior de la obra y exista riesgo de golpes en la cabeza.

Guantes de cuero.

Botas de Seguridad.

Ropa de trabajo.

Calzado para conducción.

3.2.- Hormigonera.

(Cubeta de carga y tambor giratorio)

- Dado que este aparato está formado por piezas reunidas por articulaciones accionadas por palancas y detenidas por pestillos o frenos se bloqueará todo lo que pueda ser inmovilizado antes de desplazar esta máquina.

- Como el riesgo más importante del ciclo de maniobra de esta máquina, es cuando la cubeta baja, pudiendo golpear a cualquier operario de una forma imprevista, se recomienda no limpiar la zona de vertido pudiendo funcionar el aparato.

- Cuando la hormigonera está amasando se colocará el pestillo de seguridad para evitar que de una forma imprevista la cubeta baje lesionando al operario.

- Ningún operario meterá la mano ni se acercará a la boca de la cubeta bien por verter agua, etc., mientras la hormigonera está funcionando ya que podría dar lugar a un grave accidente.
- Deberá tener instalada la puesta a tierra y colocada la carcasa que protege sus órganos normales, con objeto de evitar riesgos de contactos eléctricos y de atrapamientos.
- Al terminar la jornada, debe limpiarse la cubeta (siempre con la máquina parada), así como revisar periódicamente sus órganos móviles (correas, articulaciones, etc.) dejando la cubeta apoyada en el suelo, a menos que la misma esté sólidamente inmovilizada en posición elevada.
- También antes de iniciarse los trabajos, el encargado de accionar el aparato deberá verificar que los dispositivos de seguridad estén en su sitio y asegurarse de su buen funcionamiento.
- Generalmente, el entorno de esta máquina es húmedo (vertido de agua, resto de pasta, etc.), por lo que se revisará frecuentemente la conservación de los conductores de alimentación de emergencia (casi siempre están en el suelo) con objeto de evitar contactos eléctricos.
- Todos los aparatos que intervienen en la confección, deberán emplear las botas y guantes apropiados.

3.3.- Soldadura eléctrica.-

NORMAS DE ACTUACIÓN

- Zonas de trabajo limpias y ordenadas.
- Si existe peligro de caída de objetos o materiales a nivel inferior, éste se acotará para impedir el paso. Si el peligro de caída de objetos y materiales fuese sobre la zona de trabajo, ésta se protegerá adecuadamente.
- No se deberán arrojar las puntas de los electrodos desde altura, por lo que el soldador llevará una bolsa para recogerlas.
- El soldador deberá estar situado sobre apoyo seguro y adecuado que evite su caída en caso de pérdida de equilibrio por cualquier causa. De no ser posible estará sujeto con cinturón de seguridad.
- En los lugares de trabajo donde existan exposiciones intensas de radiaciones, se instalarán, tan cerca de la fuente origen como sea posible, pantallas absorbentes, cortinas de agua y otros dispositivos apropiados para neutralizar o disminuir el riesgo.
- Cuando haya que soldar o cortar recipientes que hayan contenido sustancias inflamables o explosivas, antes de iniciar los trabajos se deberá limpiar perfectamente el recipiente por medio de vapor u otro eficaz y comprobar por procedimiento apropiado que no quedan gases ni vapores combustibles, o bien reemplazar todo el aire del recipiente por un gas inerte o por agua. En caso de utilizarse gas inerte, se deberá continuar inyectando éste lentamente durante toda la operación de soldadura.
- Será preceptivo el empleo de mascarilla o careta con el filtro químico correspondiente, en trabajos de soldadura o corte sobre material galvanizado.
- Los bordes de conexión estarán cuidadosamente aislados.
- Los cables de conducción de corriente estarán debidamente aislados y se tenderán de tal forma que una rotura accidental, por caída de alguna pieza, no produzca

contacto con los elementos metálicos que estén montando y sobre los cuales estén trabajando otros operarios.

- Los cables estarán en buen uso, evitándose los empalmes, que en caso obligado, se aislará con cinta antihumedad.
- Los grupos se hallarán aislados adecuadamente y protegidos contra la intemperie.
- Los cables del circuito de soldadura deberán mantenerse limpios y secos.
- Las masas de cada aparato de soldadura estarán puestas a tierra, así como uno de los conductores del circuito de utilización para la soldadura. Será admisible la conexión de uno de los polos del circuito de soldadura a estas masas cuando por su puesta en tierra no se provoquen corrientes vagabundas de intensidad peligrosa; en caso contrario, el circuito de soldeo estará puesto a tierra en el lugar de trabajo.
- Si para regular la corriente de soldar se emplean reguladores a distancia, estos deben conectarse a la toma de tierra de la máquina de soldar.
- Antes de conectar una máquina eléctrica a la toma de corriente, se comprobará que la tensión es la que corresponde a la máquina y su conexión. Si no tiene indicación de voltaje, este debe ser averiguado con un voltímetro y nunca con lámparas.
- En caso de averías en el grupo deberán solicitarse los servicios de un electricista.
- Para la soldadura eléctrica en lugares reducidos y conductores deberán utilizarse la corriente continua con preferencia a la alterna, por su menor tensión de vacío.
- Se evitará el poner en contacto la pinza de soldadura eléctrica a cielo abierto mientras llueva o nieve, ni en caso de tormentas eléctricas o intensa fuerza de viento.
- No se conectará más de una pinza a los grupos de soldadura individuales. Los aparatos de soldadura se colocarán en la periferia y/o en cota inferior a la zona de trabajo, a fin de que en éste no penetren los cables de alimentación a los mismos, sino solamente las pinzas y masa.
- Cada aparato llevará incorporado un interruptor de corte omnipolar que interrumpa el circuito de alimentación, así como un dispositivo de protección contra sobrecargas regulado, como máximo, al 200 por 100 de la intensidad normal de su alimentación, excepto en aquellos casos en que los conductores de este circuito estén protegidos por un dispositivo igualmente contra sobrecargas, regulado a la misma intensidad.
- En los montajes de altura, mientras no se esté soldando, deberá estar conectado el grupo y en los pequeños intervalos en que esto no es posible el portaelectrodos se guardará en funda de cuero que forma parte del equipo soldador.
- Cuando el soldador, abandone el tajo de soldadura, deberá desconectar previamente el grupo, independientemente del tiempo que dure la ausencia.
- Para cambiar los polos en el aparato de soldadura, se desconectará éste a no ser que disponga de desconector de polos.

RIESGOS MÁS FRECUENTES

Afecciones oculares.
Cuerpos extraños en ojos.
Caída de objetos.
Quemaduras.
Radiaciones.
Electrificaciones.
Caídas a distinto nivel.
Incendios.

Explosiones.

EQUIPO INDIVIDUAL DE PROTECCIÓN

Casco
Pantalla para soldador.
Gafas contra proyecciones.
Manoplas.
Manguitos
Polainas.
Mandil de cuero.
Botas de seguridad.
Cinturón de seguridad.

MEDIOS AUXILIARES

Señalización.
Extintores.
Pantallas absorbentes.
Cortinas de agua.
Extractores de aire.
Silla o jaula de soldador.

REVISIONES

Cable.
Pinzas.
Tensión de soldadura.
Conexiones.

3.4. Sierras circulares, maquinas de cortar madera.

- Estarán dotadas de cuchillo divisor cuya distancia al disco será de 3 milímetros como máximo y espesor igual al grueso del corte de la sierra o ligeramente inferior (como máximo de 0,5 metros)
- Protector del disco que estará sujeto a la parte superior del cuchillo divisor. Las chapas protectoras laterales estarán unidas con una malla metálica que permita ver el sentido del corte.
- Estará dotada de un interruptor de tal manera situado que no sea fácil su puesta en marcha accidental.
- Estará dotada de toma de tierra.
- El operario llevará pantalla protectora.

4.- MEDIOS AUXILIARES

4.1. Escaleras de mano.

- Las de madera tendrán los largueros de una sola pieza y los peldaños estarán ensamblados y no clavados.
- No deben salvar más de 5 m a menos que estén reforzados en su centro quedando prohibido su uso para alturas superiores a 7 m.
- Para alturas mayores será obligatorio el empleo de escaleras especiales susceptibles de ser fijadas sólidamente por su cabeza y su base, será obligatorio la utilización del cinturón. Las escaleras de carro estarán dotadas de barandillas y otros dispositivos

que eviten las caídas.

- Se apoyarán sobre superficies sólidas y planas.
- Estarán provistas de zapatas, grapas, puntas de hierro, etc. antideslizante en su pie y de gancho de sujeción en la parte superior.
- Sobrepasarán en 1 metro los puntos superiores de apoyo.
- Si se apoyan en postes se emplearán abrazaderas.
- No se utilizarán simultáneamente por dos trabajadores.
- Prohibido transportar a brazo pesos superiores a 25 Kg
- La distancia entre los pies y vertical de su punto superior de apoyo será la cuarta parte de la longitud de la escalera hasta el punto de apoyo.
- Las escaleras de tijeras o dobles, de peldaños, estarán dotadas de cadenas o cables para evitar su abertura y de topes en sus extremos.

4.2. Plataformas de trabajo.

Las plataformas de trabajo, fijas o móviles, estarán constituidas de materiales sólidos y su estructura y resistencia está proporcionada a las cargas fijas o móviles que hayan de soportar.

- Los pisos y pasillos de las plataformas de trabajo serán antideslizantes, se mantendrán libres de obstáculos y estarán provistas de un sistema de drenaje que permita la eliminación de productos resbaladizos.
- Las plataformas que ofrezcan peligro de caída desde más de dos metros estarán protegidas en todo su contorno por barandilla y plinto.
- Cuando se ejecuten los trabajos sobre plataformas móviles se emplearán dispositivos de seguridad que eviten su desplazamiento o caída.

4.3. Barandillas y plintos.

- Las barandillas y plintos o rodapiés serán de materiales rígidos y resistentes.
- La altura de las barandillas será de 90 centímetros como mínimo a partir de un nivel del piso, y el hueco existente entre el plinto y la barandilla estará protegida por una barrera horizontal o listón intermedio, o por medio de barrotes verticales con una separación máxima de 15 cm.
- Los plintos tendrán una altura mínima de 15 centímetros sobre el nivel del piso
- Las barandillas serán capaces de resistir una carga de 150 kilos por metro lineal.

4.4. Ferralla.

Las armaduras estarán perfectamente sujetadas en dos puntos antes de ser izadas en la grúa.

Durante su transporte y posterior colocación se tendrá el máximo cuidado en no golpear al personal, evitando posibles caídas por esta circunstancia.

Los operarios utilizarán casco, guantes, botas con plantilla anticlavo y botas con puntera reforzada para manipulaciones y descargas.

4.5. Andamios tubulares.

- Preparación adecuada del terreno para el apoyo de los tubos verticales apoyando la placa de asiento sobre unos durmientes de tablón perfectamente nivelados.
- Utilización durante el montaje del cinturón de seguridad.
- Arriostramiento para evitar desplazamientos laterales.
- Comprobar la verticalidad del andamio.
- La plataforma de trabajo será de 0.60 metros como mínimo y dotada de barandilla de

0,90 metros de altura y rodapié de 0,20 metros.

- No se considera protección la "Cruz de San Andrés", que forman las riostras del andamio.
- Los tablonos que forman la plataforma de trabajo estarán perfectamente unidos y dotados en su parte inferior de tope que impida su deslizamiento.
- Se desecharán los tablonos defectuosos o con nudos.
- No sobrecargar la plataforma de trabajo con materiales.
- Está prohibido subir por los tubos del propio andamio.

5.- PROTECCIONES COLECTIVAS

Las protecciones colectivas son aquellos equipos o elementos, que independientemente del hombre a proteger, sirven de pantalla entre el peligro y los trabajadores; sus funciones abarcan a lugares y máquinas donde pueden existir riesgos de peligro comunes y generales para los productores.

Los medios auxiliares y protecciones colectivas más usuales en los trabajos de construcción, se pueden subdividir en varios grupos entre los que se pueden destacar:

5.1. Señalización:

- Bandas de señalización.
- Cinturones reflectantes.
- Carteles de aviso.
- Señales de tráfico.
- Señales de prevención de riesgos.
- Específicos.
- Luminosas preventivas.
- Indicadoras.

5.2. Maquinas y herramientas:

Por su carácter mixto de protección individual y colectivo, según la aplicación de estas, deberán especificarse en las Normas de Seguridad Internas de la Empresa el tipo de protección que el Comité de Seguridad establezca al efecto.

5.3. Barandillas:

- Con soportes incorporables a puntales metálicos.
- Especial para huecos ascensores.
- Incorporables al sistema de encofrado horizontal.

5.4. Cerramientos de huecos horizontales:

- Con mallazo.
- Con redes de seguridad.
- Con tableros y tablonos.

5.5. Marquesinas de protección contra caídas de objetos.

- Incorporada a la estructura.
- De tablonos y tableros.

5.6. Balizas portátiles:

- De madera.
- De madera y metal.

5.7. Cuadros eléctricos:

Prefabricados o confeccionados por la Empresa Constructora con arreglo al Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, con protecciones diferenciales y puesta a tierra.

5.8. Vallas de cerramiento de obra:

- Malla electrosoldada.
- De madera.

5.9. Método de trabajo:

Un método de trabajo racional es la mejor protección colectiva. Una adecuada iluminación provisional de la obra y una esmerada limpieza son los primeros pasos a adoptar en este terreno.

6.- PROTECCIONES INDIVIDUALES

Las protecciones individuales o personales, son aquellas prendas o equipos, que se emplean aisladamente por el trabajador, su función es la protección individual de éste, o de alguna parte determinada de su organismo, sirven de pantalla entre el peligro y el productor.

Un equipo de protección personal, debe responder a dos criterios generalmente poco compatibles, eficacia y confort. Las prendas de protección individual, no suprimen el origen del riesgo, por lo que es más correcto eliminar éste para prescindir de la protección específica contra él.

Actualmente el Ministerio de Trabajo, por mediación del Instituto Nacional de Higiene y seguridad, está en período de homologación de todas las prendas y equipos de protección personal, utilizables en las tareas.

Las prendas individuales de protección personal usuales, utilizadas en los trabajos de construcción, se pueden subdividir en cuatro grandes grupos:

6.1. Protección de la cabeza:

- Cascos normales de trabajo.
- Gafas panorámicas antipolvo.
- Pantallas.
- Mascarillas antipolvo (filtros)
- Protectores de ruidos.

6.2. Protección del cuerpo:

- Cinturones de seguridad.
- Mandiles de trabajo.

- Monos de trabajo.
- Trajes de agua.

6.3. Protección de las extremidades superiores:

- Guantes de serraje o piel.
- Guantes de látex.
- Guantes de goma antideslizante.

6.4. Protección de las extremidades inferiores:

- Botas de agua.
- Botas de seguridad con plantilla, y punteras metálicas.
- Plantilla anticlavos.

El Encargado de Obra, es el responsable de velar por la correcta utilización de estas prendas, y de exigir a los responsables técnicos de los industriales contratados, la utilización de las prendas de protección personal precisas para los trabajos de su especialidad dentro del recinto de la obra.

Se establecerá el sistema de control más idóneo para supervisar las entregas de estas prendas de protección, de tal manera que en la oficina de obra, se disponga en un comprobante de recibo confirmado por el productor que ha recibido cada prenda.

El extravío o deterioro por mal uso de la prenda, debe implicar su sustitución inmediata y el cargo total del importe de su valor, será abonado por el productor causante.

7.- SERVICIOS HIGIÉNICOS, VESTUARIOS, COMEDOR Y OFICINA DE OBRA

7.1. Casetas de obras prefabricadas:

A) DOTACION.

a) Servicios higiénicos: se dispondrá de un local con los siguientes servicios:

- 1 lavabo instalados con jabón y espejo.
- 1 ducha con agua caliente y fría.
- 1 inodoro con carga y descarga automática, agua corriente, papel higiénico y percha (en cabinas aislada con puerta y cierre interior).
- 1 calentador de agua.
- 1 espejo.
- Perchas.

Se mantendrán en perfecto estado de limpieza y conservación.

b) Vestuarios: Para cubrir estas necesidades se dispondrá de un recinto de 10-15 m² con los siguiente elementos:

- 5-6 taquillas metálicas con llave.
- 2 bancos corridos de madera.
- 1 espejo de dimensiones 1,00 x 0,50 m.

En el vestuario se instalará botiquín de urgencia con agua oxigenada, alcohol de 90°, tintura de yodo, mercurio- cromo, amoníaco, algodón hidrófilo, gasas estériles, esparadrapo, antiespasmódico y termómetro clínico.

c) Comedor: Se dispondrá de un recinto de 10 m² con las siguientes características: Si bien en Burgos capital donde se ubica esta obra no es costumbre de comer en ella, debido a que las distancias son pequeñas y las dos horas de descanso dan tiempo suficiente para desplazarse al domicilio, se prevé una zona de comedor con mesa y bancos para la realización del almuerzo con un fregadero y dos depósitos de basura. Tendrá iluminación natural y artificial y ventilación.

d) Oficina de obra: Será la adecuada para el personal con que cuente y tendrá un local cerrado para almacén.

Dada la gran problemática en cuestión de instalaciones sanitarias que plantea la ejecución de la obra.y teniendo presente la reglamentación oficial que hace referencia a este tipo de instalaciones, se prevé la ejecución de las mismas de la siguiente forma: Todas las estancias estarán convenientemente dotadas de luz eléctrica y de calefacción.

B) NORMAS GENERALES DE CONSERVACIÓN Y LIMPIEZA.

Los suelos, paredes y techos de los aseos, y duchas serán continuos, lisos e impermeables; enlucidos en tonos claros y con material que permitan el lavado con líquidos desinfectantes y antisépticos con la frecuencia necesaria; todos sus elementos, tales como grifos, desagües y alcachofas de duchas, estarán siempre en perfecto estado de funcionamiento y los armarios y bancos aptos para su utilización.

En la oficina de obra, en cuadro situado al exterior se colocará de forma visible, la dirección del centro asistencial de urgencia y teléfonos del mismo.

Todas estas estancias citadas estarán convenientemente dotadas de luz y calefacción.

7.2. Formación, medicina preventiva y prevención. daños a terceros.

FORMACIÓN:

Se impartirá formación en materia de seguridad e higiene en el trabajo, al personal de obra.

MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS.

BOTIQUINES:

Se dispondrá de un botiquín conteniendo el material especificado en la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

ASISTENCIA A ACCIDENTADOS:

Se deberá informar a la obra del emplazamiento de los diferentes Centros Médicos (Servicios propios, Mutuas Patronales, Mutualidades Laborales, Ambulatorios, etc.), donde debe trasladarse a los accidentados para su más rápido y efectivo tratamiento.

Es muy conveniente disponer en la obra y en sitio bien visible, de una lista con los teléfonos y direcciones de los Centros designados para urgencias, ambulancias, taxis, etc., para garantizar un rápido transporte de los posibles accidentados a los Centros

de asistencia.

CENTROS DE REFERENCIA

BURGOS: HOSPITAL UNIVERSITARIO. c/.

OTROS CENTROS ASISTENCIALES CERCANOS

RECONOCIMIENTO MEDICO:

Todo el personal que empiece a trabajar en la obra deberá pasar un reconocimiento médico previo al trabajo, y que será repetido en el período de un año.

7.3. Plan general de seguridad e higiene.

El contratista está obligado a redactar un Plan de Seguridad de Higiene adaptando este Estudio a sus medios y métodos de ejecución.

PALENCIA 31 DE AGOSTO DE 2015

EL ALUMNO DE GRADO EN
INGENIERIA AGRICOLA Y DEL MEDIO RURAL

MANUEL TERAN GONZALEZ



Universidad de Valladolid
Campus de Palencia



**Escuela Técnica Superior
de Ingenierías Agrarias Palencia**

Titulación:
GRADO EN INGENIERÍA AGRÍCOLA Y DEL MEDIO RURAL

***PROYECTO DE ALMACÉN AGRÍCOLA PARA PLAN DE
MEJORA DE EXPLOTACIÓN AGRÍCOLA, DE 190 HA DE
SECANO/REGADÍO, EN OSORNO (PALENCIA).***

DOCUMENTO 2-PLANOS

Alumno/a: MANUEL TERÁN GONZÁLEZ

Tutor/a: ENRIQUE RELEA GANGAS

Cotutor/a:

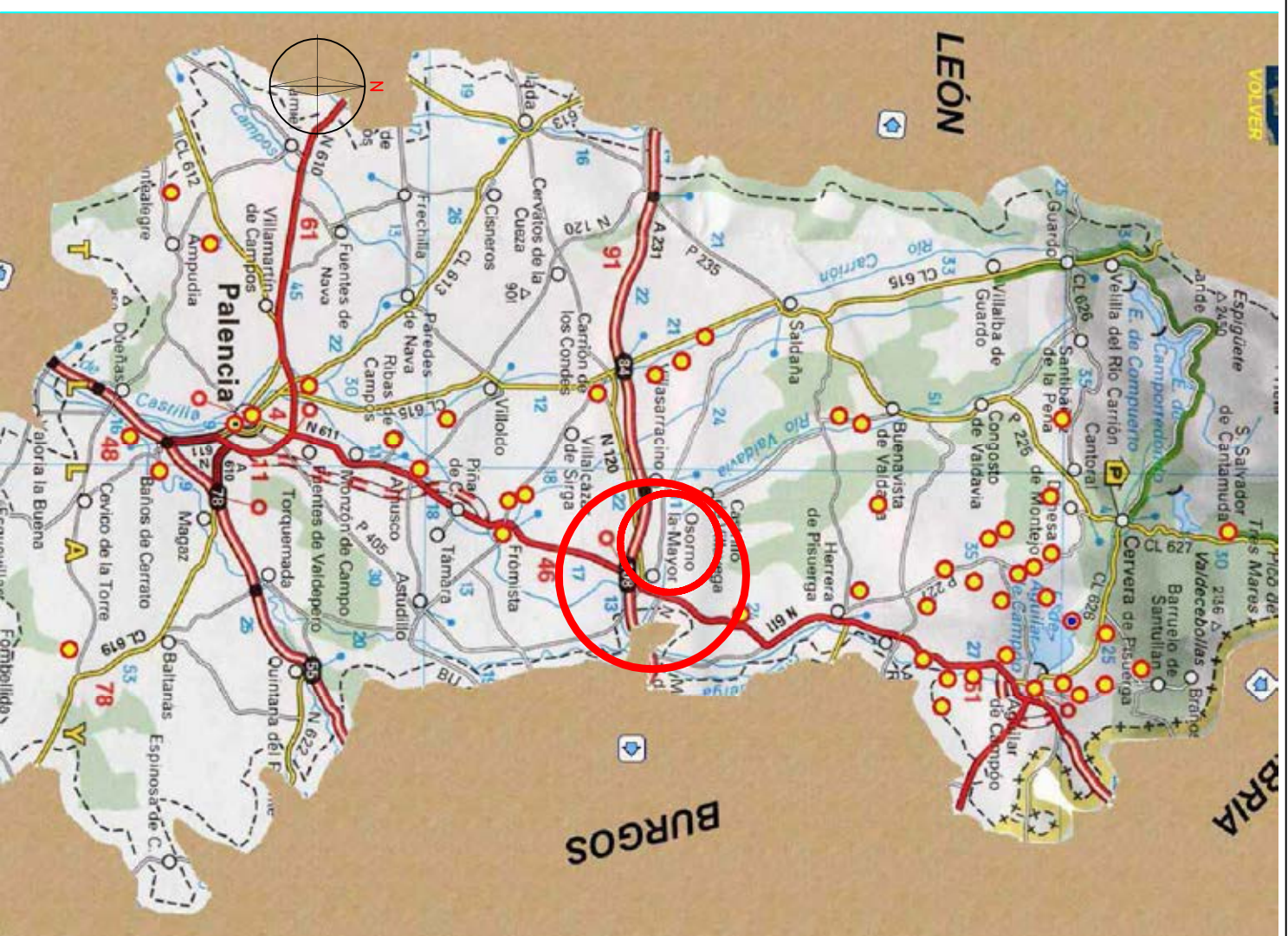
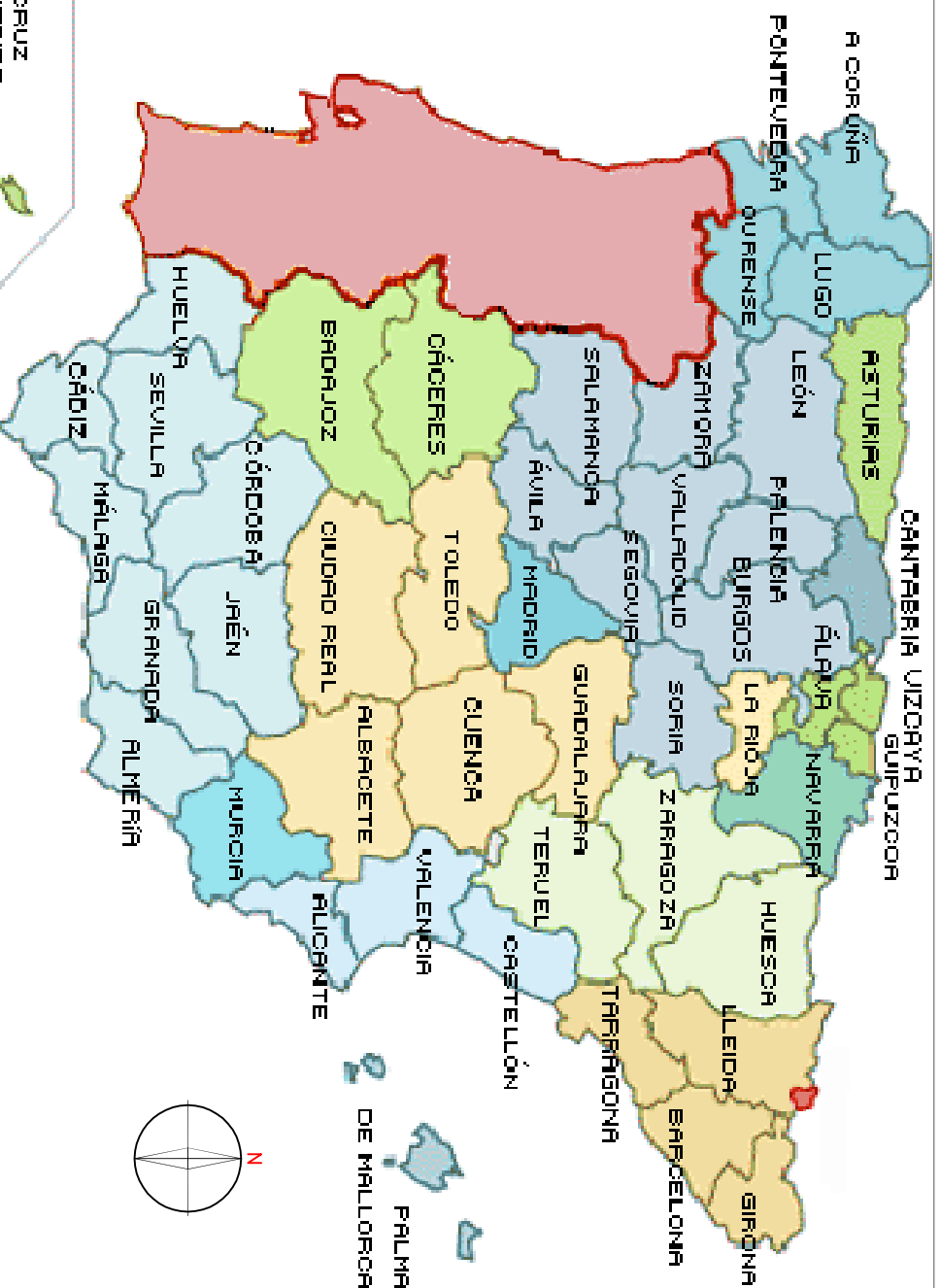
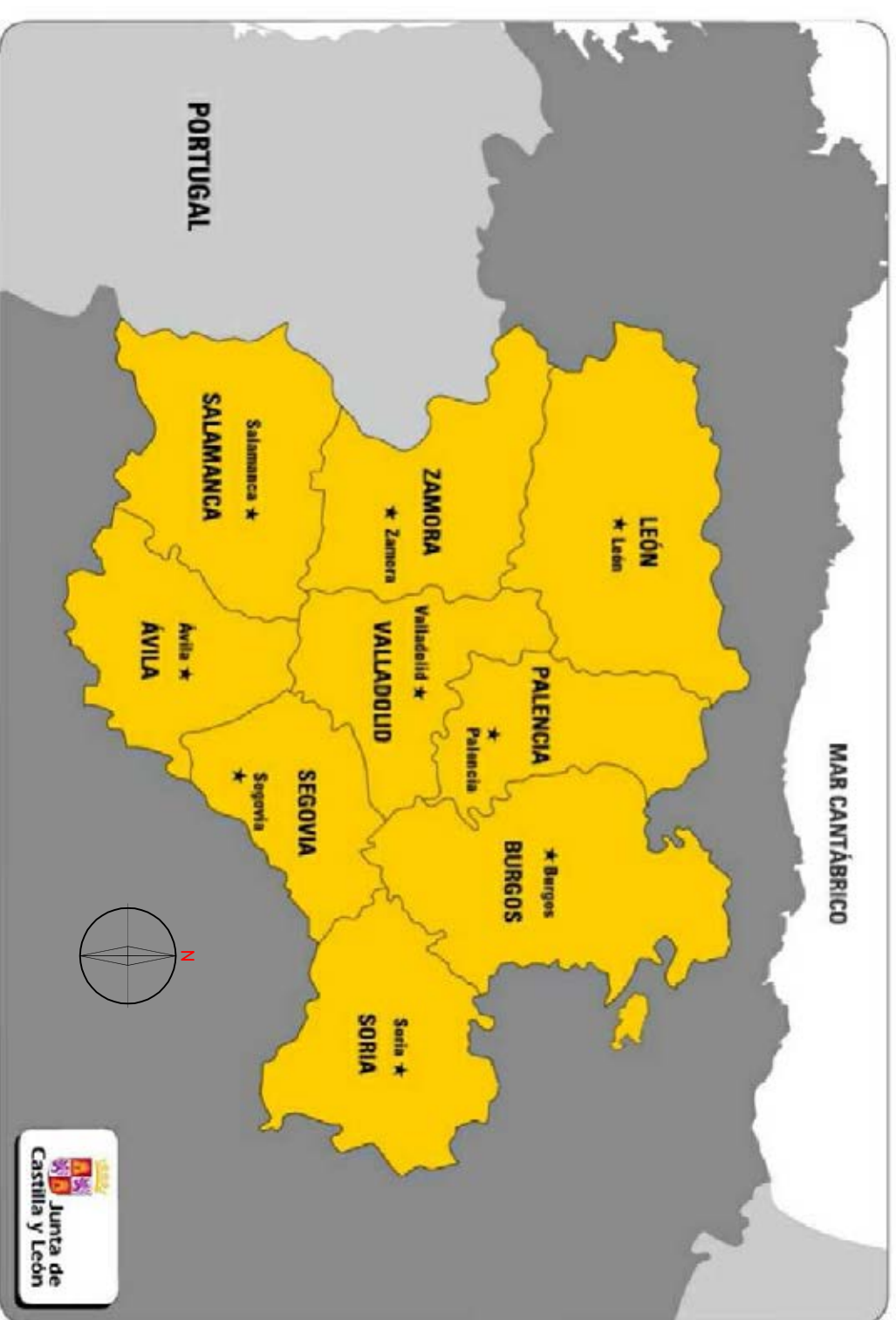
Mes SEPTIEMBRE de 2015

DOCUMENTO 2

PLANOS

ÍNDICE PLANOS

PLANO	Nº
Localización	1
Emplazamiento	2
Replanteo	3
Cimentación y muros, planta	4
Cimentación y muros, detalles	5
Estructura metálica y pórticos	6
Estructura metálica. detalles	7
Planta, cotas y superficie	8
Estructura metálica , entramado cubierta	9
Planta de cubierta	10
Sección constructiva	11
Detalles constructivos	12
Alzados	13





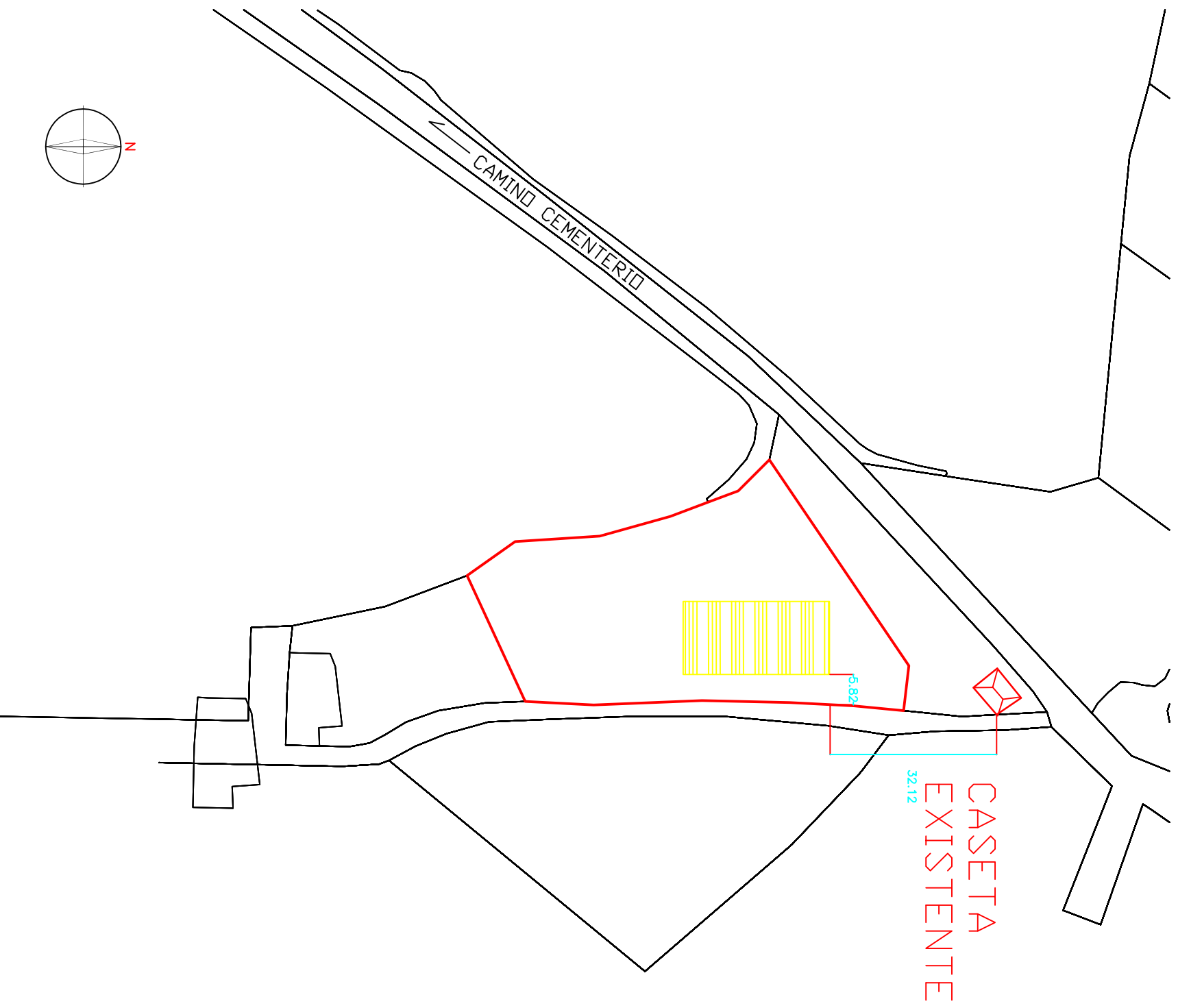
		ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIERIAS AGRARIAS DE PALENCIA	
PROYECTO		PROYECTO DE ALMACÉN AGRÍCOLA PARA PLAN DE MEJORA DE EXPLOTACIÓN AGRÍCOLA DE 190 HAS DE SECANO/REGADÍO, EN OSORNO (PALENCIA)	
SITUACION	OSORNO (PALENCIA)	FECHA	SEPTIEMBRE 2015
Nº	1	PLANO	SITUACIÓN
AUTOR:	El alumno de grado en Ing. Agrícola y del medio Rural.	PROMOTOR:	MARIANO RUBIO FERNANDEZ
MANUEL TERÁN GONZÁLEZ			
		ESCALA	1/11000



ESCALA 1/5.000





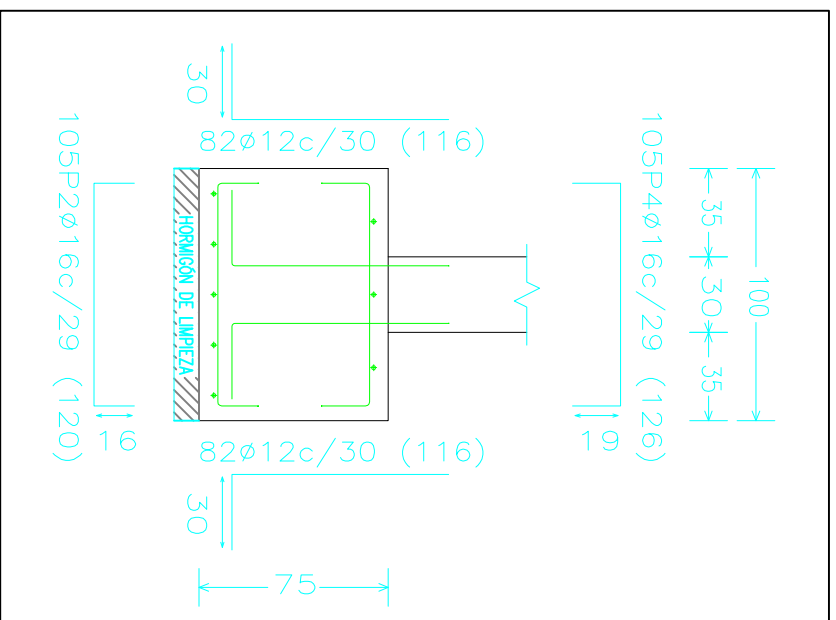
 		ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIERIAS AGRARIAS DE PALENCIA	
PROYECTO	PROYECTO DE ALMACÉN AGRÍCOLA PARA PLAN DE MEJORA DE EXPLOTACIÓN AGRÍCOLA DE 190 HAS DE SECANO/REGADÍO, EN OSORNO (PALENCIA)		
SITUACION	OSORNO (PALENCIA)	FECHA	SEPTIEMBRE 2015
Nº	2	EMPLAZAMIENTO	ESCALA
AUTOR:	El alumno de grado en Ing. Agrícola y del medio Rural.	PROMOTOR:	MARIANO RUBIO FERNANDEZ
MANUEL TERÁN GONZÁLEZ		MARIANO RUBIO FERNANDEZ	



ESCALA 1/1.000

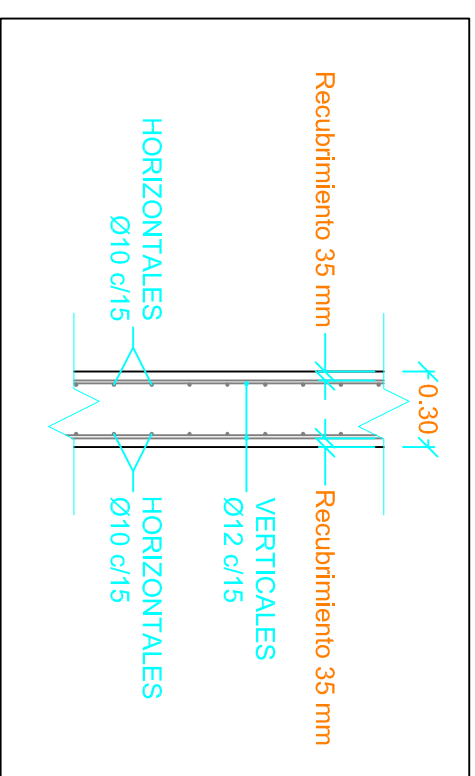


 		ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIERIAS AGRARIAS DE PALENCIA	
PROYECTO		PROYECTO DE ALMACÉN AGRÍCOLA PARA PLAN DE MEJORA DE EXPLOTACIÓN AGRÍCOLA DE 190 HAS DE SECANO/REGADÍO, EN OSORNO (PALENCIA)	
SITUACION		OSORNO (PALENCIA)	
Nº		3	
PLANO		REPLANTEO	
FECHA		SEPTIEMBRE 2015	
ESCALA		1/11000	
AUTOR: El alumno de grado en Ing. Agrícola y del medio Rural.		PROMOTOR:	
MANUEL TERÁN GONZÁLEZ		MARIANO RUBIO FERNANDEZ	



DETALLE DE CIMENTACIÓN

MATERIALES, COEFICIENTE DE SEGURIDAD	
Hormigón de limpieza	HM-20/P/20/I
Hormigón armado	HA-25/P/40/IIa
Acero	B 500 S
Recubrimiento	35 mm
Minoración de hormigón	1.50
Minoración de acero	1.15
Mayoración de cargas	1.50
Nivel de control de ejecución	Normal



DETALLE DE MURO

TODAS LAS LONGITUDES DE ANCLAJE NO ESPECIFICADAS SEGUIRÁN LA EHE-08

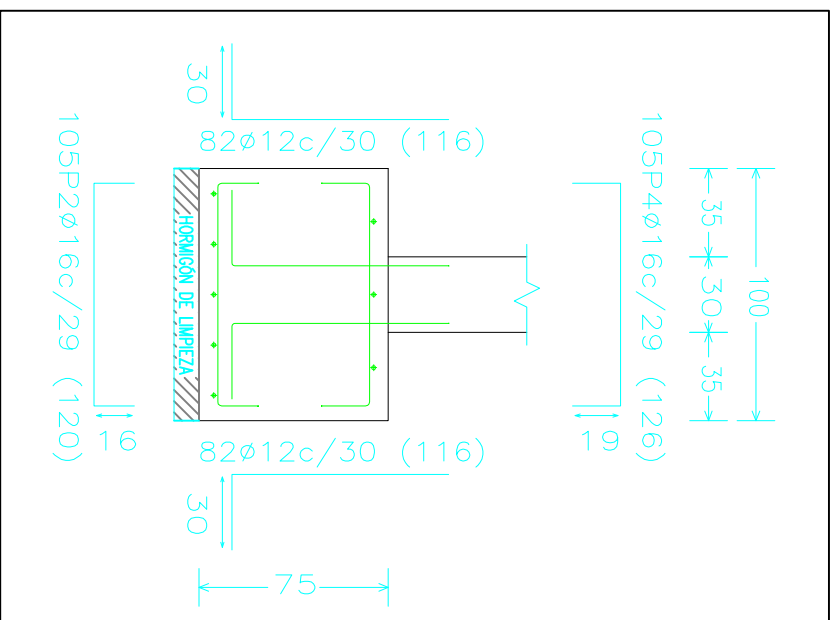
NOTAS:

- * COTA SUPERIOR MURO +4.00
- * COTA TERMINACIÓN SUELO ±0.00
- * COTA CIMENTACIÓN -0.30

NOTA:

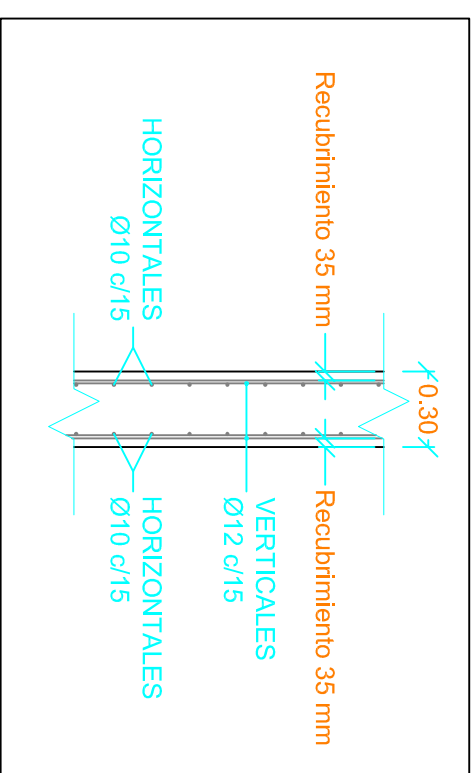
**EL ACERO LAMINADO SERÁ DE UN LÍMITE ELÁSTICO DE 2.750 kg/cm² CALIDAD S-275 JR
EL ACERO CONFORMADO SERÁ DE UN LÍMITE ELÁSTICO DE 2.750 kg/cm² CALIDAD S-275 JR**

		ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIERIAS AGRARIAS DE PALENCIA	
PROYECTO	PROYECTO DE ALMACÉN AGRÍCOLA PARA PLAN DE MEJORA DE EXPLOTACIÓN AGRÍCOLA DE 190 HAS DE SECANO/REGADÍO, EN OSORNO (PALENCIA)		
SITUACION	OSORNO (PALENCIA)	FECHA	SEPTIEMBRE 2015
Nº	5	PLANO	CIMENTACIÓN Y MUROS.DETALES
AUTOR:	El alumno de grado en Ing. Agrícola y del medio Rural.	PROMOTOR:	
	MANUEL TERÁN GONZÁLEZ		MARIANO RUBIO FERNANDEZ
		ESCALA	S/E



DETALLE DE CIMENTACIÓN

MATERIALES, COEFICIENTE DE SEGURIDAD	
Hormigón de limpieza	HM-20/P/20/I
Hormigón armado	HA-25/P/40/IIa
Acero	B 500 S
Recubrimiento	35 mm
Minoración de hormigón	1.50
Minoración de acero	1.15
Mayoración de cargas	1.50
Nivel de control de ejecución	Normal



DETALLE DE MURO

**TODAS LAS LONGITUDES DE ANCLAJE
NO ESPECIFICADAS SEGUIRÁN LA EHE-08**

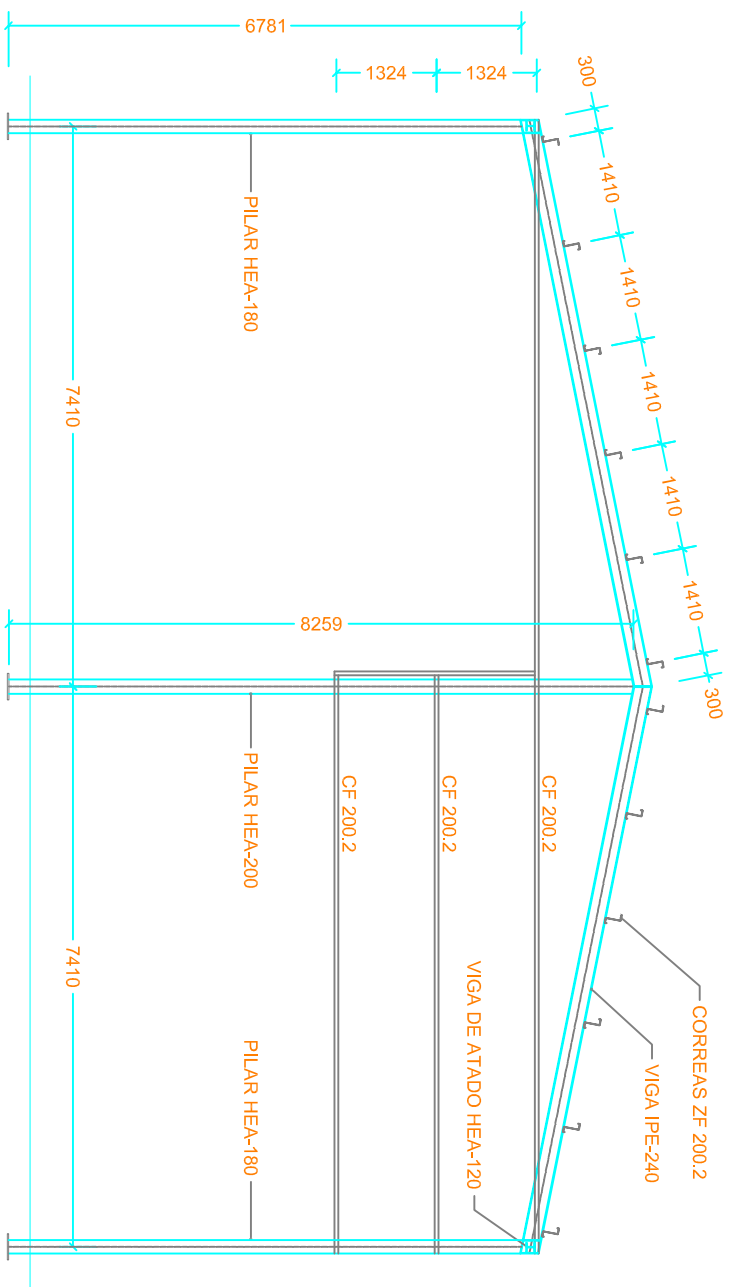
NOTAS:

- * COTA SUPERIOR MURO +4.00
- * COTA TERMINACIÓN SUELO ±0.00
- * COTA CIMENTACIÓN -0.30

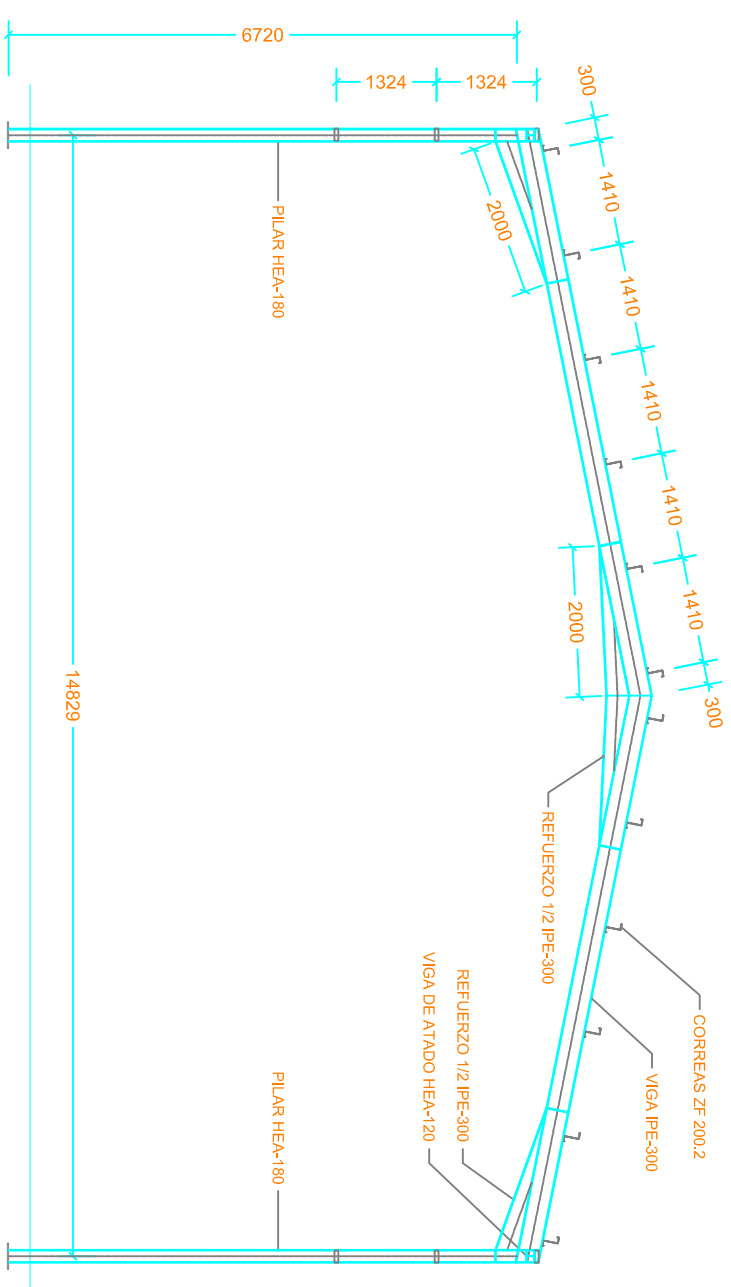
NOTA:

EL ACERO LAMINADO SERÁ DE UN LÍMITE ELÁSTICO DE 2.750 kg/cm² CALIDAD S-275 JR
EL ACERO CONFORMADO SERÁ DE UN LÍMITE ELÁSTICO DE 2.750 kg/cm² CALIDAD S-275 JR

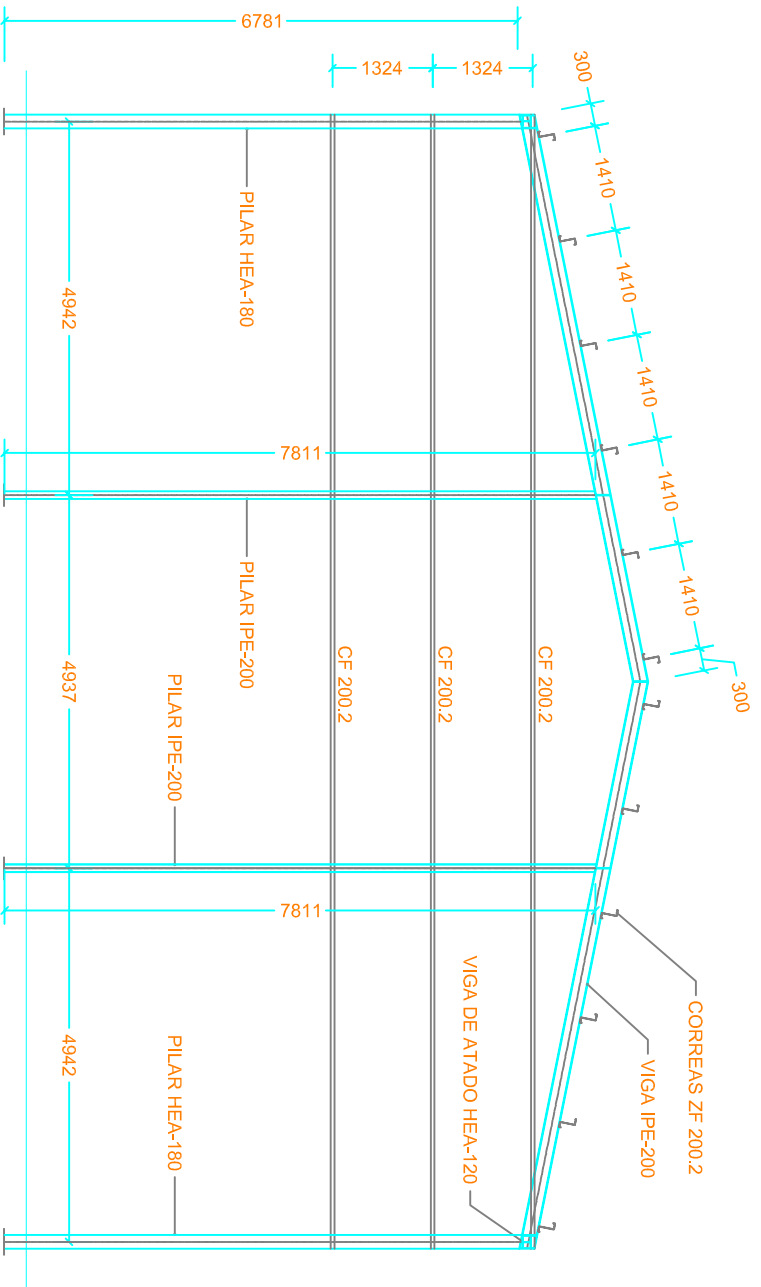
		ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERIAS AGRARIAS DE PALENCIA	
PROYECTO	PROYECTO DE ALMACÉN AGRÍCOLA PARA PLAN DE MEJORA DE EXPLOTACIÓN AGRÍCOLA DE 190 HAS DE SECANO/REGADÍO, EN OSORNO (PALENCIA)		
SITUACION	OSORNO (PALENCIA)	FECHA	SEPTIEMBRE 2015
Nº	5	PLANO	CIMENTACIÓN Y MUROS.DETALES
AUTOR:	El alumno de grado en Ing. Agrícola y del medio Rural.		PROMOTOR:
MANUEL TERÁN GONZÁLEZ		MARIANO RUBIO FERNANDEZ	
		ESCALA	S/E



PÓRTICO TIPO 1 (1 unidad)

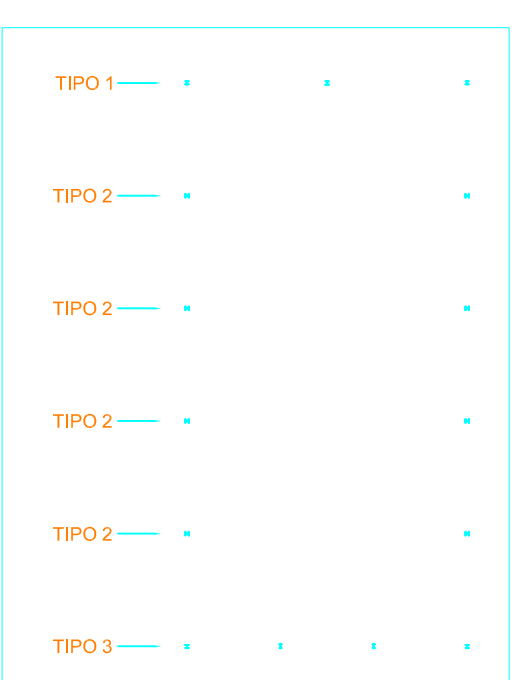


PÓRTICO TIPO 2 (4 unidades)



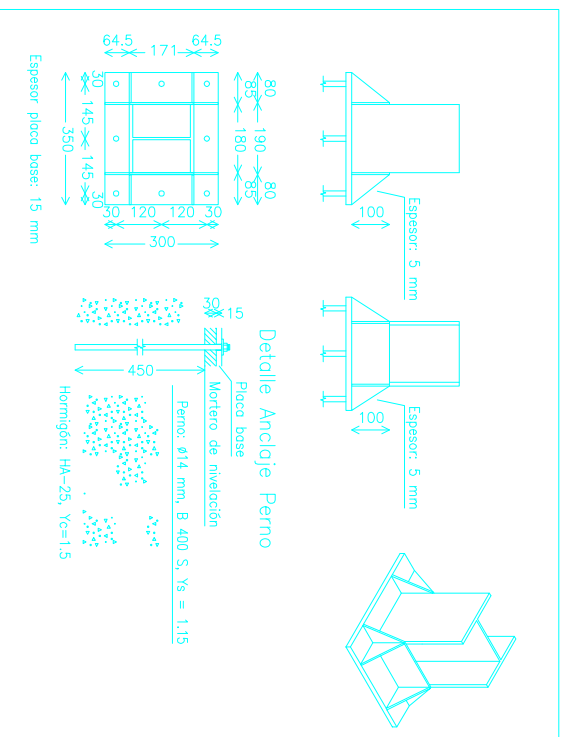
PÓRTICO TIPO 3 (1 unidad)

NOTA:
EL ACERO LAMINADO SERÁ DE UN LÍMITE ELÁSTICO DE 2.750 kg/cm² CALIDAD S-275 JR
EL ACERO CONFORMADO SERÁ DE UN LÍMITE ELÁSTICO DE 2.750 kg/cm² CALIDAD S-275 JR

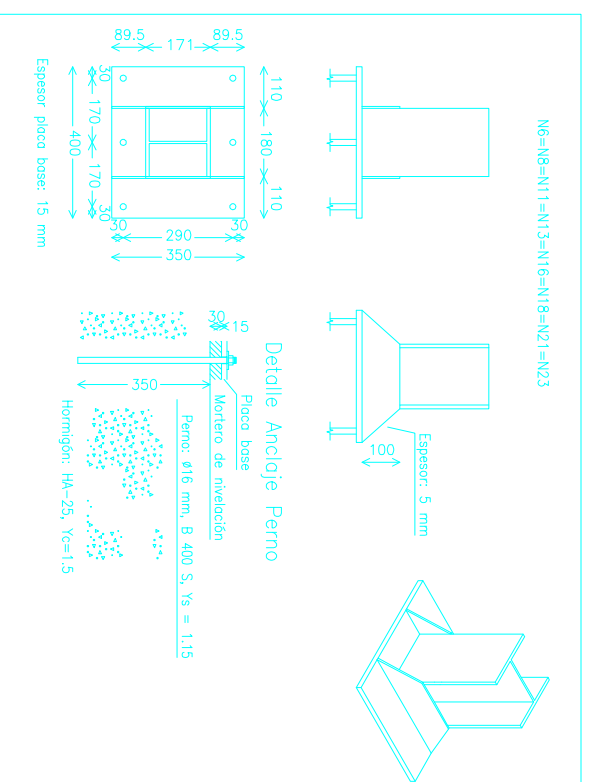


PLANTA GUÍA

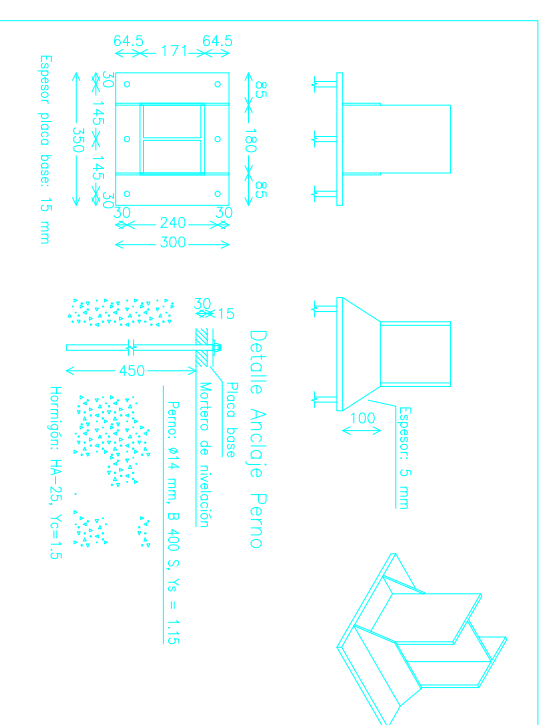
		ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIERIAS AGRARIAS DE PALENCIA	
PROYECTO	PROYECTO DE ALMACÉN AGRÍCOLA, PARA PLAN DE MEJORA DE EXPLOTACIÓN AGRÍCOLA DE 190 HAS DE SECANO/REGADÍO, EN OSORNO (PALENCIA)		
SITUACION	OSORNO (PALENCIA)	FECHA	SEPTIEMBRE 2015
Nº	6	PLANO	ESTRUCTURA METALICA Y PÓRTICOS
ESCALA	1/100	PROMOTOR:	MARIANO RUBIO FERNANDEZ
AUTOR:	El alumno de grado en Ing. Agrícola y del medio Rural.		MANUEL TERÁN GONZÁLEZ



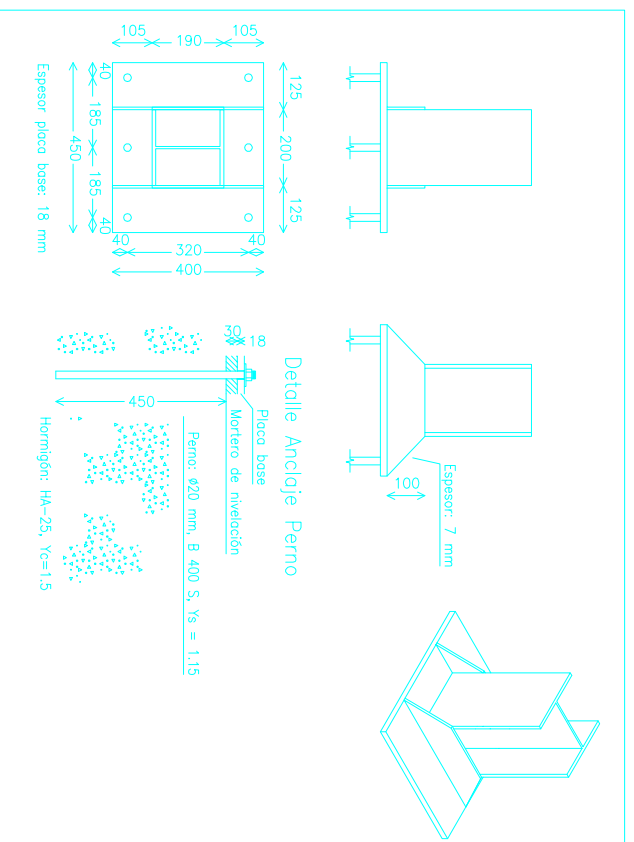
PLACA DE ANCLAJE PARA HEA-180 EN PORTICO T-1



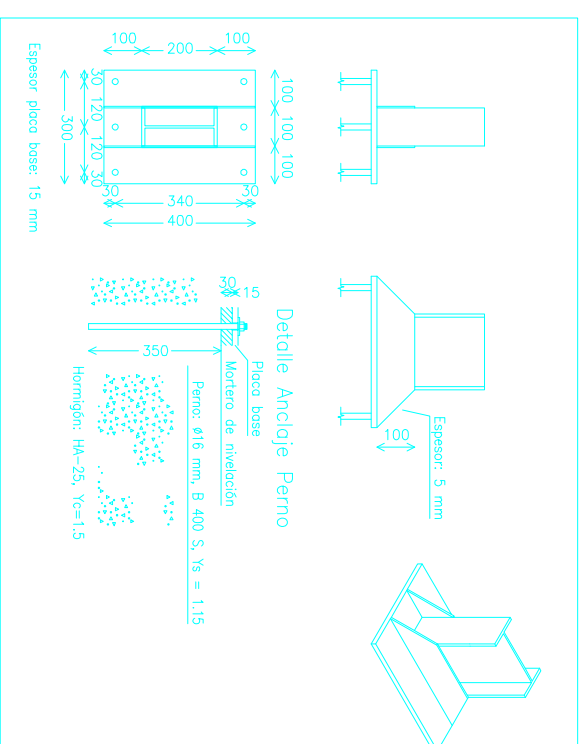
PLACA DE ANCLAJE PARA HEA-180 EN PORTICOS T-2



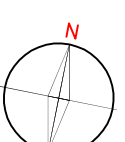
PLACA DE ANCLAJE PARA HEA-180 EN PORTICO T-3



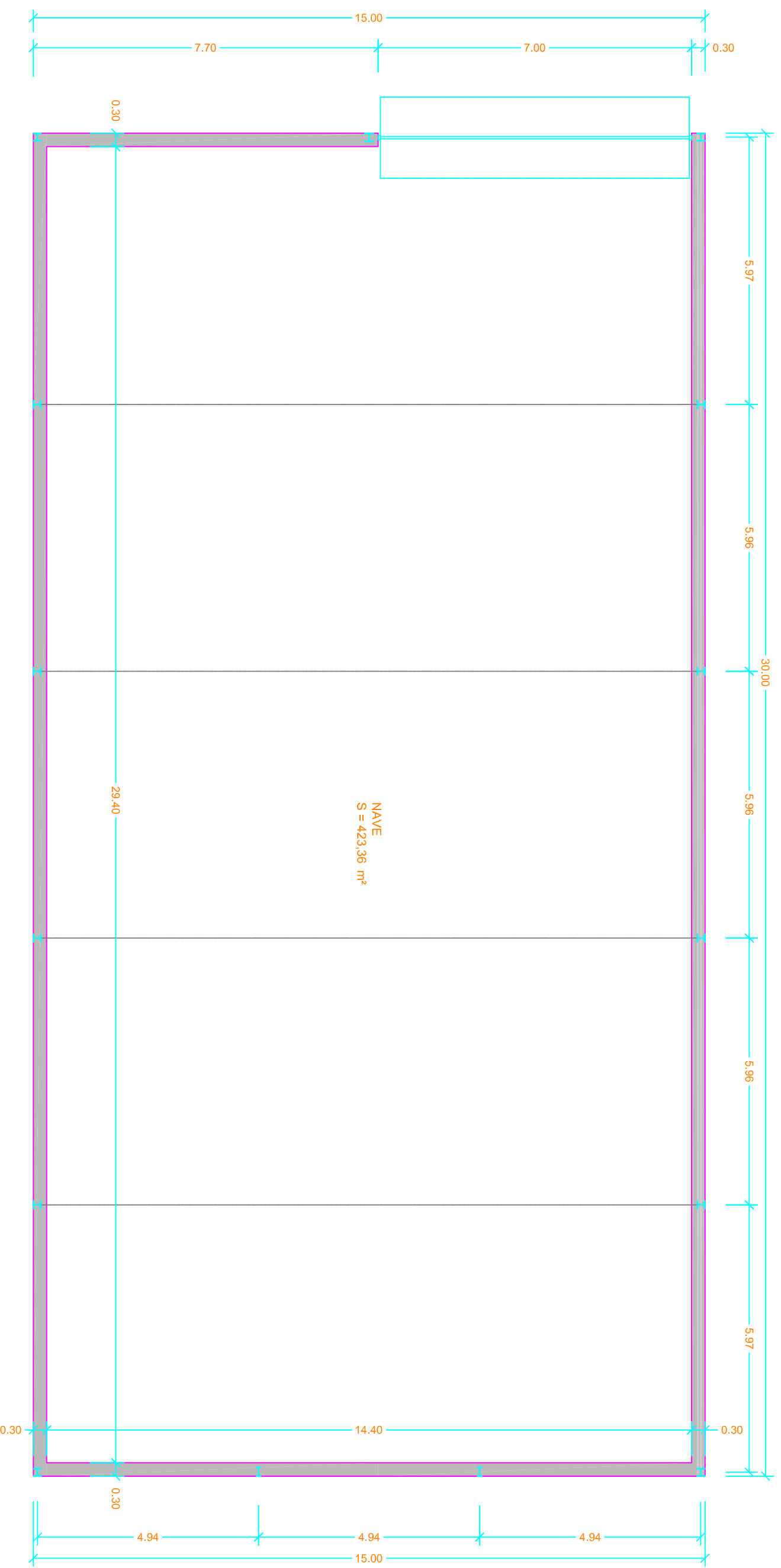
PLACA DE ANCLAJE PARA HEA-200



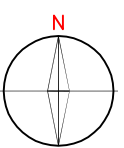
PLACA DE ANCLAJE PARA IPE-200



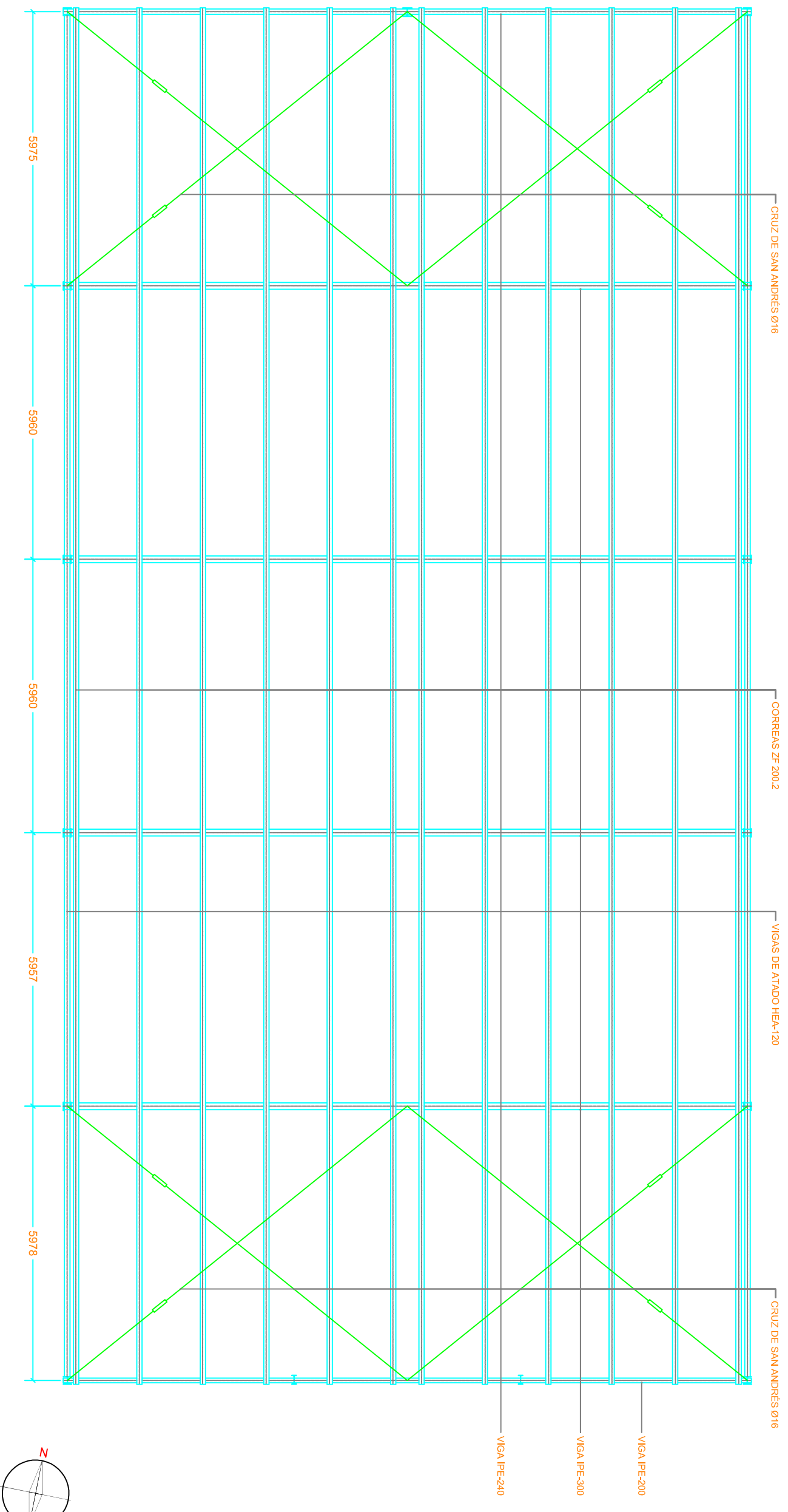
 		ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIERIAS AGRIARIAS DE PALENCIA	
PROYECTO		PROYECTO DE ALMACÉN AGRÍCOLA PARA PLAN DE MEJORA DE EXPLOTACIÓN AGRÍCOLA DE 190 HAS DE SECANO/REGADÍO, EN OSORNO (PALENCIA)	
SITUACION		OSORNO (PALENCIA)	
Nº 7		PLANO ESTRUCTURA METALICA DETALLES	
AUTOR: El alumno de grado en Ing. Agrícola y del medio Rural. MANUEL TERÁN GONZÁLEZ		PROMOTOR: MARIANO RUBIO FERNANDEZ	
		FECHA AGOSTO 2015	ESCALA S/E



CUADRO DE SUPERFICIES	
Nave	423,36 m ²
Total superficie útil	423,36 m ²
Total superficie construida	450,00 m ²



 		ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIERIAS AGRARIAS DE PALENCIA	
PROYECTO		PROYECTO DE ALMACÉN AGRÍCOLA, PARA PLAN DE MEJORA DE EXPLOTACIÓN AGRÍCOLA DE 190 HAS DE SECANO/REGADÍO, EN OSORNO (PALENCIA)	
SITUACION		OSORNO (PALENCIA)	
Nº 8	PLANO PLANTA, COTAS Y SUPERFICIE	FECHA SEPTIEMBRE 2015	ESCALA 1/100
AUTOR: El alumno de grado en Ing. Agrícola y del medio Rural. MANUEL TERÁN GONZÁLEZ		PROMOTOR: MARIANO RUBIO FERNANDEZ	



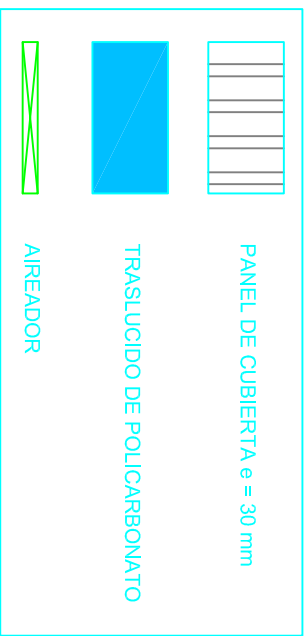
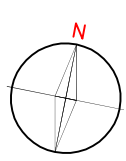
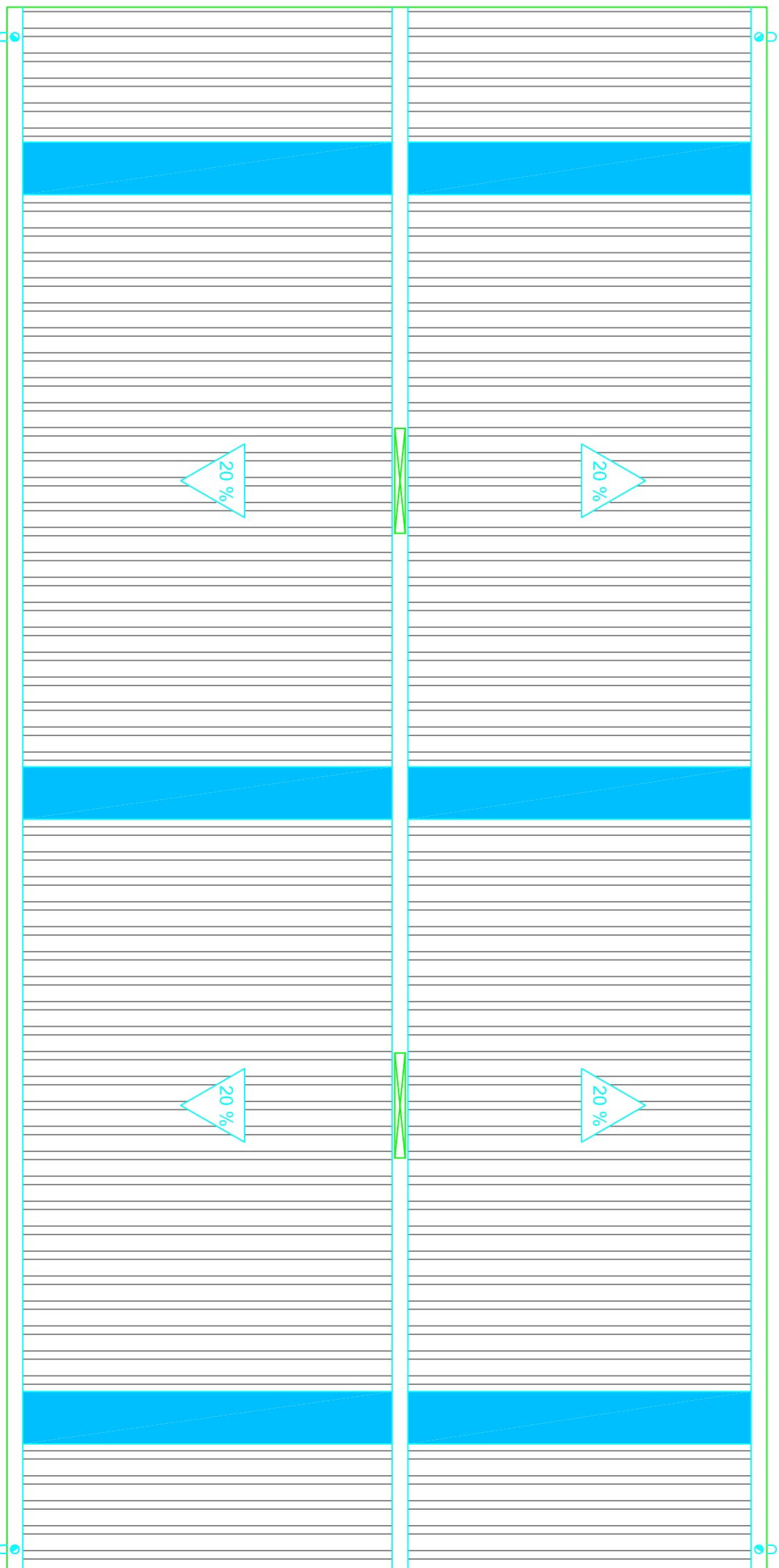
**ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIERIAS
AGRARIAS DE PALENCIA**

PROYECTO PROYECTO DE ALMACÉN AGRÍCOLA PARA PLAN DE MEJORA DE EXPLOTACIÓN AGRÍCOLA DE 190 HAS DE SECANO/REGADÍO, EN OSORNO (PALENCIA)

SITUACION OSORNO (PALENCIA) **FECHA** SEPTIEMBRE 2015

Nº 9 **PLANO** ESTRUCTURA METÁLICA.ENTRAMADO CUBIERTA **ESCALA** 1/100

AUTOR: El alumno de grado en Ing. Agrícola y del medio Rural. **PROMOTOR:** MANUEL TERÁN GONZÁLEZ MARIANO RUBIO FERNANDEZ



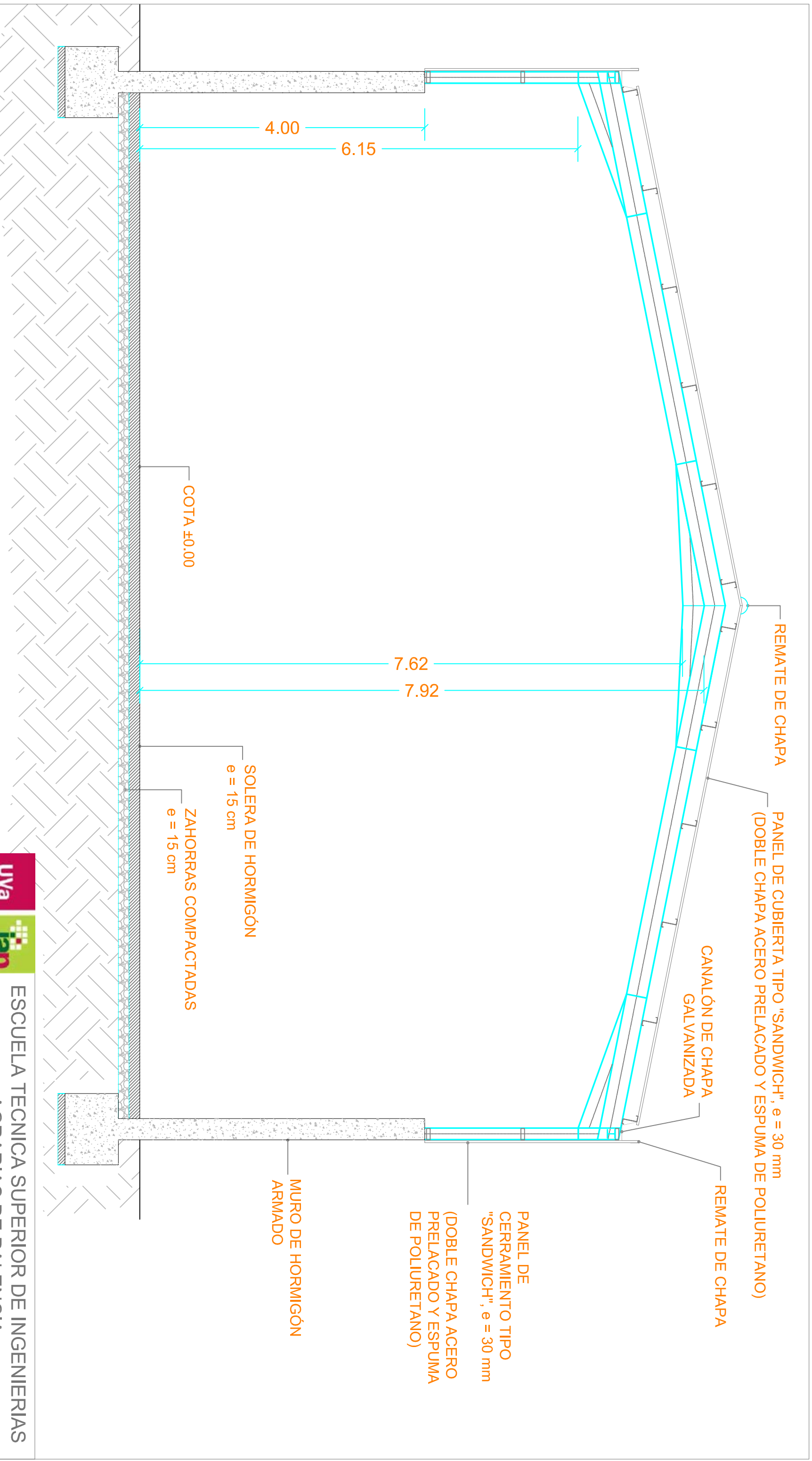
**ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIERIAS
AGRARIAS DE PALENCIA**

PROYECTO PROYECTO DE ALMACÉN AGRÍCOLA PARA PLAN DE MEJORA DE EXPLOTACIÓN AGRÍCOLA DE 190 HAS DE SECANO/REGADÍO, EN OSORNO (PALENCIA)

SITUACION OSORNO (PALENCIA) **FECHA** SEPTIEMBRE 2015

Nº 10 **PLANO** PLANTA CUBIERTA **ESCALA** 1/100

AUTOR: El alumno de grado en Ing. Agrícola y del medio Rural.
MANUEL TERÁN GONZÁLEZ **PROMOTOR:** MARIANO RUBIO FERNANDEZ



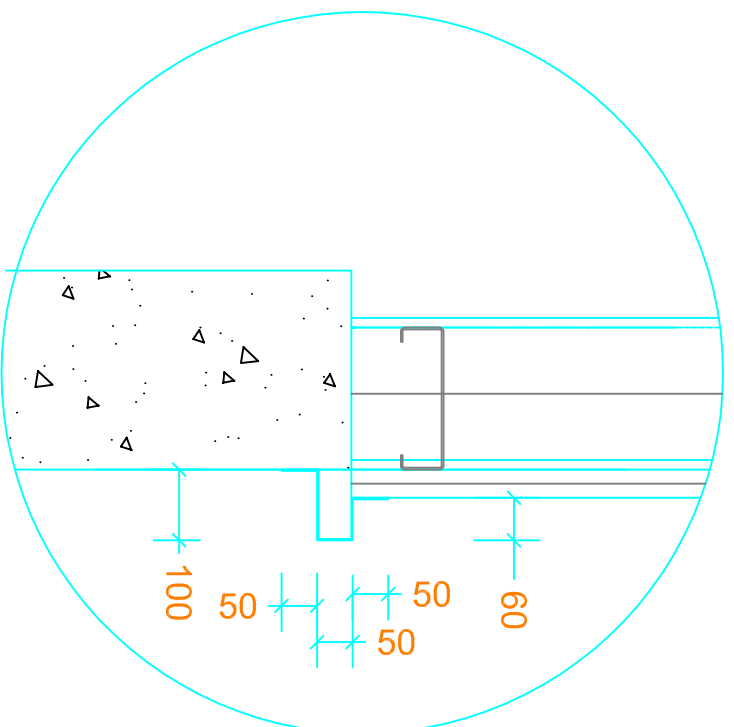
ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIERIAS AGRARIAS DE PALENCIA

PROYECTO PROYECTO DE ALMACÉN AGRÍCOLA, PARA PLAN DE MEJORA DE EXPLOTACIÓN AGRÍCOLA DE 190 HAS DE SECANO/REGADÍO, EN OSORNO (PALENCIA)

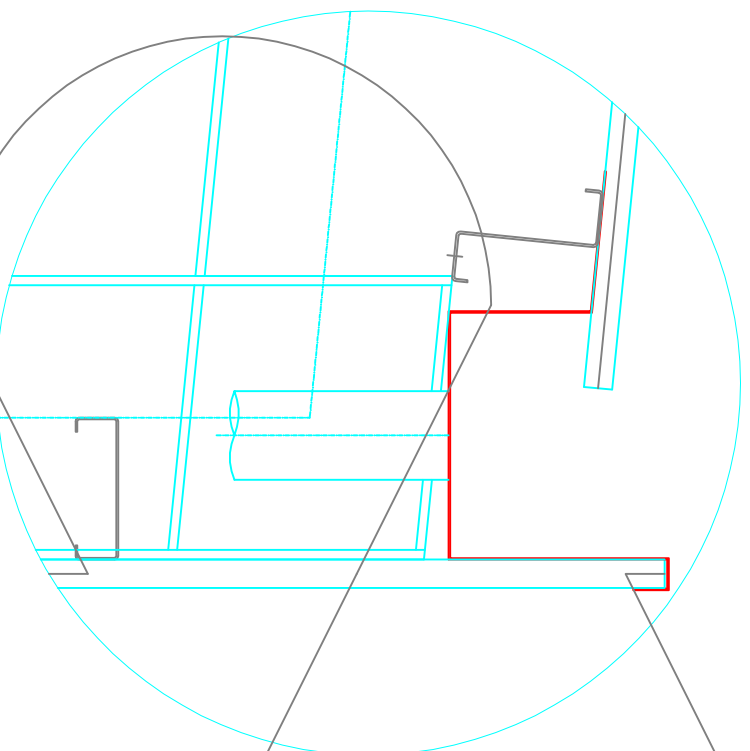
SITUACION OSORNO (PALENCIA) **FECHA** SEPTIEMBRE 2015

Nº 11 **PLANO** SECCIÓN CONSTRUCTIVA **ESCALA** 1/50

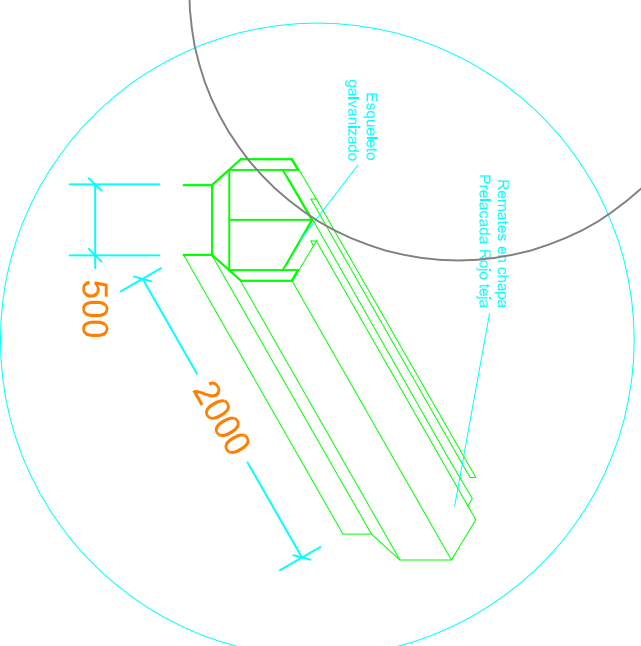
AUTOR: El alumno de grado en Ing. Agrícola y del medio Rural. **PROMOTOR:** MANUEL TERÁN GONZÁLEZ MARIANO RUBIO FERNANDEZ



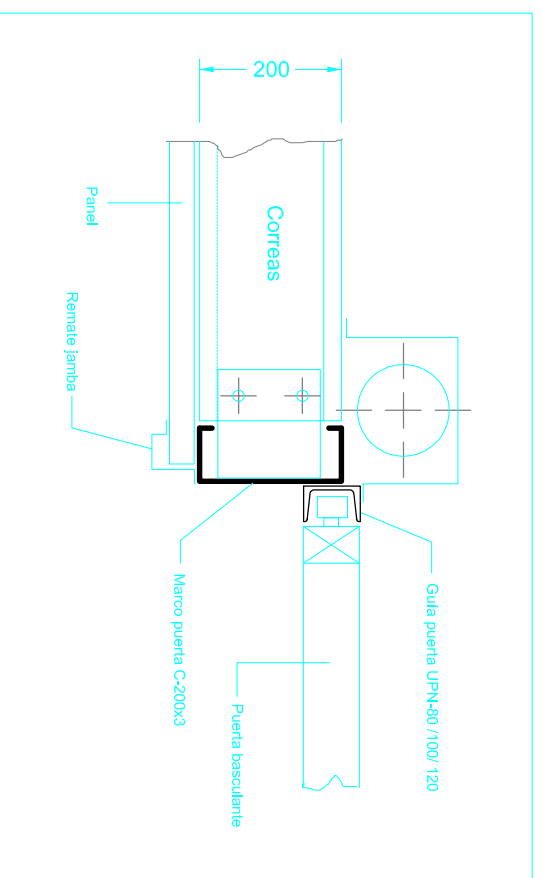
DETALLE ENCUENTRO PANEL CON MURO
Escala 1/20



DETALLE DE CANALÓN GALVANIZADO
Escala 1/10

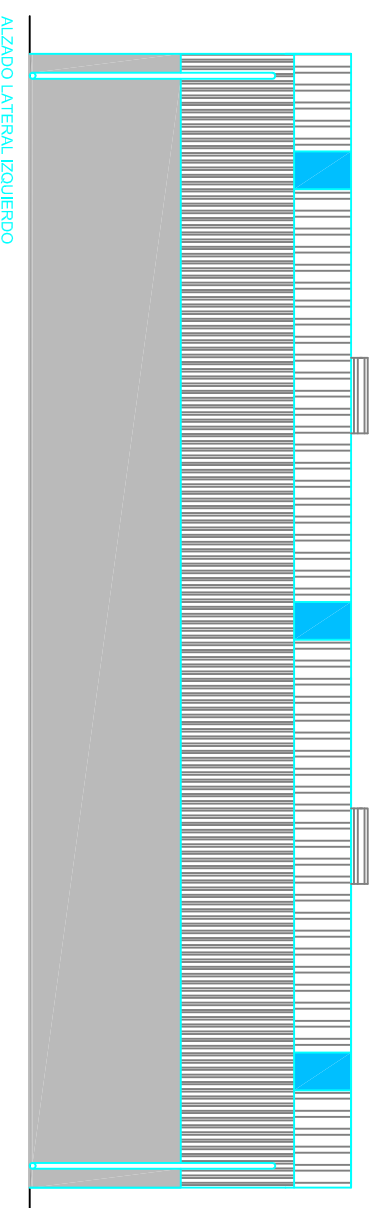
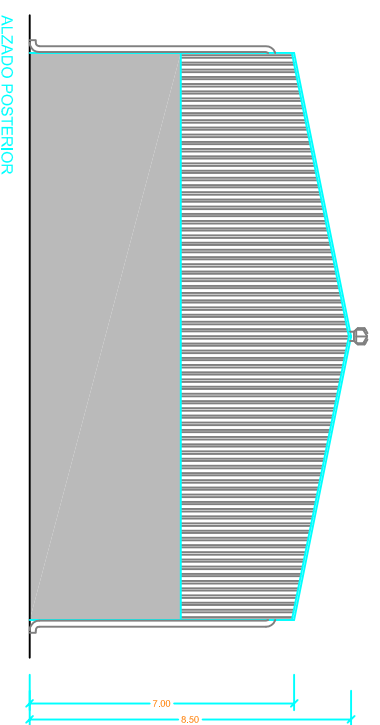
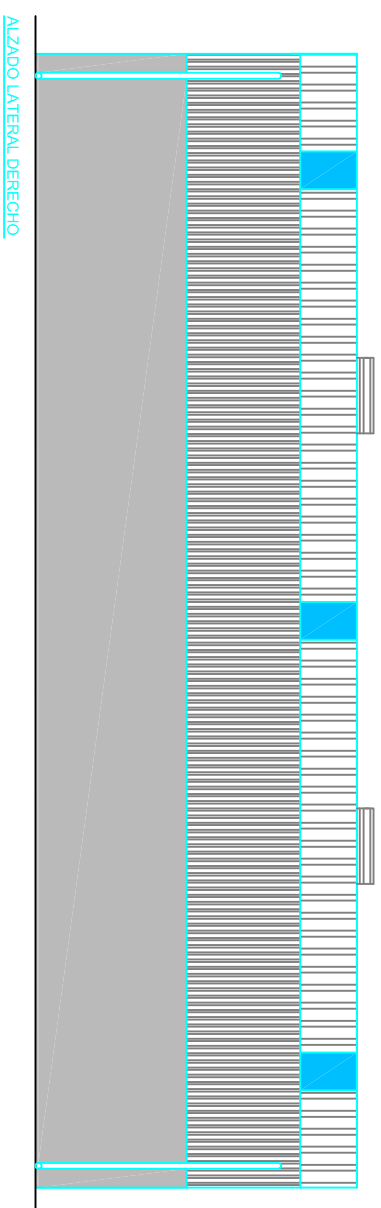
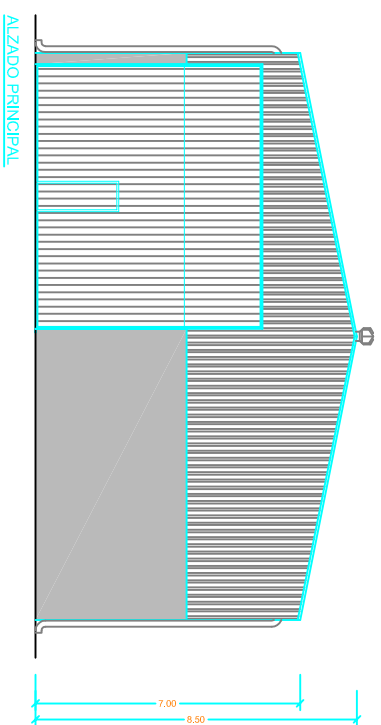


DETALLE DE AIREADOR
S/E



DETALLE DE PUERTA BASCULANTE
Escala 1/10

 		ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIERIAS AGRARIAS DE PALENCIA	
PROYECTO	PROYECTO DE ALMACÉN AGRÍCOLA, PARA PLAN DE MEJORA DE EXPLOTACIÓN AGRÍCOLA DE 190 HAS DE SECANO/REGADÍO, EN OSORNO (PALENCIA)		
SITUACION	OSORNO (PALENCIA)	FECHA	SEPTIEMBRE 2015
Nº	12	PLANO	DETALLES CONSTRUCTIVOS
ESCALA	S/E	AUTOR:	El alumno de grado en Ing. Agrícola y del medio Rural. MANUEL TERÁN GONZÁLEZ
PROMOTOR:	MARIANO RUBIO FERNANDEZ		



		ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIERIAS AGRARIAS DE PALENCIA	
PROYECTO	PROYECTO DE ALMACÉN AGRÍCOLA PARA PLAN DE MEJORA DE EXPLOTACIÓN AGRÍCOLA DE 190 HAS DE SECANO/REGADÍO, EN OSORNO (PALENCIA)		
SITUACION	OSORNO (PALENCIA)		FECHA SEPTIEMBRE 2015
Nº 13	PLANO	EMPLAZAMIENTO	ESCALA 1/200
AUTOR: El alumno de grado en Ing. Agrícola y del medio Rural. MANUEL TERÁN GONZÁLEZ		PROMOTOR: MARIANO RUBIO FERNANDEZ	



Universidad de Valladolid
Campus de Palencia



**Escuela Técnica Superior
de Ingenierías Agrarias Palencia**

Titulación:
GRADO EN INGENIERÍA AGRÍCOLA Y DEL MEDIO RURAL

***PROYECTO DE ALMACÉN AGRÍCOLA PARA PLAN DE
MEJORA DE EXPLOTACIÓN AGRÍCOLA, DE 190 HA DE
SECANO/REGADÍO, EN OSORNO (PALENCIA).***

DOCUMENTO 3-PLIEGO DE CONDICIONES

Alumno/a: MANUEL TERÁN GONZÁLEZ

Tutor/a: ENRIQUE RELEA GANGAS

Cotutor/a:

Mes SEPTIEMBRE de 2015

DOCUMENTO 3

PLIEGO DE CONDICIONES

INDICE DEL PLIEGO DE CONDICIONES

1.- PLIEGO DE CLÁUSULAS ADMINISTRATIVAS.....	2
1.1.- Disposiciones Generales	2
1.1.1.- Disposiciones de carácter general.....	2
1.1.2.- Disposiciones relativas a trabajos, materiales y medios auxiliares	5
1.1.3.- Disposiciones de las recepciones de edificios y obras anejas	8
1.2.- Disposiciones Facultativas.....	9
1.2.1.- Definición y atribuciones de los agentes de la edificación	9
1.2.2.- Agentes que intervienen en la obra según Ley 38/99 (L.O.E.)	11
1.2.3.- Agentes en materia de seguridad y salud según R.D. 1627/97	11
1.2.4.- La Dirección Facultativa.....	11
1.2.5.- Visitas facultativas	11
1.2.6.- Obligaciones de los agentes intervinientes	11
1.2.7.- Documentación final de obra: Libro del Edificio	18
1.3.- Disposiciones Económicas.....	18
1.3.1.- Definición	18
1.3.2.- Contrato de obra	18
1.3.3.- Criterio General	19
1.3.4.- Fianzas	19
1.3.5.- De los precios	19
1.3.6.- Obras por administración.....	21
1.3.7.- Valoración y abono de los trabajos	22
1.3.8.- Indemnizaciones Mutuas	23
1.3.9.- Varios.....	23
1.3.10.- Retenciones en concepto de garantía	24
1.3.11.- Plazos de ejecución: Planning de obra	24
1.3.12.- Liquidación económica de las obras.....	24
1.3.13.- Liquidación final de la obra	25
2.- PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARTICULARES	25
2.1.- Prescripciones sobre los materiales	25
2.2.- Prescripciones en cuanto a la Ejecución por Unidad de Obra.....	26
2.2.1.- Acondicionamiento del terreno	29
2.2.2.- Cimentaciones	32
2.2.3.- Estructuras.....	35
2.2.4.- Fachadas.....	36
2.2.5.- Instalaciones.....	37
2.2.6.- Cubiertas	40
2.2.7.- Revestimientos	40

1.- PLIEGO DE CLÁUSULAS ADMINISTRATIVAS

1.1.- Disposiciones Generales

1.1.1.- Disposiciones de carácter general

1.1.1.1.- Objeto del Pliego de Condiciones

La finalidad de este Pliego es la de fijar los criterios de la relación que se establece entre los agentes que intervienen en las obras definidas en el presente proyecto y servir de base para la realización del contrato de obra entre el Promotor y el Contratista.

1.1.1.2.- Contrato de obra

Se recomienda la contratación de la ejecución de las obras por unidades de obra, con arreglo a los documentos del proyecto y en cifras fijas. A tal fin, el Director de Obra ofrece la documentación necesaria para la realización del contrato de obra.

1.1.1.3.- Documentación del contrato de obra

Integran el contrato de obra los siguientes documentos, relacionados por orden de prelación atendiendo al valor de sus especificaciones, en el caso de posibles interpretaciones, omisiones o contradicciones:

Las condiciones fijadas en el contrato de obra. El presente Pliego de Condiciones.

La documentación gráfica y escrita del Proyecto: planos generales y de detalle, memorias, anejos, mediciones y presupuestos.

En el caso de interpretación, prevalecen las especificaciones literales sobre las gráficas y las cotas sobre las medidas a escala tomadas de los planos.

1.1.1.4.- Proyecto Arquitectónico

El Proyecto Arquitectónico es el conjunto de documentos que definen y determinan las exigencias técnicas, funcionales y estéticas de las obras contempladas en el artículo 2 de la Ley de Ordenación de la Edificación. En él se justificará técnicamente las soluciones propuestas de acuerdo con las especificaciones requeridas por la normativa técnica aplicable.

Cuando el proyecto se desarrolle o complete mediante proyectos parciales u otros documentos técnicos sobre tecnologías específicas o instalaciones del edificio, se mantendrá entre todos ellos la necesaria coordinación, sin que se produzca una duplicidad en la documentación ni en los honorarios a percibir por los autores de los distintos trabajos indicados.

Los documentos complementarios al Proyecto serán:

Todos los planos o documentos de obra que, a lo largo de la misma, vaya suministrando la Dirección de Obra como interpretación, complemento o precisión.

El Libro de Órdenes y Asistencias.

El Programa de Control de Calidad de Edificación y su Libro de Control.

El Estudio de Seguridad y Salud o Estudio Básico de Seguridad y Salud en las obras. El Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo, elaborado por cada Contratista.

Licencias y otras autorizaciones administrativas.

1.1.1.5.- Reglamentación urbanística

La obra a construir se ajustará a todas las limitaciones del proyecto aprobado por los

organismos competentes, especialmente las que se refieren al volumen, alturas, emplazamiento y ocupación del solar, así como a todas las condiciones de reforma del proyecto que pueda exigir la Administración para ajustarlo a las Ordenanzas, a las Normas y al Planeamiento Vigente.

1.1.1.6.- Formalización del Contrato de Obra

Los Contratos se formalizarán, en general, mediante documento privado, que podrá elevarse a escritura pública a petición de cualquiera de las partes.

El cuerpo de estos documentos contendrá: La comunicación de la adjudicación.

La copia del recibo de depósito de la fianza (en caso de que se haya exigido).

La cláusula en la que se exprese, de forma categórica, que el Contratista se obliga al cumplimiento estricto del contrato de obra, conforme a lo previsto en este Pliego de Condiciones, junto con la Memoria y sus Anejos, el Estado de Mediciones, Presupuestos, Planos y todos los documentos que han de servir de base para la realización de las obras definidas en el presente Proyecto.

El Contratista, antes de la formalización del contrato de obra, dará también su conformidad con la firma al pie del Pliego de Condiciones, los Planos, Cuadro de Precios y Presupuesto General.

Serán a cuenta del adjudicatario todos los gastos que ocasione la extensión del documento en que se consigne el Contratista.

1.1.1.7.- Jurisdicción competente

En el caso de no llegar a un acuerdo cuando surjan diferencias entre las partes, ambas quedan obligadas a someter la discusión de todas las cuestiones derivadas de su contrato a las Autoridades y Tribunales Administrativos con arreglo a la legislación vigente, renunciando al derecho común y al fuero de su domicilio, siendo competente la jurisdicción donde estuviese ubicada la obra.

1.1.1.8.- Responsabilidad del Contratista

El Contratista es responsable de la ejecución de las obras en las condiciones establecidas en el contrato y en los documentos que componen el Proyecto.

En consecuencia, quedará obligado a la demolición y reconstrucción de todas las unidades de obra con deficiencias o mal ejecutadas, sin que pueda servir de excusa el hecho de que la Dirección Facultativa haya examinado y reconocido la construcción durante sus visitas de obra, ni que hayan sido abonadas en liquidaciones parciales.

1.1.1.9.- Accidentes de trabajo

Es de obligado cumplimiento el Real Decreto 1627/1997, de 24 de Octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción y demás legislación vigente que, tanto directa como indirectamente, inciden sobre la planificación de la seguridad y salud en el trabajo de la construcción, conservación y mantenimiento de edificios.

Es responsabilidad del Coordinador de Seguridad y Salud, en virtud del Real Decreto 1627/97, el control y el seguimiento, durante toda la ejecución de la obra, del Plan de Seguridad y Salud redactado por el Contratista.

1.1.1.10.- Daños y perjuicios a terceros

El Contratista será responsable de todos los accidentes que, por inexperiencia o descuido, sobrevinieran tanto en la edificación donde se efectúen las obras como en las colindantes o contiguas. Será por tanto de su cuenta el abono de las indemnizaciones a quien corresponda y cuando a ello hubiere lugar, y de todos los daños y perjuicios que puedan ocasionarse o causarse en las operaciones de la ejecución de las obras.

Asimismo, será responsable de los daños y perjuicios directos o indirectos que se puedan ocasionar frente a terceros como consecuencia de la obra, tanto en ella como en sus

alrededores, incluso los que se produzcan por omisión o negligencia del personal a su cargo, así como los que se deriven de los subcontratistas e industriales que intervengan en la obra. Es de su responsabilidad mantener vigente durante la ejecución de los trabajos una póliza de seguros frente a terceros, en la modalidad de "Todo riesgo al derribo y la construcción", suscrita por una compañía aseguradora con la suficiente solvencia para la cobertura de los trabajos contratados. Dicha póliza será aportada y ratificada por el Promotor o Propiedad, no pudiendo ser cancelada mientras no se firme el Acta de Recepción Provisional de la obra.

1.1.1.11.- Anuncios y carteles

Sin previa autorización del Promotor, no se podrán colocar en las obras ni en sus vallas más inscripciones o anuncios que los convenientes al régimen de los trabajos y los exigidos por la policía local.

1.1.1.12.- Copia de documentos

El Contratista, a su costa, tiene derecho a sacar copias de los documentos integrantes del Proyecto.

1.1.1.13.- Suministro de materiales

Se especificará en el Contrato la responsabilidad que pueda haber al Contratista por retraso en el plazo de terminación o en plazos parciales, como consecuencia de deficiencias o faltas en los suministros.

1.1.1.14.- Hallazgos

El Promotor se reserva la posesión de las antigüedades, objetos de arte o sustancias minerales utilizables que se encuentren en las excavaciones y demoliciones practicadas en sus terrenos o edificaciones. El Contratista deberá emplear, para extraerlos, todas las precauciones que se le indiquen por parte del Director de Obra.

El Promotor abonará al Contratista el exceso de obras o gastos especiales que estos trabajos ocasionen, siempre que estén debidamente justificados y aceptados por la Dirección Facultativa.

1.1.1.15.- Causas de rescisión del contrato de obra

Se considerarán causas suficientes de rescisión de contrato: La muerte o incapacitación del Contratista.

La quiebra del Contratista.

Las alteraciones del contrato por las causas siguientes:

a. La modificación del proyecto en forma tal que represente alteraciones fundamentales del mismo a juicio del Director de Obra y, en cualquier caso, siempre que la variación del Presupuesto de Ejecución Material, como consecuencia de estas modificaciones, represente una desviación mayor del 20%.

b. Las modificaciones de unidades de obra, siempre que representen variaciones en más o en menos del 40% del proyecto original, o más de un 50% de unidades de obra del proyecto reformado. La suspensión de obra comenzada, siempre que el plazo de suspensión haya excedido de un año y, en todo caso, siempre que por causas ajenas al Contratista no se dé comienzo a la obra adjudicada dentro del plazo de tres meses a partir de la adjudicación. En este caso, la devolución de la fianza será automática.

Que el Contratista no comience los trabajos dentro del plazo señalado en el contrato.

El incumplimiento de las condiciones del Contrato cuando implique descuido o mala fe, con perjuicio de los intereses de las obras.

El vencimiento del plazo de ejecución de la obra. El

abandono de la obra sin causas justificadas. La mala fe en la ejecución de la obra.

1.1.1.16.- Omisiones: Buena fe

Las relaciones entre el Promotor y el Contratista, reguladas por el presente Pliego de Condiciones y la documentación complementaria, presentan la prestación de un servicio al Promotor por parte del Contratista mediante la ejecución de una obra, basándose en la BUENA FE mutua de ambas partes, que pretenden beneficiarse de esta colaboración sin ningún tipo de perjuicio. Por este motivo, las relaciones entre ambas partes y las omisiones que puedan existir en este Pliego y la documentación complementaria del proyecto y de la obra, se entenderán siempre suplidas por la BUENA FE de las partes, que las subsanarán debidamente con el fin de conseguir una adecuada CALIDAD FINAL de la obra.

1.1.2.- Disposiciones relativas a trabajos, materiales y medios auxiliares

Se describen las disposiciones básicas a considerar en la ejecución de las obras, relativas a los trabajos, materiales y medios auxiliares, así como a las recepciones de los edificios objeto del presente proyecto y sus obras anejas.

1.1.2.1.- Accesos y vallados

El Contratista dispondrá, por su cuenta, los accesos a la obra, el cerramiento o el vallado de ésta y su mantenimiento durante la ejecución de la obra, pudiendo exigir el Director de Ejecución de la Obra su modificación o mejora.

1.1.2.2.- Replanteo

El Contratista iniciará "in situ" el replanteo de las obras, señalando las referencias principales que mantendrá como base de posteriores replanteos parciales. Dichos trabajos se considerarán a cargo del Contratista e incluidos en su oferta económica.

Asimismo, someterá el replanteo a la aprobación del Director de Ejecución de la Obra y, una vez éste haya dado su conformidad, preparará el Acta de Inicio y Replanteo de la Obra acompañada de un plano de replanteo definitivo, que deberá ser aprobado por el Director de Obra. Será responsabilidad del Contratista la deficiencia o la omisión de este trámite.

1.1.2.3.- Inicio de la obra y ritmo de ejecución de los trabajos

El Contratista dará comienzo a las obras en el plazo especificado en el respectivo contrato, desarrollándose de manera adecuada para que dentro de los períodos parciales señalados se realicen los trabajos, de modo que la ejecución total se lleve a cabo dentro del plazo establecido en el contrato.

Será obligación del Contratista comunicar a la Dirección Facultativa el inicio de las obras, de forma fehaciente y preferiblemente por escrito, al menos con tres días de antelación.

1.1.2.4.- Orden de los trabajos

La determinación del orden de los trabajos es, generalmente, facultad del Contratista, salvo en aquellos casos en que, por circunstancias de naturaleza técnica, se estime conveniente su variación por parte de la Dirección Facultativa.

1.1.2.5.- Facilidades para otros contratistas

De acuerdo con lo que requiera la Dirección Facultativa, el Contratista dará todas las facilidades razonables para la realización de los trabajos que le sean encomendados a los Subcontratistas u otros Contratistas que intervengan en la ejecución de la obra. Todo ello sin perjuicio de las compensaciones económicas a que haya lugar por la utilización de los medios auxiliares o los

suministros de energía u otros conceptos.

En caso de litigio, todos ellos se ajustarán a lo que resuelva la Dirección Facultativa.

1.1.2.6.- Ampliación del proyecto por causas imprevistas o de fuerza mayor

Cuando se precise ampliar el Proyecto, por motivo imprevisto o por cualquier incidencia, no se interrumpirán los trabajos, continuándose según las instrucciones de la Dirección Facultativa en tanto se formula o se tramita el Proyecto Reformado.

El Contratista está obligado a realizar, con su personal y sus medios materiales, cuanto la Dirección de Ejecución de la Obra disponga para apeos, apuntalamientos, derribos, recalces o cualquier obra de carácter urgente, anticipando de momento este servicio, cuyo importe le será consignado en un presupuesto adicional o abonado directamente, de acuerdo con lo que se convenga.

1.1.2.7.- Interpretaciones, aclaraciones y modificaciones del proyecto

El Contratista podrá requerir del Director de Obra o del Director de Ejecución de la Obra, según sus respectivos cometidos y atribuciones, las instrucciones o aclaraciones que se precisen para la correcta interpretación y ejecución de la obra proyectada.

Cuando se trate de interpretar, aclarar o modificar preceptos de los Pliegos de Condiciones o indicaciones de los planos, croquis, órdenes e instrucciones correspondientes, se comunicarán necesariamente por escrito al Contratista, estando éste a su vez obligado a devolver los originales o las copias, suscribiendo con su firma el enterado, que figurará al pie de todas las órdenes, avisos e instrucciones que reciba tanto del Director de Ejecución de la Obra, como del Director de Obra.

Cualquier reclamación que crea oportuno hacer el Contratista en contra de las disposiciones tomadas por la Dirección Facultativa, habrá de dirigirla, dentro del plazo de tres días, a quien la hubiera dictado, el cual le dará el correspondiente recibo, si éste lo solicitase.

1.1.2.8.- Prorroga por causa de fuerza mayor

Si, por causa de fuerza mayor o independientemente de la voluntad del Contratista, éste no pudiese comenzar las obras, tuviese que suspenderlas o no le fuera posible terminarlas en los plazos prefijados, se le otorgará una prórroga proporcionada para su cumplimiento, previo informe favorable del Director de Obra. Para ello, el Contratista expondrá, en escrito dirigido al Director de Obra, la causa que impide la ejecución o la marcha de los trabajos y el retraso que por ello se originaría en los plazos acordados, razonando debidamente la prórroga que por dicha causa solicita.

1.1.2.9.- Responsabilidad de la dirección facultativa en el retraso de la obra

El Contratista no podrá excusarse de no haber cumplido los plazos de obras estipulados, alegando como causa la carencia de planos u órdenes de la Dirección Facultativa, a excepción del caso en que habiéndolo solicitado por escrito, no se le hubiese proporcionado.

1.1.2.10.- Trabajos defectuosos

El Contratista debe emplear los materiales que cumplan las condiciones exigidas en el proyecto, y realizará todos y cada uno de los trabajos contratados de acuerdo con lo estipulado.

Por ello, y hasta que tenga lugar la recepción definitiva del edificio, el Contratista es responsable de la ejecución de los trabajos que ha contratado y de las faltas y defectos que puedan existir por su mala ejecución, no siendo un eximente el que la Dirección Facultativa lo haya examinado o reconocido con anterioridad, ni tampoco el hecho de que estos trabajos hayan sido valorados en las Certificaciones Parciales de obra, que siempre se entenderán extendidas y abonadas a buena cuenta.

Como consecuencia de lo anteriormente expresado, cuando el Director de Ejecución de la Obra

advierta vicios o defectos en los trabajos ejecutados, o que los materiales empleados o los aparatos y equipos colocados no reúnen las condiciones preceptuadas, ya sea en el curso de la ejecución de los trabajos o una vez finalizados con anterioridad a la recepción definitiva de la obra, podrá disponer que las partes defectuosas sean sustituidas o demolidas y reconstruidas de acuerdo con lo contratado a expensas del Contratista. Si ésta no estimase justa la decisión y se negase a la sustitución, demolición y reconstrucción ordenadas, se planteará la cuestión ante el Director de Obra, quien mediará para resolverla.

1.1.2.11.- Vicios ocultos

El Contratista es el único responsable de los vicios ocultos y de los defectos de la construcción, durante la ejecución de las obras y el periodo de garantía, hasta los plazos prescritos después de la terminación de las obras en la vigente L.O.E., aparte de otras responsabilidades legales o de cualquier índole que puedan derivarse.

Si el Director de Ejecución de la Obra tuviese fundadas razones para creer en la existencia de vicios ocultos de construcción en las obras ejecutadas, ordenará, cuando estime oportuno, realizar antes de la recepción definitiva los ensayos, destructivos o no, que considere necesarios para reconocer o diagnosticar los trabajos que suponga defectuosos, dando cuenta de la circunstancia al Director de Obra.

El Contratista demolerá, y reconstruirá posteriormente a su cargo, todas las unidades de obra mal ejecutadas, sus consecuencias, daños y perjuicios, no pudiendo eludir su responsabilidad por el hecho de que el Director de Obra y/o el Director del Ejecución de Obra lo hayan examinado o reconocido con anterioridad, o que haya sido conformada o abonada una parte o la totalidad de las obras mal ejecutadas.

1.1.2.12.- Procedencia de materiales, aparatos y equipos

El Contratista tiene libertad de proveerse de los materiales, aparatos y equipos de todas clases donde considere oportuno y conveniente para sus intereses, excepto en aquellos casos en los se preceptúe una procedencia y características específicas en el proyecto.

Obligatoriamente, y antes de proceder a su empleo, acopio y puesta en obra, el Contratista deberá presentar al Director de Ejecución de la Obra una lista completa de los materiales, aparatos y equipos que vaya a utilizar, en la que se especifiquen todas las indicaciones sobre sus características técnicas, marcas, calidades, procedencia e idoneidad de cada uno de ellos.

1.1.2.13.- Presentación de muestras

A petición del Director de Obra, el Contratista presentará las muestras de los materiales, aparatos y equipos, siempre con la antelación prevista en el calendario de obra.

1.1.2.14.- Materiales, aparatos y equipos defectuosos

Cuando los materiales, aparatos, equipos y elementos de instalaciones no fuesen de la calidad y características técnicas prescritas en el proyecto, no tuvieran la preparación en él exigida o cuando, a falta de prescripciones formales, se reconociera o demostrara que no son los adecuados para su fin, el Director de Obra, a instancias del Director de Ejecución de la Obra, dará la orden al Contratista de sustituirlos por otros que satisfagan las condiciones o sean los adecuados al fin al que se destinen.

Si, a los 15 días de recibir el Contratista orden de que retire los materiales que no estén en condiciones, ésta no ha sido cumplida, podrá hacerlo el Promotor o Propiedad a cuenta de Contratista.

En el caso de que los materiales, aparatos, equipos o elementos de instalaciones fueran defectuosos, pero aceptables a juicio del Director de Obra, se recibirán con la rebaja del precio que aquél determine, a no ser que el Contratista prefiera sustituirlos por otros en condiciones.

1.1.2.15.- Gastos ocasionados por pruebas y ensayos

Todos los gastos originados por las pruebas y ensayos de materiales o elementos que intervengan en la ejecución de las obras correrán a cargo y cuenta del Contratista.

Todo ensayo que no resulte satisfactorio, no se realice por omisión del Contratista, o que no ofrezca las suficientes garantías, podrá comenzarse nuevamente o realizarse nuevos ensayos o pruebas especificadas en el proyecto, a cargo y cuenta del Contratista y con la penalización correspondiente, así como todas las obras complementarias a que pudieran dar lugar cualquiera de los supuestos anteriormente citados y que el Director de Obra considere necesarios.

1.1.2.16.- Limpieza de las obras

Es obligación del Contratista mantener limpias las obras y sus alrededores tanto de escombros como de materiales sobrantes, retirar las instalaciones provisionales que no sean necesarias, así como ejecutar todos los trabajos y adoptar las medidas que sean apropiadas para que la obra presente buen aspecto.

1.1.2.17.- Obras sin prescripciones explícitas

En la ejecución de trabajos que pertenecen a la construcción de las obras, y para los cuales no existan prescripciones consignadas explícitamente en este Pliego ni en la restante documentación del proyecto, el Contratista se atenderá, en primer término, a las instrucciones que dicte la Dirección Facultativa de las obras y, en segundo lugar, a las normas y prácticas de la buena construcción.

1.1.3.- Disposiciones de las recepciones de edificios y obras anejas

1.1.3.1.- Consideraciones de carácter general

La recepción de la obra es el acto por el cual el Contratista, una vez concluida la obra, hace entrega de la misma al Promotor y es aceptada por éste. Podrá realizarse con o sin reservas y deberá abarcar la totalidad de la obra o fases completas y terminadas de la misma, cuando así se acuerde por las partes.

La recepción deberá consignarse en un acta firmada, al menos, por el Promotor y el Contratista, haciendo constar:

Las partes que intervienen.

La fecha del certificado final de la totalidad de la obra o de la fase completa y terminada de la misma.

El coste final de la ejecución material de la obra.

La declaración de la recepción de la obra con o sin reservas, especificando, en su caso, éstas de manera objetiva, y el plazo en que deberán quedar subsanados los defectos observados. Una vez subsanados los mismos, se hará constar en un acta aparte, suscrita por los firmantes de la recepción.

Las garantías que, en su caso, se exijan al Contratista para asegurar sus responsabilidades. 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 adecúa a las condiciones contractuales.

En todo caso, el rechazo deberá ser motivado por escrito en el acta, en la que se fijará el nuevo plazo para efectuar la recepción.

Salvo pacto expreso en contrario, la recepción de la obra tendrá lugar dentro de los treinta días siguientes a la fecha de su terminación, acreditada en el certificado final de obra, plazo que se contará a partir de la notificación efectuada por escrito al promotor. La recepción se entenderá tácitamente producida si transcurridos treinta días desde la fecha indicada el promotor no hubiera puesto de manifiesto reservas o rechazo motivado por escrito.

El cómputo de los plazos de responsabilidad y garantía será el establecidos en la L.O.E., y 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.

1.1.3.2.- Recepción provisional

No se contempla.

1.1.3.3.- Documentación final de la obra

El Director de Ejecución de la Obra, asistido por el Contratista y los técnicos que hubieren intervenido en la obra, redactará la documentación final de las obras, que se facilitará al Promotor, con las especificaciones y contenidos dispuestos por la legislación vigente. Esta documentación incluye el Manual de Uso y Mantenimiento del Edificio.

1.1.3.4.- Medición definitiva y liquidación provisional de la obra

Recibidas provisionalmente las obras, se procederá inmediatamente por el Director de Ejecución de la Obra a su medición definitiva, con precisa asistencia del Contratista o de su representante. Se extenderá la oportuna certificación por triplicado que, aprobada por el Director de Obra con su firma, servirá para el abono por el Promotor del saldo resultante menos la cantidad retenida en concepto de fianza.

1.1.3.5.- Plazo de garantía

El plazo de garantía deberá estipularse en el contrato privado y, en cualquier caso, nunca deberá ser inferior a seis meses

1.1.3.6.- Conservación de las obras recibidas provisionalmente

Los gastos de conservación durante el plazo de garantía comprendido entre las recepciones provisional y definitiva, correrán a cargo y cuenta del Contratista.

Si el edificio fuese ocupado o utilizado antes de la recepción definitiva, la guardería, limpieza y reparaciones ocasionadas por el uso correrán a cargo de la Propiedad y las reparaciones por vicios de obra o por defectos en las instalaciones, serán a cargo del Contratista.

1.1.3.7.- Recepción definitiva

La recepción definitiva se realizará después de transcurrido el plazo de garantía, en igual modo y con las mismas formalidades que la provisional. A partir de esa fecha cesará la obligación del Contratista de reparar a su cargo aquellos desperfectos inherentes a la normal conservación de los edificios, y quedarán sólo subsistentes todas las responsabilidades que pudieran derivar de los vicios de construcción.

1.1.3.8.- Prorroga del plazo de garantía

Si, al proceder al reconocimiento para la recepción definitiva de la obra, no se encontrase ésta en las condiciones debidas, se aplazará dicha recepción definitiva y el Director de Obra indicará al Contratista los plazos y formas en que deberán realizarse las obras necesarias. De no efectuarse dentro de aquellos, podrá resolverse el contrato con la pérdida de la fianza.

1.1.3.9.- Recepciones de trabajos cuya contrata haya sido rescindida

En caso de resolución del contrato, el Contratista vendrá obligado a retirar, en el plazo fijado, la maquinaria, instalaciones y medios auxiliares, a resolver los subcontratos que tuviese concertados y a dejar la obra en condiciones de ser reanudada por otra empresa sin problema alguno.

Las obras y trabajos terminados por completo se recibirán provisionalmente con los trámites establecidos anteriormente. Transcurrido el plazo de garantía, se recibirán definitivamente según lo dispuesto anteriormente.

Para las obras y trabajos no determinados, pero aceptables a juicio del Director de Obra, se

efectuará una sola y definitiva recepción.

1.2.- Disposiciones Facultativas

1.2.1.- Definición y atribuciones de los agentes de la edificación

Las atribuciones de los distintos agentes intervinientes en la edificación son las reguladas por la Ley 38/99 de Ordenación de la Edificación (L.O.E.).

Se definen agentes de la edificación todas las personas, físicas o jurídicas, que intervienen en el proceso de la edificación. Sus obligaciones quedan determinadas por lo dispuesto en la L.O.E. y demás disposiciones que sean de aplicación y por el contrato que origina su intervención.

Las definiciones y funciones de los agentes que intervienen en la edificación quedan recogidas en el capítulo III "Agentes de la edificación", considerándose:

1.2.1.1.- El Promotor

Es la persona física o jurídica, pública o privada, que individual o colectivamente decide, impulsa, programa y financia, con recursos propios o ajenos, las obras de edificación para sí o para su posterior enajenación, entrega o cesión a terceros bajo cualquier título.

Asume la iniciativa de todo el proceso de la edificación, impulsando la gestión necesaria para llevar a cabo la obra inicialmente proyectada, y se hace cargo de todos los costes necesarios.

Según la legislación vigente, a la figura del promotor se equiparan también las de gestor de sociedades cooperativas, comunidades de propietarios, u otras análogas que asumen la gestión económica de la edificación.

Cuando las Administraciones públicas y los organismos sujetos a la legislación de contratos de las Administraciones públicas actúen como promotores, se regirán por la legislación de contratos de las Administraciones públicas y, en lo no contemplado en la misma, por las disposiciones de la L.O.E.

1.2.1.2.- El Projectista

Es el agente que, por encargo del promotor y con sujeción a la normativa técnica y urbanística correspondiente, redacta el proyecto.

Podrán redactar proyectos parciales del proyecto, o partes que lo complementen, otros técnicos, de forma coordinada con el autor de éste.

Cuando el proyecto se desarrolle o complete mediante proyectos parciales u otros documentos técnicos según lo previsto en el apartado 2 del artículo 4 de la L.O.E., cada projectista asumirá la titularidad de su proyecto.

1.2.1.3.- El Constructor o Contratista

Es el agente que asume, contractualmente ante el Promotor, el compromiso de ejecutar con medios humanos y materiales, propios o ajenos, las obras o parte de las mismas con sujeción al Proyecto y al Contrato de obra.

Cabe efectuar especial mención de que la ley señala como responsable explícito de los vicios o defectos constructivos al contratista general de la obra, sin perjuicio del derecho de repetición de éste hacia los subcontratistas.

1.2.1.4.- El Director de Obra

Es el agente que, formando parte de la dirección facultativa, dirige el desarrollo de la obra en los aspectos técnicos, estéticos, urbanísticos y medioambientales, de conformidad con el proyecto

que la define, la licencia de edificación y demás autorizaciones preceptivas, y las condiciones del contrato, con el objeto de asegurar su adecuación al fin propuesto.

Podrán dirigir las obras de los proyectos parciales otros técnicos, bajo la coordinación del Director de Obra.

1.2.1.5.- El Director de la Ejecución de la Obra

Es el agente que, formando parte de la Dirección Facultativa, asume la función técnica de dirigir la Ejecución Material de la Obra y de controlar cualitativa y cuantitativamente la construcción y calidad de lo edificado. Para ello es requisito indispensable el estudio y análisis previo del proyecto de ejecución una vez redactado por el Arquitecto, procediendo a solicitarle, con antelación al inicio de las obras, todas aquellas aclaraciones, subsanaciones o documentos complementarios que, dentro de su competencia y atribuciones legales, estimare necesarios para poder dirigir de manera solvente la ejecución de las mismas.

1.2.1.6.- Las entidades y los laboratorios de control de calidad de la edificación

Son entidades de control de calidad de la edificación aquellas capacitadas para prestar asistencia técnica en la verificación de la calidad del proyecto, de los materiales y de la ejecución de la obra y sus instalaciones de acuerdo con el proyecto y la normativa aplicable. Son laboratorios de ensayos para el control de calidad de la edificación los capacitados para prestar asistencia técnica, mediante la realización de ensayos o pruebas de servicio de los materiales, sistemas o instalaciones de una obra de edificación.

1.2.1.7.- Los suministradores de productos

Se consideran suministradores de productos los fabricantes, almacenistas, importadores o vendedores de productos de construcción.

Se entiende por producto de construcción aquel que se fabrica para su incorporación permanente en una obra, incluyendo materiales, elementos semielaborados, componentes y obras o parte de las mismas, tanto terminadas como en proceso de ejecución.

1.2.2.- Agentes que intervienen en la obra según Ley 38/99 (L.O.E.)

La relación de agentes intervinientes se encuentra en la memoria descriptiva del proyecto.

1.2.3.- Agentes en materia de seguridad y salud según R.D. 1627/97

La relación de agentes intervinientes en materia de seguridad y salud se encuentra en la memoria descriptiva del proyecto.

1.2.4.- La Dirección Facultativa

En correspondencia con la L.O.E., la Dirección Facultativa está compuesta por la Dirección de Obra y la Dirección de Ejecución de la Obra. A la Dirección Facultativa se integrará el Coordinador en materia de Seguridad y Salud en fase de ejecución de la obra, en el caso de que se haya adjudicado dicha misión a facultativo distinto de los anteriores.

Representa técnicamente los intereses del promotor durante la ejecución de la obra, dirigiendo el proceso de construcción en función de las atribuciones profesionales de cada técnico participante.

1.2.5.- Visitas facultativas

Son las realizadas a la obra de manera conjunta o individual por cualquiera de los miembros que componen la Dirección Facultativa. La intensidad y número de visitas dependerá de los cometidos que a cada agente le son propios, pudiendo variar en función de los requerimientos específicos y de la mayor o menor exigencia presencial requerible al técnico al efecto en cada caso y según cada una de las fases de la obra. Deberán adaptarse al proceso lógico de construcción, pudiendo

los agentes ser o no coincidentes en la obra en función de la fase concreta que se esté desarrollando en cada momento y del cometido exigible a cada cual.

1.2.6.- Obligaciones de los agentes intervinientes

Las obligaciones de los agentes que intervienen en la edificación son las contenidas en los artículos 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15 y 16, del capítulo III de la L.O.E. y demás legislación aplicable.

1.2.6.1.- El Promotor

Ostentar sobre el solar la titularidad de un derecho que le faculte para construir en él.

Facilitar la documentación e información previa necesaria para la redacción del proyecto, así como autorizar al Director de Obra, al Director de la Ejecución de la Obra y al Contratista posteriores modificaciones del mismo que fueran imprescindibles para llevar a buen fin lo proyectado.

Elegir y contratar a los distintos agentes, con la titulación y capacitación profesional necesaria, que garanticen el cumplimiento de las condiciones legalmente exigibles para realizar en su globalidad y llevar a buen fin el objeto de lo promovido, en los plazos estipulados y en las condiciones de calidad exigibles mediante el cumplimiento de los requisitos básicos estipulados para los edificios.

Gestionar y hacerse cargo de las preceptivas licencias y demás autorizaciones administrativas procedentes que, de conformidad con la normativa aplicable, conlleva la construcción de edificios, la urbanización que procediera en su entorno inmediato, la realización de obras que en ellos se ejecuten y su ocupación.

Garantizar los daños materiales que el edificio pueda sufrir, para la adecuada protección de los intereses de los usuarios finales, en las condiciones legalmente establecidas, asumiendo la responsabilidad civil de forma personal e individualizada, tanto por actos propios como por actos de otros agentes por los que, con arreglo a la legislación vigente, se deba responder.

La suscripción obligatoria de un seguro, de acuerdo a las normas concretas fijadas al efecto, que cubra los daños materiales que ocasionen en el edificio el incumplimiento de las condiciones de habitabilidad en tres años o que afecten a la seguridad estructural en el plazo de diez años, con especial mención a las viviendas individuales en régimen de autopromoción, que se registrarán por lo especialmente legislado al efecto.

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, todo ello según lo establecido en el R.D. 1627/97, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas en materia de seguridad y salud en las obras de construcción.

El Promotor no podrá dar orden de inicio de las obras hasta que el Contratista haya redactado su Plan de Seguridad y, además, éste haya sido aprobado por el Coordinador en Materia de Seguridad y Salud en fase de Ejecución de la obra, dejando constancia expresa en el Acta de Aprobación realizada al efecto.

Efectuar el denominado Aviso Previo a la autoridad laboral competente, haciendo constar los datos de la obra, redactándolo de acuerdo a lo especificado en el Anexo III del RD 1627/97. Copia del mismo deberá exponerse en la obra de forma visible, actualizándolo si fuese necesario.

Suscribir el acta de recepción final de las obras, una vez concluidas éstas, haciendo constar la aceptación de las obras, que podrá efectuarse con o sin reservas y que deberá abarcar la totalidad de las obras o fases completas. En el caso de hacer mención expresa a reservas para la recepción, deberán mencionarse de manera detallada las deficiencias y se deberá hacer constar el plazo en que deberán quedar subsanados los defectos observados.

Entregar al adquirente y usuario inicial, en su caso, el denominado Libro del Edificio que contiene el manual de uso y mantenimiento del mismo y demás documentación de obra ejecutada, o cualquier otro documento exigible por las Administraciones competentes.

1.2.6.2.- El Projectista

Redactar el proyecto por encargo del Promotor, con sujeción a la normativa urbanística y técnica en vigor y conteniendo la documentación necesaria para tramitar tanto la licencia de obras y demás permisos administrativos -proyecto básico- como para ser interpretada y poder ejecutar totalmente la obra, entregando al Promotor las copias autorizadas correspondientes, debidamente visadas por la entidad asignada para ello por la administración.

Definir el concepto global del proyecto de ejecución con el nivel de detalle gráfico y escrito suficiente y calcular los elementos fundamentales del edificio, en especial la cimentación y la estructura. Concretar en el Proyecto el emplazamiento de cuartos de máquinas, de contadores, hornacinas, espacios asignados para subida de conductos, reservas de huecos de ventilación, alojamiento de sistemas de telecomunicación y, en general, de aquellos elementos necesarios en el edificio para facilitar las determinaciones concretas y especificaciones detalladas que son cometido de los proyectos parciales, debiendo éstos adaptarse al Proyecto de Ejecución, no pudiendo contravenirlo en modo alguno. Deberá entregarse necesariamente un ejemplar del proyecto complementario al Arquitecto antes del inicio de las obras o instalaciones correspondientes. Acordar con el Promotor la contratación de colaboraciones parciales de otros técnicos profesionales. Facilitar la colaboración necesaria para que se produzca la adecuada coordinación con los proyectos parciales exigibles por la legislación o la normativa vigente y que sea necesario incluir para el desarrollo adecuado del proceso edificatorio, que deberán ser redactados por técnicos competentes, bajo su responsabilidad y suscritos por persona física. Los proyectos parciales serán aquellos redactados por otros técnicos cuya competencia puede ser distinta e incompatible con las competencias del Arquitecto y, por tanto, de exclusiva responsabilidad de éstos.

Elaborar aquellos proyectos parciales o estudios complementarios exigidos por la legislación vigente en los que es legalmente competente para su redacción, excepto declinación expresa del Arquitecto y previo acuerdo con el Promotor, pudiendo exigir la compensación económica en concepto de cesión de derechos de autor y de la propiedad intelectual si se tuviera que entregar a otros técnicos, igualmente competentes para realizar el trabajo, documentos o planos del proyecto por él redactado, en soporte papel o informático.

Ostentar la propiedad intelectual de su trabajo, tanto de la documentación escrita como de los cálculos de cualquier tipo, así como de los planos contenidos en la totalidad del proyecto y cualquiera de sus documentos complementarios.

1.2.6.3.- El Constructor o Contratista

Tener la capacitación profesional o titulación que habilita para el cumplimiento de las condiciones legalmente exigibles para actuar como constructor.

Organizar los trabajos de construcción para cumplir con los plazos previstos, de acuerdo al correspondiente Plan de Obra, efectuando las instalaciones provisionales y disponiendo de los medios auxiliares necesarios.

Comunicar a la autoridad laboral competente la apertura del centro de trabajo en la que incluirá el Plan de Seguridad y Salud al que se refiere el artículo 7 del RD 1627/97 de 24 de octubre.

Adoptar 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 de Seguridad y Salud, disponiendo de todos los medios necesarios y dotando al personal del equipamiento de seguridad exigibles, así como cumplir las órdenes efectuadas por el Coordinador en materia de Seguridad y Salud en la fase de Ejecución de la obra.

Supervisar 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.

Examinar la documentación aportada por los técnicos redactores correspondientes, tanto del Proyecto de Ejecución como de los proyectos complementarios, así como del Estudio Básico de Seguridad y Salud, verificando que le resulta suficiente para la comprensión de la totalidad de la obra contratada o, en caso contrario, solicitando las aclaraciones pertinentes. Facilitar la labor de la Dirección Facultativa, suscribiendo el Acta de Replanteo, ejecutando las obras con sujeción al Proyecto de Ejecución que deberá haber examinado previamente, la legislación aplicable, a las Instrucciones del Arquitecto Director de Obra y del Director de la Ejecución Material de la Obra, a fin de alcanzar la calidad exigida en el proyecto.

Efectuar las obras siguiendo los criterios al uso que son propios de la correcta construcción, que tiene la obligación de conocer y poner en práctica, así como de las leyes generales de los materiales o *lex artis*, aún cuando éstos criterios no estuvieran específicamente reseñados en su totalidad en la documentación de proyecto. A tal efecto, ostenta la jefatura de todo el personal que intervenga en la obra y coordina las tareas de los subcontratistas.

Disponer de los medios materiales y humanos que la naturaleza y entidad de la obra impongan, disponiendo del número adecuado de oficiales, suboficiales y peones que la obra requiera en cada momento, bien por personal propio o mediante subcontratistas al efecto, procediendo a solapar aquellos oficios en la obra que sean compatibles entre sí y que permitan acometer distintos trabajos a la vez sin provocar interferencias, contribuyendo con ello a la agilización y finalización de la obra dentro de los plazos previstos.

Ordenar y disponer en cada momento de personal suficiente a su cargo para que efectúe las actuaciones pertinentes para ejecutar las obras con solvencia, diligentemente y sin interrupción, programándolas de manera coordinada con el Arquitecto Técnico o Aparejador, Director de Ejecución Material de la Obra.

Supervisar personalmente y de manera continuada y completa la marcha de las obras, que deberán transcurrir sin dilación y con adecuado orden y concierto, así como responder directamente de los trabajos efectuados por sus trabajadores subordinados, exigiéndoles el continuo autocontrol de los trabajos que efectúen, y ordenando la modificación de todas aquellas tareas que se presenten mal efectuadas.

Asegurar la idoneidad de todos y cada uno de los materiales utilizados y elementos constructivos, comprobando los preparados en obra y rechazando, por iniciativa propia o por prescripción facultativa del Director de la Ejecución de la obra, los suministros de material o prefabricados que no cuenten con las garantías, documentación mínima exigible o documentos de idoneidad requeridos por las normas de aplicación, debiendo recabar de la Dirección Facultativa la información que necesite para cumplir adecuadamente su cometido. Dotar de material, maquinaria y utillajes adecuados a los operarios que intervengan en la obra, para efectuar adecuadamente las instalaciones necesarias y no menoscabar con la puesta en obra las características y naturaleza de los elementos constructivos que componen el edificio una vez finalizado.

Poner a disposición del Arquitecto Técnico o Aparejador los medios auxiliares y personal necesario para efectuar las pruebas pertinentes para el Control de Calidad, recabando de dicho técnico el plan a seguir en cuanto a las tomas de muestras, traslados, ensayos y demás actuaciones necesarias.

Cuidar de que el personal de la obra guarde el debido respeto a la Dirección Facultativa. Auxiliar al Director de la Ejecución de la Obra en los actos de replanteo y firmar posteriormente y una vez finalizado éste, el acta correspondiente de inicio de obra, así como la de recepción final.

Facilitar a los Arquitectos Directores de Obra los datos necesarios para la elaboración de la documentación final de obra ejecutada.

Suscribir las garantías de obra que se señalan en el Artículo 19 de la Ley de Ordenación de la Edificación y que, en función de su naturaleza, alcanzan períodos de 1 año (daños por defectos de terminación o acabado de las obras), 3 años (daños por defectos o vicios de elementos

constructivos o de instalaciones que afecten a la habitabilidad) o 10 años (daños en cimentación o estructura que comprometan directamente la resistencia mecánica y la estabilidad del edificio).

1.2.6.4.- El Director de Obra

Dirigir la obra coordinándola con el Proyecto de Ejecución, facilitando su interpretación técnica, económica y estética a los agentes intervinientes en el proceso constructivo.

Detener la obra por causa grave y justificada, que se deberá hacer constar necesariamente en el Libro de Órdenes y Asistencias, dando cuenta inmediata al Promotor.

Redactar las modificaciones, ajustes, rectificaciones o planos complementarios que se precisen para el adecuado desarrollo de las obras. Es facultad expresa y única la redacción de aquellas modificaciones o aclaraciones directamente relacionadas con la adecuación de la cimentación y de la estructura proyectadas a las características geotécnicas del terreno; el cálculo o recálculo del dimensionado y armado de todos y cada uno de los elementos principales y complementarios de la cimentación y de la estructura vertical y horizontal; los que afecten sustancialmente a la distribución de espacios y las soluciones de fachada y cubierta y dimensionado y composición de huecos, así como la modificación de los materiales previstos.

Asesorar al Director de la Ejecución de la Obra en aquellas aclaraciones y dudas que pudieran acontecer para el correcto desarrollo de la misma, en lo que respecta a las interpretaciones de las especificaciones de proyecto.

Asistir a las obras a fin de resolver las contingencias que se produzcan para asegurar la correcta interpretación y ejecución del proyecto, así como impartir las soluciones aclaratorias que fueran necesarias, consignando en el Libro de Ordenes y Asistencias las instrucciones precisas que se estimara oportunas reseñar para la correcta interpretación de lo proyectado, sin perjuicio de efectuar todas las aclaraciones y órdenes verbales que estimare oportuno.

Firmar el Acta de replanteo o de comienzo de obra y el Certificado Final de Obra, así como firmar el visto bueno de las certificaciones parciales referidas al porcentaje de obra efectuada y, en su caso y a instancias del Promotor, la supervisión de la documentación que se le presente relativa a las unidades de obra realmente ejecutadas previa a su liquidación final, todo ello con los visados que en su caso fueran preceptivos.

Informar puntualmente al Promotor de aquellas modificaciones sustanciales que, por razones técnicas o normativas, conlleven una variación de lo construido con respecto al proyecto básico y de ejecución y que afecten o puedan afectar al contrato suscrito entre el promotor y los destinatarios finales de las viviendas.

Redactar la documentación final de obra, en lo que respecta a la documentación gráfica y escrita del proyecto ejecutado, incorporando las modificaciones efectuadas. Para ello, los técnicos redactores de proyectos y/o estudios complementarios deberán obligatoriamente entregarle la documentación final en la que se haga constar el estado final de las obras y/o instalaciones por ellos redactadas, supervisadas y realmente ejecutadas, siendo responsabilidad de los firmantes la veracidad y exactitud de los documentos presentados.

Al Proyecto Final de Obra se anejará el Acta de Recepción Final; la relación identificativa de los agentes que han intervenido en el proceso de edificación, incluidos todos los subcontratistas y oficios intervinientes; las instrucciones de Uso y Mantenimiento del Edificio y de sus instalaciones, de conformidad con la normativa que le sea de aplicación.

La documentación a la que se hace referencia en los dos apartados anteriores es parte constituyente del Libro del Edificio y el Promotor deberá entregar una copia completa a los usuarios finales del mismo que, en el caso de edificios de viviendas plurifamiliares, se materializa en un ejemplar que deberá ser custodiado por el Presidente de la Comunidad de Propietarios o por el Administrador, siendo éstos los responsables de divulgar al resto de propietarios su contenido y de hacer cumplir los requisitos de mantenimiento que constan en la citada documentación.

Además de todas las facultades que corresponden al Arquitecto Director de Obra, expresadas en los artículos precedentes, es misión específica suya la dirección mediata, denominada alta dirección en lo que al cumplimiento de las directrices generales del proyecto se refiere, y a la adecuación de lo construido a éste.

Cabe señalar expresamente que la resistencia al cumplimiento de las órdenes de los Arquitectos Directores de Obra en su labor de alta dirección se considerará como falta grave y, en caso de que, a su juicio, el incumplimiento de lo ordenado pusiera en peligro la obra o las personas que en ella trabajan, podrá recusar al Contratista y/o acudir a las autoridades judiciales, siendo responsable el Contratista de las consecuencias legales y económicas.

1.2.6.5.- El Director de la Ejecución de la Obra

Corresponde al Arquitecto Técnico o Aparejador, según se establece en el Artículo 13 de la LOE y demás legislación vigente al efecto, las atribuciones competenciales y obligaciones que se señalan a continuación:

La Dirección inmediata de la Obra.

Verificar personalmente la recepción a pié de obra, previo a su acopio o colocación definitiva, de todos los productos y materiales suministrados necesarios para la ejecución de la obra, comprobando que se ajustan con precisión a las determinaciones del proyecto y a las normas exigibles de calidad, con la plena potestad de aceptación o rechazo de los mismos en caso de que lo considerase oportuno y por causa justificada, ordenando la realización de pruebas y ensayos que fueran necesarios.

Dirigir la ejecución material de la obra de acuerdo con las especificaciones de la memoria y de los planos del Proyecto, así como, en su caso, con las instrucciones complementarias necesarias que recabara del Director de Obra.

Anticiparse con la antelación suficiente a las distintas fases de la puesta en obra, requiriendo las aclaraciones al Arquitecto o Arquitectos Directores de Obra que fueran necesarias y planificando de manera anticipada y continuada con el Contratista principal y los subcontratistas los trabajos a efectuar.

Comprobar los replanteos, los materiales, hormigones y demás productos suministrados, exigiendo la presentación de los oportunos certificados de idoneidad de los mismos.

Verificar la correcta ejecución y disposición de los elementos constructivos y de las instalaciones, extendiéndose dicho cometido a todos los elementos de cimentación y estructura horizontal y vertical, con comprobación de sus especificaciones concretas de dimensionado de elementos, tipos de viguetas y adecuación a ficha técnica homologada, diámetros nominales, longitudes de anclaje y adecuados solape y doblado de barras.

Observancia de los tiempos de encofrado y desencofrado de vigas, pilares y forjados señalados por la Instrucción del Hormigón vigente y de aplicación.

Comprobación del correcto dimensionado de rampas y escaleras y de su adecuado trazado y replanteo con acuerdo a las pendientes, desniveles proyectados y al cumplimiento de todas las normativas que son de aplicación; a dimensiones parciales y totales de elementos, a su forma y geometría específica, así como a las distancias que deben guardarse entre ellos, tanto en horizontal como en vertical.

Verificación de la adecuada puesta en obra de fábricas y cerramientos, a su correcta y completa trabazón y, en general, a lo que atañe a la ejecución material de la totalidad de la obra y sin excepción alguna, de acuerdo a los criterios y leyes de los materiales y de la correcta construcción (lex artis) y a las normativas de aplicación.

Asistir a la obra con la frecuencia, dedicación y diligencia necesarias para cumplir eficazmente la debida supervisión de la ejecución de la misma en todas sus fases, desde el replanteo inicial hasta la total finalización del edificio, dando las órdenes precisas de ejecución al Contratista y, en su caso, a los subcontratistas.

Consignar en el Libro de Ordenes y Asistencias las instrucciones precisas que considerara oportuno

reseñar para la correcta ejecución material de las obras.

Supervisar posteriormente el correcto cumplimiento de las órdenes previamente efectuadas y la adecuación de lo realmente ejecutado a lo ordenado previamente.

Verificar el adecuado trazado de instalaciones, conductos, acometidas, redes de evacuación y su dimensionado, comprobando su idoneidad y ajuste tanto a la especificaciones del proyecto de ejecución como de los proyectos parciales, coordinando dichas actuaciones con los técnicos redactores correspondientes.

Detener la Obra si, a su juicio, existiera causa grave y justificada, que se deberá hacer constar necesariamente en el Libro de Ordenes y Asistencias, dando cuenta inmediata a los Arquitectos Directores de Obra que deberán necesariamente corroborarla para su plena efectividad, y al Promotor.

Supervisar las pruebas pertinentes para el Control de Calidad, respecto a lo especificado por la normativa vigente, en cuyo cometido y obligaciones tiene legalmente competencia exclusiva, programando bajo su responsabilidad y debidamente coordinado y auxiliado por el Contratista, las tomas de muestras, traslados, ensayos y demás actuaciones necesarias de elementos estructurales, así como las pruebas de estanqueidad de fachadas y de sus elementos, de cubiertas y sus impermeabilizaciones, comprobando la eficacia de las soluciones.

Informar con prontitud a los Arquitectos Directores de Obra de los resultados de los Ensayos de Control conforme se vaya teniendo conocimiento de los mismos, proponiéndole la realización de pruebas complementarias en caso de resultados adversos.

Tras la oportuna comprobación, emitir las certificaciones parciales o totales relativas a las unidades de obra realmente ejecutadas, con los visados que en su caso fueran preceptivos. Colaborar activa y positivamente con los restantes agentes intervinientes, sirviendo de nexo de unión entre éstos, el Contratista, los Subcontratistas y el personal de la obra.

Elaborar y suscribir responsablemente la documentación final de obra relativa a los resultados del Control de Calidad y, en concreto, a aquellos ensayos y verificaciones de ejecución de obra realizados bajo su supervisión relativos a los elementos de la cimentación, muros y estructura, a las pruebas de estanqueidad y escorrentía de cubiertas y de fachadas, a las verificaciones del funcionamiento de las instalaciones de saneamiento y desagües de pluviales y demás aspectos señalados en la normativa de Control de Calidad.

Suscribir conjuntamente el Certificado Final de Obra, acreditando con ello su conformidad a la correcta ejecución de las obras y a la comprobación y verificación positiva de los ensayos y pruebas realizadas.

Si se hiciera caso omiso de las órdenes efectuadas por el Arquitecto Técnico, Director de la Ejecución de las Obras, se considerara como falta grave y, en caso de que, a su juicio, el incumplimiento de lo ordenado pusiera en peligro la obra o las personas que en ella trabajan, podrá acudir a las autoridades judiciales, siendo responsable el Contratista de las consecuencias legales y económicas.

1.2.6.6.- Las entidades y los laboratorios de control de calidad de la edificación

Prestar asistencia técnica y entregar los resultados de su actividad al agente autor del encargo y, en todo caso, al director de la ejecución de las obras.

Justificar la capacidad suficiente de medios materiales y humanos necesarios para realizar adecuadamente los trabajos contratados, en su caso, a través de la correspondiente acreditación oficial otorgada por las Comunidades Autónomas con competencia en la materia.

1.2.6.7.- Los suministradores de productos

Realizar las entregas de los productos de acuerdo con las especificaciones del pedido, respondiendo de su origen, identidad y calidad, así como del cumplimiento de las exigencias que, en su caso, establezca la normativa técnica aplicable.

Facilitar, cuando proceda, las instrucciones de uso y mantenimiento de los productos suministrados,

así como las garantías de calidad correspondientes, para su inclusión en la documentación de la obra ejecutada.

1.2.6.8.- Los propietarios y los usuarios

Son obligaciones de los propietarios conservar en buen estado la edificación mediante un adecuado uso y mantenimiento, así como recibir, conservar y transmitir la documentación de la obra ejecutada y los seguros y garantías con que ésta cuente.

Son obligaciones de los usuarios sean o no propietarios, la utilización adecuada de los edificios o de parte de los mismos de conformidad con las instrucciones de uso y mantenimiento contenidas en la documentación de la obra ejecutada.

1.2.7.- Documentación final de obra: Libro del Edificio

De acuerdo al Artículo 7 de la Ley de Ordenación de la Edificación, 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 se adjuntará, al menos, el acta de recepción, la relación identificativa de los agentes que han intervenido durante el proceso de edificación, así como la relativa a las instrucciones de uso y mantenimiento del edificio y sus instalaciones, de conformidad con la normativa que le sea de aplicación.

Toda la documentación a que hacen referencia los apartados anteriores, que constituirá el Libro del Edificio, será entregada a los usuarios finales del edificio.

1.2.7.1.- Los propietarios y los usuarios

Son obligaciones de los propietarios conservar en buen estado la edificación mediante un adecuado uso y mantenimiento, así como recibir, conservar y transmitir la documentación de la obra ejecutada y los seguros y garantías con que ésta cuente.

Son obligaciones de los usuarios sean o no propietarios, la utilización adecuada de los edificios o de parte de los mismos de conformidad con las instrucciones de uso y mantenimiento contenidas en la documentación de la obra ejecutada.

1.3.- Disposiciones Económicas

1.3.1.- Definición

Las condiciones económicas fijan el marco de relaciones económicas para el abono y recepción de la obra. Tienen un carácter subsidiario respecto al contrato de obra, establecido entre las partes que intervienen, Promotor y Contratista, que es en definitiva el que tiene validez.

1.3.2.- Contrato de obra

Se aconseja que se firme el contrato de obra, entre el Promotor y el Contratista, antes de iniciarse las obras, evitando en lo posible la realización de la obra por administración. A la Dirección Facultativa (Director de Obra y Director de Ejecución de la Obra) se le facilitará una copia del contrato de obra, para poder certificar en los términos pactados.

Sólo se aconseja contratar por administración aquellas partidas de obra irrelevantes y de difícil cuantificación, o cuando se desee un acabado muy esmerado.

El contrato de obra deberá prever las posibles interpretaciones y discrepancias que pudieran surgir entre las partes, así como garantizar que la Dirección Facultativa pueda, de hecho, COORDINAR, DIRIGIR y CONTROLAR la obra, por lo que es conveniente que se especifiquen y determinen con claridad, como mínimo, los siguientes puntos:

Documentos a aportar por el Contratista.

Condiciones de ocupación del solar e inicio de las obras. Determinación de los gastos de enganches y consumos. Responsabilidades y obligaciones del Contratista: Legislación laboral. Responsabilidades y obligaciones del Promotor.

Presupuesto del Contratista. Revisión de precios (en su caso). Forma de pago: Certificaciones.

Retenciones en concepto de garantía (nunca menos del 5%). Plazos de ejecución: Planning.

Retraso de la obra: Penalizaciones. Recepción de La obra: Provisional y definitiva. Litigio entre las partes.

Dado que este Pliego de Condiciones Económicas es complemento del contrato de obra, en caso de que no exista contrato de obra alguno entre las partes se le comunicará a la Dirección Facultativa, que pondrá a disposición de las partes el presente Pliego de Condiciones Económicas que podrá ser usado como base para la redacción del correspondiente contrato de obra.

1.3.3.- Criterio General

Todos los agentes que intervienen en el proceso de la construcción, definidos en la Ley 38/1999 de Ordenación de la Edificación (L.O.E.), tienen derecho a percibir puntualmente las cantidades devengadas por su correcta actuación con arreglo a las condiciones contractualmente establecidas, pudiendo exigirse recíprocamente las garantías suficientes para el cumplimiento diligente de sus obligaciones de pago.

1.3.4.- Fianzas

El Contratista presentará una fianza con arreglo al procedimiento que se estipule en el contrato de obra:

1.3.4.1.- Ejecución de trabajos con cargo a la fianza

Si el contratista se negase a hacer por su cuenta los trabajos precisos para ultimar la obra en las condiciones contratadas, el Director de Obra, en nombre y representación del Promotor, los ordenará ejecutar a un tercero, o podrá realizarlos directamente por administración, abonando su importe con la fianza depositada, sin perjuicio de las acciones a que tenga derecho el Promotor, en el caso de que el importe de la fianza no bastase para cubrir el importe de los gastos efectuados en las unidades de obra que no fuesen de recibo.

1.3.4.2.- Devolución de las fianzas

La fianza recibida será devuelta al Contratista en un plazo establecido en el contrato de obra, una vez firmada el Acta de Recepción Definitiva de la obra. El Promotor podrá exigir que el Contratista le acredite la liquidación y finiquito de sus deudas causadas por la ejecución de la obra, tales como salarios, suministros y subcontratos.

1.3.4.3.- Devolución de la fianza en el caso de efectuarse recepciones parciales

Si el Promotor, con la conformidad del Director de Obra, accediera a hacer recepciones parciales, tendrá derecho el Contratista a que se le devuelva la parte proporcional de la fianza.

1.3.5.- De los precios

El objetivo principal de la elaboración del presupuesto es anticipar el coste del proceso de construir la obra. Descompondremos el presupuesto en unidades de obra, componente menor que se contrata y certifica por separado, y basándonos en esos precios, calcularemos el presupuesto.

1.3.5.1.- Precio básico

Es el precio por unidad (ud, m, kg, etc.) de un material dispuesto a pie de obra, (incluido su transporte a obra, descarga en obra, embalajes, etc.) o el precio por hora de la maquinaria y de la mano de obra.

1.3.5.2.- Precio unitario

Es el precio de una unidad de obra que obtendremos como suma de los siguientes costes:

- *Costes directos*: calculados como suma de los productos "precio básico x cantidad" de la mano de obra, maquinaria y materiales que intervienen en la ejecución de la unidad de obra.
- *Medios auxiliares*: Costes directos complementarios, calculados en forma porcentual como porcentaje de otros componentes, debido a que representan los costes directos que intervienen en la ejecución de la unidad de obra y que son de difícil cuantificación. Son diferentes para cada unidad de obra.
- *Costes indirectos*: aplicados como un porcentaje de la suma de los costes directos y medios auxiliares, igual para cada unidad de obra debido a que representan los costes de los factores necesarios para la ejecución de la obra que no se corresponden a ninguna unidad de obra en concreto.

En relación a la composición de los precios, el vigente Reglamento general de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas (Real Decreto 1098/2001, de 12 de octubre) establece que la composición y el cálculo de los precios de las distintas unidades de obra se base en la determinación de los costes directos e indirectos precisos para su ejecución, sin incorporar, en ningún caso, el importe del Impuesto sobre el Valor Añadido que pueda gravar las entregas de bienes o prestaciones de servicios realizados.

Considera costes directos:

La mano de obra que interviene directamente en la ejecución de la unidad de obra.

Los materiales, a los precios resultantes a pie de obra, que quedan integrados en la unidad de que se trate o que sean necesarios para su ejecución.

Los gastos de personal, combustible, energía, etc., que tengan lugar por el accionamiento o funcionamiento de la maquinaria e instalaciones utilizadas en la ejecución de la unidad de obra.

Los gastos de amortización y conservación de la maquinaria e instalaciones anteriormente citadas.

Deben incluirse como costes indirectos: Los gastos de instalación de oficinas a pie de obra, comunicaciones, edificación de almacenes, talleres, pabellones temporales para obreros, laboratorio, etc., los del personal técnico y administrativo adscrito exclusivamente a la obra y los imprevistos. Todos estos gastos, excepto aquéllos que se reflejen en el presupuesto valorados en unidades de obra o en partidas alzadas, se cifrarán en un porcentaje de los costes directos, igual para todas las unidades de obra, que adoptará, en cada caso, el autor del proyecto a la vista de la naturaleza de la obra proyectada, de la importancia de su presupuesto y de su previsible plazo de ejecución.

Las características técnicas de cada unidad de obra, en las que se incluyen todas las especificaciones necesarias para su correcta ejecución, se encuentran en el apartado de 'Prescripciones en cuanto a la Ejecución por Unidad de Obra.', junto a la descripción del proceso de ejecución de la unidad de obra.

Si en la descripción del proceso de ejecución de la unidad de obra no figurase alguna operación necesaria para su correcta ejecución, se entiende que está incluida en el precio de la unidad de obra, por lo que no supondrá cargo adicional o aumento de precio de la unidad de obra contratada.

Para mayor aclaración, se exponen algunas operaciones o trabajos, que se entiende que siempre forman parte del proceso de ejecución de las unidades de obra:

El transporte y movimiento vertical y horizontal de los materiales en obra, incluso carga y descarga de los camiones

Eliminación de restos, limpieza final y retirada de residuos a vertedero de obra. Transporte de escombros sobrantes a vertedero autorizado.

Montaje, comprobación y puesta a punto.

Las correspondientes legalizaciones y permisos en instalaciones.

Maquinaria, andamiajes y medios auxiliares necesarios.

Trabajos que se considerarán siempre incluidos y para no ser reiterativos no se especifican en cada una de las unidades de obra.

1.3.5.3.- Presupuesto de Ejecución Material (PEM)

Es el resultado de la suma de los precios unitarios de las diferentes unidades de obra que la componen.

Se denomina Presupuesto de Ejecución Material al resultado obtenido por la suma de los productos del número de cada unidad de obra por su precio unitario y de las partidas alzadas. Es decir, el coste de la obra sin incluir los gastos generales, el beneficio industrial y el impuesto sobre el valor añadido.

1.3.5.4.- Precios contradictorios

Sólo se producirán precios contradictorios cuando el Promotor, por medio del Director de Obra, decida introducir unidades o cambios de calidad en alguna de las previstas, o cuando sea necesario afrontar alguna circunstancia imprevista.

El Contratista siempre estará obligado a efectuar los cambios indicados.

A falta de acuerdo, el precio se resolverá contradictoriamente entre el Director de Obra y el Contratista antes de comenzar la ejecución de los trabajos y en el plazo que determine el contrato de obra o, en su defecto, antes de quince días hábiles desde que se le comunique fehacientemente al Director de Obra. Si subsiste la diferencia, se acudirá, en primer lugar, al concepto más análogo dentro del cuadro de precios del proyecto y, en segundo lugar, al banco de precios de uso más frecuente en la localidad.

Los contradictorios que hubiese se referirán siempre a los precios unitarios de la fecha del contrato de obra. Nunca se tomará para la valoración de los correspondientes precios contradictorios la fecha de la ejecución de la unidad de obra en cuestión.

1.3.5.5.- Reclamación de aumento de precios

Si el Contratista, antes de la firma del contrato de obra, no hubiese hecho la reclamación u observación oportuna, no podrá bajo ningún pretexto de error u omisión reclamar aumento de los precios fijados en el cuadro correspondiente del presupuesto que sirva de base para la ejecución de las obras.

1.3.5.6.- Formas tradicionales de medir o de aplicar los precios

En ningún caso podrá alegar el Contratista los usos y costumbres locales respecto de la aplicación de los precios o de la forma de medir las unidades de obra ejecutadas. Se estará a lo previsto en el Presupuesto y en el criterio de medición en obra recogido en el Pliego.

1.3.5.7.- De la revisión de los precios contratados

El presupuesto presentado por el Contratista se entiende que es cerrado, por lo que no se aplicará revisión de precios.

Sólo se procederá a efectuar revisión de precios cuando haya quedado explícitamente determinado en el contrato de obra entre el Promotor y el Contratista.

1.3.5.8.- Acopio de materiales

El Contratista queda obligado a ejecutar los acopios de materiales o aparatos de obra que el Promotor ordene por escrito.

Los materiales acopiados, una vez abonados por el propietario, son de la exclusiva propiedad de

éste, siendo el Contratista responsable de su guarda y conservación.

1.3.6.- Obras por administración

Se denominan "Obras por administración" aquellas en las que las gestiones que se precisan para su realización las lleva directamente el Promotor, bien por sí mismo, por un representante suyo o por mediación de un Contratista.

Las obras por administración se clasifican en dos modalidades: Obras por administración directa.

Obras por administración delegada o indirecta.

Según la modalidad de contratación, en el contrato de obra se regulará: Su liquidación.

El abono al Contratista de las cuentas de administración delegada. Las normas para la adquisición de los materiales y aparatos.

Responsabilidades del Contratista en la contratación por administración en general y, en particular, la debida al bajo rendimiento de los obreros.

1.3.7.- Valoración y abono de los trabajos

1.3.7.1.- Forma y plazos de abono de las obras

Se realizará por certificaciones de obra y se recogerán las condiciones en el contrato de obra establecido entre las partes que intervienen (Promotor y Contratista) que, en definitiva, es el que tiene validez.

Los pagos se efectuarán por la propiedad en los plazos previamente establecidos en el contrato de obra, y su importe corresponderá precisamente al de las certificaciones de la obra conformadas por el Director de Ejecución de la Obra, en virtud de las cuáles se verifican aquéllos.

El Director de Ejecución de la Obra realizará, en la forma y condiciones que establezca el criterio de medición en obra incorporado en las Prescripciones en cuanto a la Ejecución por unidad de obra, la medición de las unidades de obra ejecutadas durante el período de tiempo anterior, pudiendo el Contratista presenciar la realización de tales mediciones.

Para las obras o partes de obra que, por sus dimensiones y características, hayan de quedar posterior y definitivamente ocultas, el contratista está obligado a avisar al Director de Ejecución de la Obra con la suficiente antelación, a fin de que éste pueda realizar las correspondientes mediciones y toma de datos, levantando los planos que las definan, cuya conformidad suscribirá el Contratista.

A falta de aviso anticipado, cuya existencia corresponde probar al Contratista, queda éste obligado a aceptar las decisiones del Promotor sobre el particular.

1.3.7.2.- Relaciones valoradas y certificaciones

En los plazos fijados en el contrato de obra entre el Promotor y el Contratista, éste último formulará una relación valorada de las obras ejecutadas durante las fechas previstas, según la medición practicada por el Director de Ejecución de la Obra.

Las certificaciones de obra serán el resultado de aplicar, a la cantidad de obra realmente ejecutada, los precios contratados de las unidades de obra. Sin embargo, los excesos de obra realizada en unidades, tales como excavaciones y hormigones, que sean imputables al Contratista, no serán objeto de certificación alguna.

Los pagos se efectuarán por el Promotor en los plazos previamente establecidos, y su importe corresponderá al de las certificaciones de obra, conformadas por la Dirección Facultativa. Tendrán el carácter de documento y entregas a buena cuenta, sujetas a las rectificaciones y variaciones que se deriven de la Liquidación Final, no suponiendo tampoco dichas certificaciones parciales la aceptación, la aprobación, ni la recepción de las obras que comprenden.

Las relaciones valoradas contendrán solamente la obra ejecutada en el plazo a que la valoración se refiere. Si la Dirección Facultativa lo exigiera, las certificaciones se extenderán a origen.

1.3.7.3.- Mejora de obras libremente ejecutadas

Cuando el Contratista, incluso con la autorización del Director de Obra, emplease materiales de más esmerada preparación o de mayor tamaño que el señalado en el proyecto o sustituyese una clase de fábrica por otra que tuviese asignado mayor precio, o ejecutase con mayores dimensiones cualquier parte de la obra, o, en general, introdujese en ésta y sin solicitársela, cualquier otra modificación que sea beneficiosa a juicio de la Dirección Facultativa, no tendrá derecho más que al abono de lo que pudiera corresponderle en el caso de que hubiese construido la obra con estricta sujeción a la proyectada y contratada o adjudicada.

1.3.7.4.- Abono de trabajos presupuestados con partidaalzada

El abono de los trabajos presupuestados en partidaalzada se efectuará previa justificación por parte del Contratista. Para ello, el Director de Obra indicará al Contratista, con anterioridad a su ejecución, el procedimiento que ha de seguirse para llevar dicha cuenta.

1.3.7.5.- Abono de trabajos especiales no contratados

Cuando fuese preciso efectuar cualquier tipo de trabajo de índole especial u ordinaria que, por no estar contratado, no sea de cuenta del Contratista, y si no se contratasen con tercera persona, tendrá el Contratista la obligación de realizarlos y de satisfacer los gastos de toda clase que ocasionen, los cuales le serán abonados por la Propiedad por separado y en las condiciones que se estipulen en el contrato de obra.

1.3.7.6.- Abono de trabajos ejecutados durante el plazo de garantía

Efectuada la recepción provisional, y si durante el plazo de garantía se hubieran ejecutado trabajos cualesquiera, para su abono se procederá así:

Si los trabajos que se realicen estuvieran especificados en el Proyecto, y sin causa justificada no se hubieran realizado por el Contratista a su debido tiempo, y el Director de obra exigiera su realización durante el plazo de garantía, serán valorados a los precios que figuren en el Presupuesto y abonados de acuerdo con lo establecido en el presente Pliego de Condiciones, sin estar sujetos a revisión de precios.

Si se han ejecutado trabajos precisos para la reparación de desperfectos ocasionados por el uso del edificio, por haber sido éste utilizado durante dicho plazo por el Promotor, se valorarán y abonarán a los precios del día, previamente acordados.

Si se han ejecutado trabajos para la reparación de desperfectos ocasionados por deficiencia de la construcción o de la calidad de los materiales, nada se abonará por ellos al Contratista.

1.3.8.- Indemnizaciones Mutuas

1.3.8.1.- Indemnización por retraso del plazo de terminación de las obras

Si, por causas imputables al Contratista, las obras sufrieran un retraso en su finalización con relación al plazo de ejecución previsto, el Promotor podrá imponer al Contratista, con cargo a la última certificación, las penalizaciones establecidas en el contrato, que nunca serán inferiores al perjuicio que pudiera causar el retraso de la obra.

1.3.8.2.- Demora de los pagos por parte del Promotor

Se regulará en el contrato de obra las condiciones a cumplir por parte de ambos.

1.3.9.- Varios

1.3.9.1.- Mejoras, aumentos y/o reducciones de obra

Si, por causas imputables al Contratista, las obras sufrieran un retraso en su finalización con relación al plazo de ejecución previsto, el Promotor podrá imponer al Contratista, con cargo a la última certificación, las penalizaciones establecidas en el contrato de obra, que nunca serán inferiores al perjuicio que pudiera causar el retraso de la obra.

1.3.9.2.- Unidades de obra defectuosas

Las obras defectuosas no se valorarán.

1.3.9.3.- Seguro de las obras

El Contratista está obligado a asegurar la obra contratada durante todo el tiempo que dure su ejecución, hasta la recepción definitiva.

1.3.9.4.- Conservación de la obra

El Contratista está obligado a conservar la obra contratada durante todo el tiempo que dure su ejecución, hasta la recepción definitiva.

1.3.9.5.- Uso por el Contratista de edificio o bienes del Promotor

No podrá el Contratista hacer uso de edificio o bienes del Promotor durante la ejecución de las obras sin el consentimiento del mismo.

Al abandonar el Contratista el edificio, tanto por buena terminación de las obras, como por resolución del contrato, está obligado a dejarlo desocupado y limpio en el plazo que se estipule en el contrato de obra.

1.3.9.6.- Pago de arbitrios

El pago de impuestos y arbitrios en general, municipales o de otro origen, sobre vallas, alumbrado, etc., cuyo abono debe hacerse durante el tiempo de ejecución de las obras y por conceptos inherentes a los propios trabajos que se realizan, correrán a cargo del Contratista, siempre que en el contrato de obra no se estipule lo contrario.

1.3.10.- Retenciones en concepto de garantía

Del importe total de las certificaciones se descontará un porcentaje, que se retendrá en concepto de garantía. Este valor no deberá ser nunca menor del cinco por cien (5%) y responderá de los trabajos mal ejecutados y de los perjuicios que puedan ocasionarle al Promotor.

Esta retención en concepto de garantía quedará en poder del Promotor durante el tiempo designado como PERIODO DE GARANTÍA, pudiendo ser dicha retención, "en metálico" o mediante un aval bancario que garantice el importe total de la retención.

Si el Contratista se negase a hacer por su cuenta los trabajos precisos para ultimar la obra en las condiciones contratadas, el Director de Obra, en representación del Promotor, los ordenará ejecutar a un tercero, o podrá realizarlos directamente por administración, abonando su importe con la fianza depositada, sin perjuicio de las acciones a que tenga derecho el Promotor, en el caso de que el importe de la fianza no bastase para cubrir el importe de los gastos efectuados en las unidades de obra que no fuesen de recibo.

La fianza retenida en concepto de garantía será devuelta al Contratista en el plazo estipulado en el contrato, una vez firmada el Acta de Recepción Definitiva de la obra. El promotor podrá exigir que el Contratista le acredite la liquidación y finiquito de sus deudas atribuibles a la ejecución de la obra, tales como salarios, suministros o subcontratos.

1.3.11.- Plazos de ejecución: Planning de obra

En el contrato de obra deberán figurar los plazos de ejecución y entregas indicados en meses, tanto totales como parciales. Además, será conveniente adjuntar al respectivo contrato un Planning de la ejecución de la obra donde figuren de forma gráfica y detallada la duración de las distintas partidas de obra que deberán conformar las partes contratantes.

1.3.12.- Liquidación económica de las obras

Simultáneamente al libramiento de la última certificación, se procederá al otorgamiento del Acta de Liquidación Económica de las obras, que deberán firmar el Promotor y el Contratista. En este acto se dará por terminada la obra y se entregarán, en su caso, las llaves, los correspondientes boletines debidamente cumplimentados de acuerdo a la Normativa Vigente, así como los proyectos Técnicos y permisos de las instalaciones contratadas.

Dicha Acta de Liquidación Económica servirá de Acta de Recepción Provisional de las obras, para lo cual será conformada por el Promotor, el Contratista, el Director de Obra y el Director de Ejecución de la Obra, quedando desde dicho momento la conservación y custodia de las mismas a cargo del Promotor.

La citada recepción de las obras, provisional y definitiva, queda regulada según se describe en las Disposiciones Generales del presente Pliego.

1.3.13.- Liquidación final de la obra

Entre el Promotor y Contratista, la liquidación de la obra deberá hacerse de acuerdo con las certificaciones conformadas por la Dirección de Obra. Si la liquidación se realizara sin el visto bueno de la Dirección de Obra, ésta sólo mediará, en caso de desavenencia o desacuerdo, en el recurso ante los Tribunales.

2.- PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARTICULARES

2.1.- Prescripciones sobre los materiales

Para facilitar la labor a realizar, por parte del Director de la Ejecución de la Obra, para el control de recepción en obra de los productos, equipos y sistemas que se suministren a la obra de acuerdo con lo especificado en el artículo 7.2. del CTE, en el presente proyecto se especifican las características técnicas que deberán cumplir los productos, equipos y sistemas suministrados.

Los productos, equipos y sistemas suministrados deberán cumplir las condiciones que sobre ellos se especifican en los distintos documentos que componen el Proyecto. Asimismo, sus calidades serán acordes con las distintas normas que sobre ellos estén publicadas y que tendrán un carácter de complementariedad a este apartado del Pliego. Tendrán preferencia en cuanto a su aceptabilidad aquellos materiales que estén en posesión de Documento de Idoneidad Técnica que avale sus calidades, emitido por Organismos Técnicos reconocidos. Este control de recepción en obra de productos, equipos y sistemas comprenderá según el artículo 7.2. del CTE: El control de la documentación de los suministros, realizado de acuerdo con el artículo 7.2.1. El control mediante distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad, según el artículo 7.2.2. El control mediante ensayos, conforme al artículo 7.2.3.

Por parte del Constructor o Contratista debe existir obligación de comunicar a los suministradores de productos las calidades que se exigen para los distintos materiales, aconsejándose que previamente al empleo de los mismos se solicite la aprobación del Director de Ejecución de la Obra y de las entidades y laboratorios encargados del control de calidad de la obra.

El Contratista será responsable de que los materiales empleados cumplan con las condiciones exigidas, independientemente del nivel de control de calidad que se establezca para la aceptación de

los mismos.

El Contratista notificará al Director de Ejecución de la Obra, con suficiente antelación, la procedencia de los materiales que se proponga utilizar, aportando, cuando así lo solicite el Director de Ejecución de la Obra, las muestras y datos necesarios para decidir acerca de su aceptación.

Estos materiales serán reconocidos por el Director de Ejecución de la Obra antes de su empleo en obra, sin cuya aprobación no podrán ser acopiados en obra ni se podrá proceder a su colocación. Así mismo, aún después de colocados en obra, aquellos materiales que presenten defectos no percibidos en el primer reconocimiento, siempre que vaya en perjuicio del buen acabado de la obra, serán retirados de la obra. Todos los gastos que ello ocasionase serán a cargo del Contratista.

El hecho de que el Contratista subcontrate cualquier partida de obra no le exime de su responsabilidad.

La simple inspección o examen por parte de los Técnicos no supone la recepción absoluta de los mismos, siendo los oportunos ensayos los que determinen su idoneidad, no extinguiéndose la responsabilidad contractual del Contratista a estos efectos hasta la recepción definitiva de la obra.

2.2.- Prescripciones en cuanto a la Ejecución por Unidad de Obra.

MEDIDAS PARA ASEGURAR LA COMPATIBILIDAD ENTRE LOS DIFERENTES PRODUCTOS, ELEMENTOS Y SISTEMAS CONSTRUCTIVOS QUE COMPONEN LA UNIDAD DE OBRA.

Se especifican en este apartado, en el caso de que existan, las compatibilidades o incompatibilidades, tanto físicas como químicas, entre los diversos componentes que componen la unidad de obra, o entre el soporte y los componentes.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS.

En este apartado se describe la unidad de obra, detallando de manera pormenorizada los elementos que la componen, con la nomenclatura específica correcta de cada uno de ellos, de acuerdo a los criterios que marca la propia normativa.

NORMAS DE APLICACIÓN.

Se especifican las normas que afectan a la realización de la unidad de obra.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO.

Indica cómo se ha medido la unidad de obra en la fase de redacción del proyecto, medición que luego será comprobada en obra.

PROCESO DE EJECUCIÓN.

Antes de iniciarse los trabajos de ejecución de cada una de las unidades de obra, el Director de Ejecución de la Obra, habrá recepcionado los materiales y los certificados acreditativos exigibles, en base a lo establecido en la documentación pertinente por el técnico redactor del proyecto.

En este apartado se desarrolla el proceso de ejecución de cada unidad de obra, asegurando en cada momento las condiciones que permitan conseguir el nivel de calidad previsto para cada elemento constructivo en particular.

Se subdivide en cuatro subapartados, que reflejan los cuatro momentos en los que se deben realizar las comprobaciones del proceso de ejecución y verificar el cumplimiento de unos parámetros de rechazo, ensayos o pruebas de servicio, recogidas en diferentes normas, para poder decidir la adecuación del elemento a la característica mencionada, y así conseguir la calidad prevista en el elemento constructivo.

CONDICIONES PREVIAS.

Antes de iniciarse las actividades correspondientes al proceso de ejecución de cada unidad de obra,

se realizarán una serie de comprobaciones sobre el estado de las unidades de obra, realizadas previamente, y que pueden servir de soporte a la nueva unidad de obra. Además, en algunos casos, será necesario la presentación al Director de Ejecución de la Obra, de una serie de documentos por parte del Contratista, para poder éste iniciar las obras.

Aceptadas las diferentes unidades de inspección, sólo se dará por aceptada la unidad de obra en caso de no estar programado ningún ensayo o prueba de servicio.

ENSAYOS Y PRUEBAS DE SERVICIO.

En este subapartado se recogen, en caso de tener que realizarse, los ensayos o pruebas de servicio a efectuar para la aceptación final de la unidad de obra. Se procederá a su realización, a cargo del Contratista, y se comprobará si sus resultados están de acuerdo con la normativa. En caso afirmativo, se procederá a la aceptación final de la unidad de obra.

Si los resultados de la prueba de servicio no son conformes, el Director de Ejecución de la Obra, dará las órdenes oportunas de reparación, o en su caso, de demolición. Subsana la deficiencia, se procederá de nuevo, hasta la aceptación final de la unidad de obra.

CONDICIONES DE TERMINACIÓN.

Este subapartado hace referencia a las condiciones en las que debe finalizarse cada unidad de obra, una vez aceptada, para que no interfiera negativamente en el proceso de ejecución del resto de unidades y quede garantizado su buen funcionamiento.

Una vez terminados los trabajos correspondientes a la ejecución de cada unidad de obra, el Contratista retirará los medios auxiliares y procederá a la limpieza del elemento realizado y de las zonas de trabajo, recogiendo los restos de materiales y demás residuos originados por las operaciones realizadas para ejecutar esta unidad de obra, siendo todos ellos clasificados, cargados y transportados a centro de reciclaje, vertedero específico o centro de acogida o transferencia. De entre todas ellas se enumeran las que se consideran básicas.

GARANTÍAS DE CALIDAD.

En algunas unidades de obra será obligatorio presentar al Director de Ejecución de Obra, por parte del Contratista, una serie de documentos que garantizan la calidad de la unidad de obra.

COMPROBACIÓN EN OBRA DE LAS MEDICIONES EFECTUADAS EN PROYECTO Y ABONO DE LAS MISMAS.

Indica cómo se comprobarán en obra las mediciones de Proyecto, una vez superados todos los controles de calidad y obtenida la aceptación final por parte del Director de Ejecución de la Obra.

La medición del número de unidades de obra que ha de abonarse, en su caso, se realizará de acuerdo con las normas que establece este capítulo, tendrá lugar en presencia y con intervención del Contratista, entendiéndose que éste renuncia a tal derecho si, avisado oportunamente, no compareciese a tiempo. En tal caso, será válido el resultado que el Director de Ejecución de la Obra consigne.

Todas las unidades de obra se abonarán a los precios establecidos en el Presupuesto. Dichos precios se abonarán por las unidades terminadas y ejecutadas con arreglo al presente Pliego de Condiciones Técnicas Particulares.

Estas unidades comprenden el suministro, cánones, transporte, manipulación y empleo de los materiales, maquinaria, medios auxiliares, mano de obra necesaria para su ejecución y costes indirectos derivados de estos conceptos, así como cuantas necesidades circunstanciales se requieran para la ejecución de la obra, tales como indemnizaciones por daños a terceros u ocupaciones temporales y costos de obtención de los permisos necesarios, así como de las operaciones necesarias para la reposición de servidumbres y servicios públicos o privados afectados tanto por el proceso de ejecución de las obras como por las instalaciones auxiliares.

Igualmente, aquellos conceptos que se especifican en la definición de cada unidad de obra, las

operaciones descritas en el proceso de ejecución, los ensayos y pruebas de servicio y puesta en funcionamiento, inspecciones, permisos, boletines, licencias, tasas o similares.

No será de abono al Contratista mayor volumen de cualquier tipo de obra que el definido en los planos o en las modificaciones autorizadas por la Dirección Facultativa. Tampoco le será abonado, en su caso, el coste de la restitución de la obra a sus dimensiones correctas, ni la obra que hubiese tenido que realizar por orden de la Dirección Facultativa para subsanar cualquier defecto de ejecución.

A continuación, se detalla el significado de algunos de los términos utilizados en los diferentes capítulos de obra.

ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO.

Volumen de tierras en perfil esponjado. La medición se referirá al estado de las tierras una vez extraídas. Para ello, la forma de obtener el volumen de tierras a transportar, será la que resulte de aplicar el porcentaje de esponjamiento medio que proceda, en función de las características del terreno.

Volumen de relleno en perfil compactado. La medición se referirá al estado del relleno una vez finalizado el proceso de compactación.

Volumen teórico ejecutado. Será el volumen que resulte de considerar las dimensiones de las secciones teóricas especificadas en los planos de Proyecto, independientemente de que las secciones excavadas hubieran quedado con mayores dimensiones.

CIMENTACIONES.

Superficie teórica ejecutada. Será la superficie que resulte de considerar las dimensiones de las secciones teóricas especificadas en los planos de Proyecto, independientemente de que la superficie ocupada por el hormigón hubiera quedado con mayores dimensiones.

Volumen teórico ejecutado. Será el volumen que resulte de considerar las dimensiones de las secciones teóricas especificadas en los planos de Proyecto, independientemente de que las secciones de hormigón hubieran quedado con mayores dimensiones.

ESTRUCTURAS.

Volumen teórico ejecutado. Será el volumen que resulte de considerar las dimensiones de las secciones teóricas especificadas en los planos de Proyecto, independientemente de que las secciones de los elementos estructurales hubieran quedado con mayores dimensiones.

ESTRUCTURAS METÁLICAS.

Peso nominal medido. Serán los kg que resulten de aplicar a los elementos estructurales metálicos los pesos nominales que, según dimensiones y tipo de acero, figuren en tablas.

ESTRUCTURAS (MUROS).

Deduciendo los huecos de superficie mayor de 6,00 m². Se aplicará el mismo criterio que para fachadas y particiones.

FACHADAS Y PARTICIONES.

Deduciendo los huecos de superficie mayor de 6,00 m². Se medirán los paramentos verticales de fachadas descontando únicamente aquellos huecos cuya superficie sea mayor de 6,00 m², Lo que significa que: Cuando los huecos sean menores de 6,00 m² se medirán a cinta corrida como si no hubiera huecos. Cuando los huecos sean mayores de 6,00 m², se deducirá la superficie de estos huecos, pero se sumará a la medición la superficie correspondiente al desarrollo de las moquetas del interior del hueco.

A los efectos anteriores, se entenderá como hueco, cualquier abertura que tenga moquetas y dintel

para puerta o ventana. En caso de tratarse de un vacío en la fábrica sin dintel, antepecho ni carpintería, se deducirá siempre el mismo al medir la fábrica, sea cual fuere su superficie.

En el supuesto de cerramientos de fachada donde las hojas, en lugar de apoyar directamente en el forjado, apoyen en una o dos hiladas de regularización que abarquen todo el espesor del cerramiento, al efectuar la medición de las unidades de obra se medirá su altura desde el forjado y, en compensación, no se medirán las hiladas de regularización.

INSTALACIONES.

Longitud realmente ejecutada. Medición según desarrollo longitudinal resultante, considerando, en su caso, los tramos ocupados por piezas especiales.

2.2.1.- Acondicionamiento del terreno

2.2.1.1.- desbroce y limpieza del terreno.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS.

Desbroce y limpieza del terreno, con medios mecánicos. Comprende los trabajos necesarios para retirar de las zonas previstas para la edificación o urbanización: árboles, plantas, tocones, maleza, broza, maderas caídas, escombros, basuras o cualquier otro material existente, hasta una profundidad no menor que el espesor de la capa de tierra vegetal, considerando como media 25 cm. Incluso transporte de la maquinaria, carga a camión sin incluir transporte a vertedero.

NORMATIVA DE APLICACIÓN.

Ejecución: CTE. Acondicionamiento del terreno. Desmontes: Explanaciones.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO.

Superficie medida en proyección horizontal, según documentación gráfica de Proyecto.

PROCESO DE EJECUCIÓN.

CONDICIONES PREVIAS.

Estudio de la posible existencia de servidumbres, elementos enterrados, redes de servicio o cualquier tipo de instalaciones que puedan resultar afectadas por las obras a iniciar.

FASES DE EJECUCIÓN.

Replanteo previo.

Remoción de los materiales de desbroce.

Retirada y disposición de los materiales objeto de desbroce. Carga a camión

CONDICIONES DE TERMINACIÓN.

Terreno limpio y en condiciones adecuadas para poder realizar el replanteo definitivo de la obra.

COMPROBACIÓN EN OBRA DE LAS MEDICIONES EFECTUADAS EN PROYECTO Y ABONO DE LAS MISMAS.

Se medirá, en proyección horizontal, la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, sin incluir los incrementos por excesos de excavación no autorizados.

2.2.1.2.-Excavación en zanjas.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS.

Excavación de tierras a cielo abierto para formación de zanjas para cimentaciones hasta una profundidad de 2 m, en suelos cohesivos de arcilla semidura, con medios mecánicos, hasta alcanzar la cota de profundidad indicada en el Proyecto. Incluso apuntalamiento y entibación semicuajada para una protección del 50%, mediante tablonos, correas y codales de madera, transporte de la maquinaria, retirada de los materiales excavados y carga a camión sin incluir transporte a vertedero.

NORMATIVA DE APLICACIÓN.

Ejecución:

CTE. DB SE-C Seguridad estructural: Cimientos.

NTE-ADV. Acondicionamiento del terreno. Desmontes: Vaciados.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO.

Volumen medido sobre las secciones teóricas de la excavación, según documentación gráfica de Proyecto.

PROCESO DE EJECUCIÓN. CONDICIONES

PREVIAS.

Se comprobará que el terreno coincide con el previsto en el Proyecto. Se dispondrá de la información topográfica y geotécnica necesaria.

Plano altimétrico del solar, indicando servidumbres e instalaciones que afecten a los trabajos de excavación. Estudio del estado de conservación de los edificios medianeros y construcciones próximas que pudieran verse afectadas, y análisis de su sistema estructural. El Contratista notificará al Director de Ejecución de la Obra, con la antelación suficiente, el comienzo de las excavaciones.

FASES DE EJECUCIÓN.

Replanteo general y fijación de los puntos y niveles de referencia Colocación de las camillas en las esquinas y extremos de las alineaciones. Excavación en sucesivas franjas horizontales y extracción de tierras.

Refinado de fondos y laterales a mano, con extracción de las tierras.

Colocación de la madera aserrada para la formación de la entibación.

Colocación de codales.

Clavado de todos los elementos. Carga a camión.

Protección de la excavación frente a filtraciones y acciones de erosión o desmoronamiento por parte de las aguas de escorrentía.

CONDICIONES DE TERMINACIÓN.

La excavación quedará con cortes de tierra estables y exenta en su superficie de fragmentos de roca, lajas y materiales que hayan quedado en situación inestable.

Se garantizará la estabilidad de las construcciones e instalaciones próximas que pudieran verse afectadas.

COMPROBACIÓN EN OBRA DE LAS MEDICIONES EFECTUADAS EN PROYECTO Y ABONO DE LAS MISMAS.

Se medirá el volumen teórico ejecutado según especificaciones de Proyecto, sin incluir los incrementos por excesos de excavación no autorizados, ni el relleno necesario para reconstruir la sección teórica por defectos imputables al Contratista. Se medirá la excavación una vez realizada y antes de que sobre ella se efectúe ningún tipo de relleno. Si el Contratista cerrase la excavación antes de conformada la medición, se entenderá que se aviene a lo que unilateralmente determine

el Director de Ejecución de la Obra.

2.2.1.3.- Excavación en pozos.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS.

Excavación de tierras a cielo abierto para formación de pozos para cimentaciones hasta una profundidad de 2 m, en suelos cohesivos de arcilla semidura, con medios mecánicos, hasta alcanzar la cota de profundidad indicada en el Proyecto. Incluso apuntalamiento y entibación semicuajada para una protección del 50%, mediante tablonces, correas y codales de madera, transporte de la maquinaria, retirada de los materiales excavados y carga a camión sin incluir transporte a vertedero.

NORMATIVA DE APLICACIÓN.

Ejecución:

CTE. DB SE-C Seguridad estructural: Cimientos.

NTE-ADV. Acondicionamiento del terreno. Desmontes: Vaciados.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO.

Volumen medido sobre las secciones teóricas de la excavación, según documentación gráfica de Proyecto.

PROCESO DE EJECUCIÓN. CONDICIONES

PREVIAS.

Se comprobará que el terreno coincide con el previsto en el Proyecto. Se dispondrá de la información topográfica y geotécnica necesaria.

Plano alimétrico del solar, indicando servidumbres e instalaciones que afecten a los trabajos de excavación.

Estudio del estado de conservación de los edificios medianeros y construcciones próximas que pudieran verse afectadas, y análisis de su sistema estructural.

El Contratista notificará al Director de Ejecución de la Obra, con la antelación suficiente, el comienzo de las excavaciones.

FASES DE EJECUCIÓN.

Replanteo general y fijación de los puntos y niveles de referencia. Colocación de las camillas en las esquinas y extremos de las alineaciones. Excavación en sucesivas franjas horizontales y extracción de tierras.

Refinado de fondos y laterales a mano, con extracción de las tierras.

Colocación de la madera aserrada para la formación de la entibación.

Colocación de codales.

Clavado de todos los elementos. Carga a camión.

Protección de la excavación frente a filtraciones y acciones de erosión o desmoronamiento por parte de las aguas de escorrentía

CONDICIONES DE TERMINACIÓN.

La excavación quedará con cortes de tierra estables y exenta en su superficie de fragmentos de roca, lajas y materiales que hayan quedado en situación inestable.

Se garantizará la estabilidad de las construcciones e instalaciones próximas que pudieran verse afectadas.

COMPROBACIÓN EN OBRA DE LAS MEDICIONES EFECTUADAS EN PROYECTO Y ABONO DE LAS MISMAS.

Se medirá el volumen teórico ejecutado según especificaciones de Proyecto, sin incluir los

incrementos por excesos de excavación no autorizados, ni el relleno necesario para reconstruir la sección teórica por defectos imputables al Contratista. Se medirá la excavación una vez realizada y antes de que sobre ella se efectúe ningún tipo de relleno. Si el Contratista cerrase la excavación antes de conformada la medición, se entenderá que se aviene a lo que unilateralmente determine el Director de Ejecución de la Obra.

2.2.1.4.- Relleno principal de zanjas.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS.

Formación de relleno con tierra seleccionada procedente de la propia excavación, en zanjas en las que previamente se han alojado las instalaciones y se ha realizado el relleno envolvente de las mismas (no incluido en este precio); y compactación en tongadas sucesivas de 20 cm de espesor máximo mediante equipo manual formado por bandeja vibrante, hasta alcanzar un grado de compactación no inferior al 95% de la máxima obtenida en el ensayo Proctor Normal, realizado según NLT-107 (no incluido en este precio). Incluso cinta o distintivo indicador de la instalación, carga, transporte y descarga a pie de tajo de los áridos a utilizar en los trabajos de relleno y humectación de los mismos.

NORMATIVA DE APLICACIÓN.

Ejecución: CTE. DB SE-C Seguridad estructural: Cimientos.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO.

Volumen medido sobre las secciones teóricas de la excavación, según documentación gráfica de Proyecto.

PROCESO DE EJECUCIÓN. CONDICIONES

PREVIAS.

Finalización de los trabajos del relleno envolvente de las instalaciones alojadas previamente en las zanjas.

FASES DE EJECUCIÓN.

Acopio de materiales.

Transporte y descarga del material a pie de tajo

Colocación de cinta o distintivo indicador de la instalación en el fondo de la zanja. Extendido del material de relleno en capas de grosor uniforme.

Riego de la capa. Compactación y nivelación.

Protección frente a contaminaciones y paso de vehículos.

CONDICIONES DE TERMINACIÓN.

Grado de compactación adecuado.

COMPROBACIÓN EN OBRA DE LAS MEDICIONES EFECTUADAS EN PROYECTO Y ABONO DE LAS MISMAS.

Se medirá, en perfil compactado, el volumen realmente ejecutado según especificaciones de Proyecto, sin incluir los incrementos por excesos de excavación no autorizados.

2.2.2.- Cimentaciones

2.2.2.1.- Capa de hormigón de limpieza.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS.

Formación de capa de hormigón de limpieza y nivelado de fondos de cimentación, de 10 cm de espesor, mediante el vertido con cubilote de hormigón en masa HM-10/B/20/I fabricado en central en el fondo de la excavación previamente realizada.

NORMATIVA DE APLICACIÓN.

Elaboración, transporte y puesta en obra del hormigón: CTE.

DB SE-C Seguridad estructural: Cimientos.

CTE. DB HS Salubridad.

Instrucción de Hormigón Estructural EHE-08

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO. Superficie

medida sobre la superficie teórica de la excavación,

según documentación gráfica de Proyecto.

PROCESO DE EJECUCIÓN. CONDICIONES

PREVIAS.

Antes de proceder a la ejecución de la cimentación, se realizará la confirmación del estudio geotécnico según el apartado 3.4 del DB SE-C Seguridad estructural: Cimientos (CTE), donde se menciona que, una vez iniciadas las excavaciones, a la vista del terreno excavado y para la situación precisa de los elementos de cimentación, el Director de Obra apreciará la validez y suficiencia de los datos aportados por el estudio geotécnico, adoptando en casos de discrepancia las medidas oportunas para la adecuación de la cimentación y del resto de la estructura a las características geotécnicas del terreno.

Se comprobará, visualmente o mediante las pruebas que se juzguen oportunas, que el terreno de apoyo de aquella se corresponde con las previsiones del Proyecto.

El resultado de tal inspección, definiendo la profundidad de la cimentación de cada uno de los apoyos de la obra, su forma y dimensiones, y el tipo y consistencia del terreno, se incorporará a la documentación final de obra. En particular, se debe comprobar que el nivel de apoyo de la cimentación se ajusta al previsto y, apreciablemente, la estratigrafía coincide con la estimada en el estudio geotécnico, que el nivel freático y las condiciones hidrogeológicas se ajustan a las previstas, que el terreno presenta, apreciablemente, una resistencia y una humedad similares a la supuesta en el estudio geotécnico, que no se detectan defectos evidentes tales como cavernas, fallas, galerías, pozos, etc, y, por último, que no se detectan corrientes subterráneas que puedan producir socavación o arrastres.

Una vez realizadas estas comprobaciones, se confirmará la existencia de los elementos enterrados de la instalación de puesta a tierra, y que el plano de apoyo del terreno es horizontal y presenta una superficie limpia.

FASES DE EJECUCIÓN.

Replanteo.

Colocación de toques y/o formación de maestras. Puesta en obra del hormigón.

Curado del hormigón.

CONDICIONES DE TERMINACIÓN.

Superficie horizontal y plana.

COMPROBACIÓN EN OBRA DE LAS MEDICIONES EFECTUADAS EN PROYECTO Y ABONO DE LAS MISMAS.

Se medirá la superficie teórica ejecutada según especificaciones de Proyecto, sin incluir los incrementos por excesos de excavación no autorizados.

2.2.2.2.- Zapata de cimentación de hormigón armado.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS.

Formación de zapata de cimentación de hormigón armado HA-25/B/20/IIa fabricado en central y vertido con cubilote, con una cuantía aproximada de acero B 500 S UNE 36068 de 57,853 kg/m³.

NORMATIVA DE APLICACIÓN.

Elaboración, transporte y puesta en obra del hormigón:

Instrucción de Hormigón Estructural EHE-08

Ejecución:

CTE. DB SE-C Seguridad estructural: Cimientos. NTE-

CSZ. Cimentaciones superficiales: Zapatas.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO.

Volumen medido sobre las secciones teóricas de la excavación, según documentación gráfica de Proyecto.

PROCESO DE EJECUCIÓN. CONDICIONES

PREVIAS.

Se comprobará la existencia de la capa de hormigón de limpieza, que presentará un plano de apoyo horizontal y una superficie limpia.

FASES DE EJECUCIÓN.

Replanteo y trazado de las zapatas y de los pilares u otros elementos estructurales que apoyen en las mismas.

Colocación de separadores y fijación de las armaduras. Puesta en obra del hormigón.

Coronación y enrase de cimientos.

Curado del hormigón.

CONDICIONES DE TERMINACIÓN.

Monolitismo y correcta transmisión de las cargas al terreno.

COMPROBACIÓN EN OBRA DE LAS MEDICIONES EFECTUADAS EN PROYECTO Y ABONO DE LAS MISMAS.

Se medirá el volumen teórico ejecutado según especificaciones de Proyecto, sin incluir los incrementos por excesos de excavación no autorizados.

2.2.2.3.-Encofrado recuperable de madera en zapata de cimentación.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS.

Montaje de encofrado recuperable madera en zapata de cimentación y desencofrado posterior.

Incluso p/p de elementos de sustentación, fijación y acodamientos necesarios para su estabilidad y aplicación de líquido desencofrante.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO.

Superficie medida según documentación gráfica de Proyecto.

PROCESO DE EJECUCIÓN. CONDICIONES

PREVIAS.

Antes de proceder a la ejecución de los encofrados hay que asegurarse de que las excavaciones están no sólo abiertas, sino en las condiciones que convenga a las características y dimensiones del encofrado.

FASES DE EJECUCIÓN.

Replanteo.

Encofrado lateral de madera. Desencofrado.

Eliminación de restos y retirada a vertedero

CONDICIONES DE TERMINACIÓN.

Exactitud de replanteo y monolitismo del conjunto.

COMPROBACIÓN EN OBRA DE LAS MEDICIONES EFECTUADAS EN PROYECTO Y ABONO DE LAS MISMAS.

Se medirá la superficie de hormigón en contacto con el encofrado realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.

2.2.3.- Estructuras

2.2.3.1.-Estructura.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS.

Formación de estructura metálica compuesta por pilares metálicos y cerchas metálicas o pórticos metálicos en acero laminado, incluyendo las correas, trabajado y montado en taller. Aplicación posterior de dos manos de imprimación con pintura de minio electrolítico. Incluso p/p de conexiones a cimentación, preparación de bordes, soldaduras, cortes, piezas especiales, placas de arranque y transición de pilar inferior a superior, mortero sin retracción para retacado de placas, despuntes y reparación en obra de cuantos retoques y/o desperfectos se originen por razones de transporte, manipulación o montaje, con el mismo grado de preparación de superficies e imprimación.

NORMATIVA DE APLICACIÓN.

Elaboración, transporte y puesta en obra del hormigón:

Instrucción de Hormigón Estructural EHE-08 Ejecución:

CTE. DB SE-A Seguridad estructural: Acero.

UNE-ENV 1090-1. Ejecución de estructuras de acero. Parte 1: Reglas generales y reglas para edificación.

NTE-EAF. Estructuras de acero: Forjados. NTE-

EAS. Estructuras de acero: Soportes. NTE-EAV.

Estructuras de acero: Vigas.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO.

Superficie medida en verdadera magnitud desde las caras exteriores de los zunchos del

perímetro, según documentación gráfica de Proyecto, deduciendo los huecos de superficie mayor de 6 m².

PROCESO DE EJECUCIÓN. CONDICIONES PREVIAS.

Aprobación por parte del Director de Ejecución de la Obra del programa de montaje, basado en las indicaciones de Proyecto y elaborado por el montador.

Los soldadores deben estar certificados por un organismo acreditado y cualificarse de acuerdo con la norma UNE-EN 287-1.

FASES DE EJECUCIÓN.

Replanteo y marcado de ejes sobre placas de anclaje. Limpieza y preparación de las mismas.

Colocación y fijación provisional del soporte.

Nivelación y aplomado.

Ejecución de las uniones.

Comprobación final del aplomado.

Replanteo de la viga en sus apoyos.

Limpieza y preparación del plano de apoyo del sistema.

Presentación de las viguetas o correas.

Limpieza, colocación y fijación provisional de las vigas y viguetas. Nivelación y aplomado.

Ejecución de las uniones.

Montaje de encofrados.

Replanteo y acabado de voladizos, goterones, huecos para paso de instalaciones, etc. Limpieza de ácidos, pinturas grasas, etc., presentes en la superficie de acero.

Ejecución de las uniones. Reparación de defectos superficiales.

Protección hasta la finalización de las obras frente a acciones mecánicas no previstas en el cálculo.

CONDICIONES DE TERMINACIÓN.

Acabado superficial adecuado para el posterior tratamiento de protección. Estabilidad estructural y correcta transmisión de cargas.

COMPROBACIÓN EN OBRA DE LAS MEDICIONES EFECTUADAS EN PROYECTO Y ABONO DE LAS MISMAS.

Se medirá, en verdadera magnitud, desde las caras exteriores de los zunchos del perímetro, la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, deduciendo los huecos de superficie mayor de 6 m².

2.2.4.- Fachadas

2.2.4.1.-Puerta para garaje, apertura manual.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS.

Suministro y colocación de puerta para garaje, panel totalmente ciego. Apertura manual. Incluso poleas, guías y accesorios, cerradura central con llave de seguridad y falleba de accionamiento manual. Elaborada en taller, ajuste y fijación en obra. Totalmente instalada.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO.

Unidad proyectada, según documentación gráfica de Proyecto.

PROCESO DE EJECUCIÓN. CONDICIONES PREVIAS.

La altura del hueco será suficiente para permitir su cierre, debiendo disponer de una altura mínima según las especificaciones del fabricante.

Los revestimientos de los paramentos contiguos al hueco no sobresaldrán de la hoja de cierre para evitar rozamientos.

FASES DE EJECUCIÓN.

Colocación y fijación de los perfiles guía.

Introducción del cierre de lamas en las guías.

Colocación y fijación del eje a los soportes.

Fijación del cierre de lamas al tambor. Montaje del sistema de apertura.

Montaje del sistema de accionamiento.

Repaso y engrase de mecanismos y guías.

CONDICIONES DE TERMINACIÓN.

Solidez del conjunto y ajuste de los mecanismos.

COMPROBACIÓN EN OBRA DE LAS MEDICIONES EFECTUADAS EN PROYECTO Y ABONO DE LAS MISMAS.

Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

2.2.5.- Instalaciones

2.2.5.1.- Red de toma de tierra para estructura metálica del edificio.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS.

Suministro e instalación de red de toma de tierra para estructura metálica del edificio compuesta por 120 m de cable conductor de cobre desnudo recocado de 35 mm² de sección para la línea principal de toma de tierra del edificio, enterrado a una profundidad mínima de 80 cm, 8 m de cable conductor de cobre desnudo recocado de 35 mm² de sección para la línea de enlace de toma de tierra de los pilares metálicos a conectar. Incluso soldaduras aluminotérmicas, registro de comprobación y puente de prueba. Totalmente montada, conexionada y probada, sin incluir ayudas de albañilería.

NORMATIVA DE APLICACIÓN.

Instalaciones

REBT- 2002. Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión. GUIA-

BT-18. Instalaciones de puesta a tierra.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO.

Unidad proyectada, según documentación gráfica de Proyecto.

PROCESO DE EJECUCIÓN. CONDICIONES

PREVIAS.

Se comprobará que su situación y recorrido se corresponden con los de Proyecto, y que hay espacio suficiente para su instalación.

FASES DE EJECUCIÓN.

Replanteo.

Conexión del electrodo y la línea de enlace.

Montaje del punto de puesta a tierra.

Trazado de la línea principal de tierra.

Sujeción.

Trazado de derivaciones de tierra.

Conexión de las derivaciones.

Conexión a masa de la red.

Pruebas de servicio.

CONDICIONES DE TERMINACIÓN.

Los contactos estarán debidamente protegidos para garantizar una continua y correcta conexión.

COMPROBACIÓN EN OBRA DE LAS MEDICIONES EFECTUADAS EN PROYECTO Y ABONO DE LAS MISMAS.

Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

2.2.6.2.- Extintor portátil de polvo químico ABC.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS.

Suministro y colocación de extintor portátil de polvo químico ABC polivalente antibrasa, con presión incorporada, de eficacia 34A /183B, con 6 kg de agente extintor, con manómetro y manguera con boquilla difusora. Incluso soporte y accesorios de montaje. Totalmente instalado.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO.

Unidad proyectada, según documentación gráfica de Proyecto.

PROCESO DE EJECUCIÓN. CONDICIONES

PREVIAS.

Su situación se corresponde con la de Proyecto y la zona de ubicación está completamente terminada.

FASES DE EJECUCIÓN.

Replanteo de la situación del extintor. Colocación y fijación del soporte.

Colocación del extintor.

Protección del conjunto frente a golpes y mal uso.

CONDICIONES DE TERMINACIÓN.

Visibilidad total.

Llevará incorporado su correspondiente placa identificativa.

COMPROBACIÓN EN OBRA DE LAS MEDICIONES EFECTUADAS EN PROYECTO Y ABONO DE LAS MISMAS.

Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

2.2.6.3.-Bajante de PVC liso.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS.

Suministro y montaje de bajante de PVC liso, serie B (UNE-EN 1453) de 110 mm de diámetro y 3,2 mm de espesor, con sistema de unión por enchufe encolado, fijada a los muros mediante abrazaderas metálicas, con sus correspondientes piezas especiales de empalme y derivación, para la evacuación de aguas residuales y/o pluviales en el interior del edificio. Totalmente montada, conexionada y probada.

NORMATIVA DE APLICACIÓN.

Instalación: CTE. DB HS Salubridad.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO.

Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto.

PROCESO DE EJECUCIÓN. CONDICIONES

PREVIAS.

Se comprobará que su situación y recorrido se corresponden con los de Proyecto, y que hay espacio suficiente para su instalación.

Existencia de huecos y pasatubos en los forjados y elementos estructurales a atravesar.

FASES DE EJECUCIÓN.

Replanteo y trazado del conducto.

Presentación en seco de tubos y piezas especiales. Marcado de la situación de las abrazaderas.

Fijación de las abrazaderas.

Montaje del conjunto, empezando por el extremo superior. Limpieza de la zona a encolar, encolado y conexión de las piezas. Pruebas de servicio.

Protección del conjunto frente a golpes y mal uso.

CONDICIONES DE TERMINACIÓN.

Estanqueidad.

Libre desplazamiento respecto a los movimientos de la estructura.

COMPROBACIÓN EN OBRA DE LAS MEDICIONES EFECTUADAS EN PROYECTO Y ABONO DE LAS MISMAS.

Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.

2.2.6.4.-Canalón circular de chapa de acero galvanizado.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS.

Suministro y montaje de canalón circular de chapa de acero galvanizado, de desarrollo 333 mm, de 0,6 mm de espesor, color gris, para recogida de aguas de cubierta, formado por piezas preformadas, fijadas mediante gafas especiales de sujeción al alero. Totalmente equipado. Incluso p/p de piezas especiales, remates finales del mismo material, y piezas de conexión a bajantes. Totalmente montado, conexionado y probado.

NORMATIVA DE APLICACIÓN.

Instalación: CTE. DB HS Salubridad.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO.

Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto.

PROCESO DE EJECUCIÓN. CONDICIONES

PREVIAS.

Se comprobará que su situación y recorrido se corresponden con los de Proyecto, y que hay espacio suficiente para su instalación.

FASES DE EJECUCIÓN.

Replanteo y trazado del canalón. Colocación y

sujeción de abrazaderas

Montaje de las piezas, partiendo del punto de desagüe. Empalme de las piezas.

Pruebas de servicio.

Protección frente a golpes y mal uso.

CONDICIONES DE TERMINACIÓN.

Estanqueidad. Circulación

de agua.

COMPROBACIÓN EN OBRA DE LAS MEDICIONES EFECTUADAS EN PROYECTO Y ABONO DE LAS MISMAS.

Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.

2.2.6.- Cubiertas

2.26.1.- Cubierta inclinada; cobertura: chapa sandwich.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS.

Formación de cubierta inclinada con una pendiente media del 20%, sobre base resistente, compuesta de sándwich prefabricado de doble hoja de chapa con relleno interior de espuma extrusionada, anclado a las correas mediante tornillos autoroscantes.

NORMATIVA DE APLICACIÓN.

Ejecución: NTE-QTT. Cubiertas.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO.

Superficie del faldón medida en verdadera magnitud, según documentación gráfica de Proyecto, sin tener en cuenta el solape correspondiente entre paneles. Incluyendo formación de cumbreras, limatesas y aleros. No se incluyen formación de limahoyas, aleros decorativos ni encuentros de faldones con paramentos verticales, chimeneas, ventanas o conductos de ventilación.

PROCESO DE EJECUCIÓN. CONDICIONES

PREVIAS.

La superficie de la base resistente debe ser uniforme y plana, estar limpia, y carecer de restos de obra, habiéndose resuelto con anterioridad su encuentro con el paso de instalaciones y con los huecos de ventilación y de salida de humos.

FASES DE EJECUCIÓN.

Replanteo y trazado de limatesas, limahoyas, encuentros y juntas.

Colocación de los paneles.

Protección de las pendientes.

Ejecución de cumbreras, limatesas, aleros y bordes libres.

CONDICIONES DE TERMINACIÓN.

Adecuada fijación al soporte, continuidad y calidad en el tratamiento de juntas de la membrana impermeabilizante.

Estanqueidad al agua e integridad de la capa de protección frente a la acción destructiva de los agentes atmosféricos.

Resistencia y compatibilidad de deformaciones del conjunto constructivo con la estructura y la cobertura del edificio.

COMPROBACIÓN EN OBRA DE LAS MEDICIONES EFECTUADAS EN PROYECTO Y ABONO DE LAS MISMAS.

Se medirá, en verdadera magnitud, la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, sin tener en cuenta el solape correspondiente de la teja. Incluyendo formación de cumbreras, limatesas, aleros y bordes libres. No se incluyen formación de limahoyas, aleros decorativos ni encuentros de faldones con paramentos verticales, chimeneas, ventanas o conductos de ventilación.

2.2.7.- Revestimientos

2.2.7.1.-Revestimiento decorativo de fachadas con pintura plástica lisa.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS.

Formación en fachadas de capa de acabado para revestimientos continuos bicapa con pintura plástica, textura lisa, mediante la aplicación de una mano de imprimación selladora de pintura autolimpiable, basada en resinas de Pliolite y disolventes orgánicos como fijador de superficie y dos manos de acabado con pintura plástica lisa, acabado mate, diluida en un 10% de agua, a base de copolímeros acrílicos puros, de gran flexibilidad y adherencia, impermeable al agua de lluvia y permeable al vapor de agua, resistente a los álcalis, antimoho, (rendimiento: 0,222 l/m² cada mano). Incluso p/p de preparación de la capa base, nueva y en buen estado, de mortero industrial (no incluida en este precio); formación de juntas, rincones, aristas y remates en los encuentros con paramentos, revestimientos u otros elementos recibidos en su superficie.

NORMATIVA DE APLICACIÓN.

Ejecución: NTE-RPP. Revestimientos de paramentos: Pinturas.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO.

Superficie medida según documentación gráfica de Proyecto, deduciendo los huecos de superficie mayor de 3 m² e incluyendo el desarrollo de las mochetas.

PROCESO DE EJECUCIÓN. CONDICIONES

PREVIAS.

La superficie soporte deberá ser resistente, lisa y porosa, y estar limpia, seca y exenta de polvo, grasa y materias extrañas.

FASES DE EJECUCIÓN.

Limpieza general del paramento soporte.

Lijado de pequeñas adherencias e imperfecciones. Aplicación de la mano de imprimación.

Aplicación de dos manos de acabado. CONDICIONES DE TERMINACIÓN.

Adherencia. Impermeabilidad al agua. Permeabilidad al vapor. Buen aspecto.

COMPROBACIÓN EN OBRA DE LAS MEDICIONES EFECTUADAS EN PROYECTO Y ABONO DE LAS MISMAS.

Se medirá la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, deduciendo los huecos de superficie mayor de 3m² e incluyendo el desarrollo de las moquetas.

PALENCIA 31 DE AGOSTO DE 2015

EL ALUMNO DE GRADO EN
INGENIERIA AGRICOLA Y DEL MEDIO RURAL

MANUEL TERAN GONZALEZ



Universidad de Valladolid
Campus de Palencia



**Escuela Técnica Superior
de Ingenierías Agrarias Palencia**

Titulación:
GRADO EN INGENIERÍA AGRÍCOLA Y DEL MEDIO RURAL

***PROYECTO DE ALMACÉN AGRÍCOLA PARA PLAN DE
MEJORA DE EXPLOTACIÓN AGRÍCOLA, DE 190 HA DE
SECANO/REGADÍO, EN OSORNO (PALENCIA).***

DOCUMENTO 4-MEDICIONES

Alumno/a: MANUEL TERÁN GONZÁLEZ

Tutor/a: ENRIQUE RELEA GANGAS

Cotutor/a:

Mes SEPTIEMBRE de 2015

DOCUMENTO 4

MEDICIONES

ÍNDICE MEDICIONES

CAPÍTULO CAP 01 MOVIMIENTO DE TIERRAS	2
CAPÍTULO CAP 02 CIMENTACIÓN, SOLERA Y PUESTA A TIERRA	3
CAPÍTULO CAP 03 MUROS	4
CAPÍTULO CAP 04 ESTRUCTURA.....	5
CAPÍTULO CAP 05 CUBIERTA Y CERRAMIENTO HASTIALES	6
CAPÍTULO CAP 06 CARPINTERÍA	8
CAPÍTULO CAP 07 ACCESO	9
CAPÍTULO CAP 08 GESTION DE RESIDUOS	10
CAPÍTULO CAP 09 SEGURIDAD Y SALUD	11

MEDICIONES

NAVE USO AGRICOLA OSORNO 15X30

CÓDIGO RESUMEN UDS LONGITUD ANCHURA ALTURA PARCIALES CANTIDAD

CAPÍTULO CAP 01 MOVIMIENTO DE TIERRAS

E02CM020M	m3 EXC.VAC.A MÁQUINA TERR.FLOJOS					
	Excavación a cielo abierto, en terrenos flojos, por medios mecánicos, con extracción de tierras fuera de la excavación, en vaciados, sin carga ni transporte al vertedero y con p.p. de medios auxiliares.					
	cajeado nave	1	31,30	16,30	0,30	153,06
						153,06
E02SA030M	m3 REL/APIS.MEC.C.ABIER.ZAHORRA					
	Relleno, extendido y apisonado de zahorras a cielo abierto, por medios mecánicos, en tongadas de 30 cm. de espesor, hasta conseguir un grado de compactación del 95% del proctor normal, incluso regado de las mismas y refino de taludes, y con p.p. de medios auxiliares, considerando las zahorras a pie de tajo.					
	sub-base	1	31,30	16,30	0,15	76,53
						76,53
E02EM020M	m3 EXC.ZANJA A MÁQUINA T. FLOJOS					
	Excavación en zanjas, en terrenos flojos, por medios mecánicos, con extracción de tierras a los bordes, sin carga ni transporte al vertedero y con p.p. de medios auxiliares.					
	ZAPATAS	1	89,20	1,00	0,75	66,90
						66,90

MEDICIONES

NAVE USO AGRICOLA OSORNO 15X30

CÓDIGO RESUMEN UDS LONGITUD ANCHURA ALTURA PARCIALES CANTIDAD

CAPÍTULO CAP 02 CIMENTACIÓN, SOLERA Y PUESTA A TIERRA

E04CM040M	m3 HORM.LIMPIEZA HM-20/P/20/I V.MAN Hormigón en masa HM-20 N/mm2, consistencia plástica, Tmáx.20 mm., para ambiente normal, elaborado en central para limpieza y nivelado de fondos de cimentación, incluso vertido por medios manuales y colocación. Según NTE-CSZ,EHE y CTE-SE-C. ZAPATA	1	89,20	1,00	0,10	8,92	
							8,92
E04CM060M	m3 HORM. HA-25/P/40/I V. MANUAL Hormigón en masa HA-25/P/40/I, elaborado en central en relleno de zapatas y zanjas de cimentación, incluso encamillado de pilares y muros, vertido por medios manuales, vibrado y colocación. Según normas NTE-CSZ , EHE y CTE-SE-C. ZAPATA	1	89,20	1,00	0,75	66,90	
							66,90
E04AB023M	kg ACERO CORRUGADO ELAB.B 500 S Acero corrugado B 500 S, cortado y doblado en taller y armado y colocado en obra, incluso p.p. de despuntes. Según EHE y CTE-SE-A. cantidad ciment. 50 kg/m3	1	66,11	50,00		3.305,50	
							3.305,50
E17BD050M	m. RED TOMA DE TIERRA ESTRUCTURA Red de toma de tierra de estructura, realizada con cable de cobre desnudo de 35 mm2, uniéndolo mediante soldadura aluminotérmica a la armadura de cada zapata, incluyendo parte proporcional de pica, registro de comprobación y puente de prueba.	2	30,00			60,00	
		2	15,00			30,00	
		4	1,61			6,44	
		1	1,16			1,16	
							97,60
E04SA020M	m2 SOLER.HA-25, 15cm.ARMA.#15x15x6 Solera de hormigón de 15 cm. de espesor, realizada con hormigón HA-25 N/mm2, Tmáx.20 mm., elaborado en obra, i/vertido, colocación y armado con mallazo 15x15x6, p.p. de juntas, aserrado de las mismas y fratasado. Según NTE-RSS y EHE.	1	29,40	14,40	0,15	63,50	
							63,50

MEDICIONES

NAVE USO AGRICOLA OSORNO 15X30

CÓDIGO RESUMEN UDS LONGITUD ANCHURA ALTURA PARCIALES CANTIDAD

CAPÍTULO CAP 03 MUROS

E04MEF040M m2 ENCOFRADO EN MUROS 2 CARAS h>4,00

Encofrado y desencofrado en muros de dos caras vistas de altura superior a 4,00m, con paneles metálicos modulares considerando 20 posturas y consola trepa de trabajo. Según NTE.

2	30,00		4,00	240,00
2	14,90		4,00	119,20
-1	7,00		4,00	-28,00

331,20

E04MM010M m3 HORMIGÓN HA-25/P/20/I V.MAN.

Hormigón HA-25/P/20/I, elaborado en central en muros, incluso vertido manual, vibrado y colocado. Según normas NTE-CCM , EHE y CTE-SE-C.

2	24,00	0,30	4,00	57,60
2	15,40	0,30	4,00	36,96
-1	7,00	0,30	4,00	-8,40

86,16

E04AB023M kg ACERO CORRUGADO ELAB.B 500 S

Acero corrugado B 500 S, cortado y doblado en taller y armado y colocado en obra, incluso p.p. de despuntes. Según EHE y CTE-SE-A.
muro cuantía 90 kg/m3

1	107,04	90,00		9.633,60
---	--------	-------	--	----------

9.633,60

MEDICIONES

NAVE USO AGRICOLA OSORNO 15X30

CÓDIGO RESUMEN UDS LONGITUD ANCHURA ALTURA PARCIALES CANTIDAD

CAPÍTULO CAP 04 ESTRUCTURA

E05AAL010M	kg ACERO LAMINADO S275, EN PERFILES LAMINADOS EN CALIENTE PARA VIGA				
	Acero laminado S275, en perfiles laminados en caliente para vigas, pilares, zunchos y correas mediante uniones atornilladas; i/p.p. de tornillos calibrados, cortes, piezas especiales, despuntes y dos manos de imprimación con pintura de minio de plomo y dos manos de esmalte, montado y colocado, según NTE-EAS y CTE-DB-SE-A.				
	PILARES				
	HEA200	1	8,27	42,30	349,82
	IPE200	2	7,81	22,40	349,89
	HEA180	12	8,36	35,50	3.561,36
	VIGAS				
	IPE240	8	7,49	30,70	1.839,54
	IPE200	2	7,49	22,40	335,55
	IPE300	2	7,49	42,20	632,16
	ARRIOSTRAM.				
	d=16mm	8	9,52	1,58	120,33
	REC., CASQ. DESP.	0,1	6.707,00		670,70
	EHA 120	10	5,97	19,90	1.188,03
					9.047,38
E05AC030M1	m. CORREA CHAPA PERF. TIPO Z 200x2.0				
	Correa realizada con chapa conformada en frío tipo Z, 200x2.0, i/p.p. de despuntes y piezas especiales, colocada y montada. Según NTE-EA y CTE-DB-SE-A.				
		12	30,00		360,00
					360,00
E05AC030M4	m. CORREA CHAPA PERF. TIPO C 200x2.0				
	Correa realizada con chapa conformada en frío tipo C 200x2.0, i/p.p. de despuntes y piezas especiales, colocada y montada. Según NTE-EA y CTE-DB-SE-A.				
		4	15,00		60,00
		2	7,70		15,40
					75,40
E05AP040M	ud PLAC.ANCLAJE S275 35x30x1,5cm				
	Placa de anclaje de acero S275 en perfil plano, de dimensiones 35x35x2 cm. con pernos de acero corrugado B500S, 4 de 20 mm y 55 cm. de longitud, soldadas, i/taladro central, colocada. Según NTE y CTE-DB-SE-A.				
		4			4,00
					4,00
E05AP020M	ud PLAC.ANCLAJE S275 A40x35x1,5cm				
	Placa de anclaje de acero S275 en perfil plano, de dimensiones 50x35x2 cm. con cuatro pernos de acero corrugado B500S de 20 mm. de diámetro y 55 cm. de longitud, soldadas, i/taladro central, colocada. Según NTE y CTE-DB-SE-A.				
		8			8,00
					8,00
E05AP0430M	ud PLAC ANCLAJE S275 40x45x1,5 cm				
		1	1,00		1,00
					1,00
E05AP050M	ud PLAC ANCLAJE S275 30x40x1,5 cm				
		2	1,00		2,00
					2,00

MEDICIONES

NAVE USO AGRICOLA OSORNO 15X30

CÓDIGO RESUMEN UDS LONGITUD ANCHURA ALTURA PARCIALES CANTIDAD

CAPÍTULO CAP 05 CUBIERTA Y CERRAMIENTO HASTIALES

E09IMP030M1 m2 CUB.PANEL CHAPA PRELACADA-30

Cubierta formada por panel de chapa de acero en perfil comercial con dos láminas prelacadas de 0,6 mm. con núcleo de espuma de poliuretano de 40 kg./m3. con un espesor total de 30 mm., sobre correas metálicas, i/p.p. de solapes, accesorios de fijación, juntas de estanqueidad, medios auxiliares y elementos de seguridad, s/NTE-QTG-8. Medida en verdadera magnitud.

cubierta

2	7,70	30,00	462,00
-6	7,70	1,00	-46,20

415,80

E20WNL030M m. CANALÓN PRELACADO RED.DES. 333mm.

Canalón de chapa de acero galvanizada de 1,00 mm. de espesor con un desarrollo de 600 mm., fijado a la correa., totalmente equipado, incluso con p.p. de piezas especiales y remates finales de chapa prelacada, soldaduras y piezas de conexión a bajantes, completamente instalado.

Canalón	2	30,00	60,00
---------	---	-------	-------

60,00

E20WJP030M m. BAJANTE PVC PLUVIALES 160 mm.

Bajante de PVC de pluviales, UNE-EN-1453, de 160 mm. de diámetro, con sistema de unión por junta elástica, colocada con abrazaderas metálicas, instalada, incluso con p.p. de piezas especiales de PVC, funcionando. Según CTE-HS-5.

Bajante	4	7,30	29,20
---------	---	------	-------

29,20

E09IMP030M2 m2 CERR. .PANEL CHAPA PRELACADA-30

Cerramiento vertical formado por panel de chapa de acero en perfil comercial con dos láminas prelacadas de 0,6 mm. con núcleo de espuma de poliuretano de 40 kg./m3. con un espesor total de 30 mm., sobre correas metálicas, i/p.p. de solapes, accesorios de fijación, juntas de estanqueidad, medios auxiliares y elementos de seguridad. Medida en verdadera magnitud.

2	30,00	3,00	180,00
2	15,00	3,00	90,00
-1	7,00	3,50	-24,50

245,50

POLIC m2 PANEL TRASLÚCIDO POLICARBONATO

Panel traslúcido realizado con placa de policarbonato compacto con protección frente a los rayos ultravioletas, totalmente instalada, i/p.p. de solapes, piezas especiales de remate, tornillos de fijación, juntas, etc., y medios auxiliares de montaje, según NTE.

6	4,76	1,00	28,56
---	------	------	-------

28,56

E09ISD210M m. REMATE CHAPA PRELACADA 0,6 D=500

Remate de chapa de acero de 0,6 mm. en perfil comercial prelacado por cara exterior de 500 mm. de desarrollo, en cumbre, lima o remate lateral, i/p.p. de solapes accesorios de fijación y juntas de estanqueidad, totalmente instalado, i/medios auxiliares y elementos de seguridad, s/NTE-QTG-9-10 y 11. Medido en verdadera magnitud.

cumbre	1	30,00	30,00
--------	---	-------	-------

30,00

E09ISD200M m. REMATE CHAPA PRELACADA 0,6 D=333

Remate de chapa de acero de 0,6 mm. en perfil comercial prelacado por cara exterior, de 333 mm. de desarrollo en remate lateral, i/p.p. de solapes, accesorios de fijación, juntas de estanqueidad, totalmente instalado, i/medios auxiliares y elementos de seguridad, s/NTE-QTG-9-10 y 11. Medida en verdadera magnitud.

MEDICIONES

NAVE USO AGRICOLA OSORNO 15X30

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
	remates laterales	4	24,00			96,00	
		1	15,00			15,00	
		1	7,70			7,70	
		4	3,00			12,00	
							130,70
AIR-EST	m. AIREADOR ESTATICO CUBIERTA						
	Aireador estático en cubierta en chapa galvanizada, incluido malla antipájaros, instalado en cumbrera, i/p.p.de piezas especiales, tornillos de fijación, juntas, etc., y medios auxiliares de montaje, según NTE.						
	cubierta	2	2,00			4,00	
							4,00

MEDICIONES

NAVE USO AGRICOLA OSORNO 15X30

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
--------	---------	-----	----------	---------	--------	-----------	----------

CAPÍTULO CAP 09 SEGURIDAD Y SALUD

10-021SYS P/A PRESUPUESTO DE SEGURIDAD Y SALUD

En concepto de medidas y equipos de seguridad y salud durante la ejecución de los trabajos contemplados en este Proyecto, según se desarrolla en el Estudio de Seguridad Anejo a la Memoria: protección individual, protección colectiva, señalización, instalaciones de higiene y protección contra incendios.

Seguridad y Salud

1

1,00

1,00

PALENCIA 31 DE AGOSTO DE 2015

EL ALUMNO DE GRADO EN
INGENIERIA AGRICOLA Y DEL MEDIO RURAL

MANUEL TERAN GONZALEZ



Universidad de Valladolid
Campus de Palencia



**Escuela Técnica Superior
de Ingenierías Agrarias Palencia**

Titulación:

GRADO EN INGENIERÍA AGRÍCOLA Y DEL MEDIO RURAL

***PROYECTO DE ALMACÉN AGRÍCOLA PARA PLAN DE
MEJORA DE EXPLOTACIÓN AGRÍCOLA, DE 190 HA DE
SECANO/REGADÍO, EN OSORNO (PALENCIA).***

DOCUMENTO 5-PRESUPUESTO

Alumno/a: MANUEL TERÁN GONZÁLEZ

Tutor/a: ENRIQUE RELEA GANGAS

Cotutor/a:

Mes SEPTIEMBRE de 2015

DOCUMENTO 5 PRESUPUESTO

PRESUPUESTO

NAVE USO AGRICOLA OSORNO 15X30

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO CAP 01 MOVIMIENTO DE TIERRAS				
E02CM020M	m3 EXC.VAC.A MÁQUINA TERR.FLOJOS Excavación a cielo abierto, en terrenos flojos, por medios mecánicos, con extracción de tierras fuera de la excavación, en vaciados, sin carga ni transporte al vertedero y con p.p. de medios auxiliares.	153,06	3,50	535,71
E02SA030M	m3 RELL/APIS.MEC.C.ABIER.ZAHORRA Relleno, extendido y apisonado de zahorras a cielo abierto, por medios mecánicos, en tongadas de 30 cm. de espesor, hasta conseguir un grado de compactación del 95% del proctor normal, incluso regado de las mismas y refino de taludes, y con p.p. de medios auxiliares, considerando las zahorras a pie de tajo.	76,53	9,50	727,04
E02EM020M	m3 EXC.ZANJA A MÁQUINA T. FLOJOS Excavación en zanjas, en terrenos flojos, por medios mecánicos, con extracción de tierras a los bordes, sin carga ni transporte al vertedero y con p.p. de medios auxiliares.	66,90	5,27	352,56
TOTAL CAPÍTULO CAP 01 MOVIMIENTO DE TIERRAS				1.615,31

PRESUPUESTO

NAVE USO AGRICOLA OSORNO 15X30

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO CAP 02 CIMENTACIÓN, SOLERA Y PUESTA A TIERRA				
E04CM040M	m3 HORM.LIMPIEZA HM-20/P/20/I V.MAN Hormigón en masa HM-20 N/mm2, consistencia plástica, Tmáx.20 mm., para ambiente normal, elaborado en central para limpieza y nivelado de fondos de cimentación, incluso vertido por medios manuales y colocación. Según NTE-CSZ,EHE y CTE-SE-C.	8,92	58,20	519,14
E04CM060M	m3 HORM. HA-25/P/40/I V. MANUAL Hormigón en masa HA-25/P/40/I, elaborado en central en relleno de zapatas y zanjas de cimentación, incluso encamillado de pilares y muros, vertido por medios manuales, vibrado y colocación. Según normas NTE-CSZ , EHE y CTE-SE-C.	66,90	62,40	4.174,56
E04AB023M	kg ACERO CORRUGADO ELAB.B 500 S Acero corrugado B 500 S, cortado y doblado en taller y armado y colocado en obra, incluso p.p. de despuntes. Según EHE y CTE-SE-A.	3.305,50	1,12	3.702,16
E17BD050M	m. RED TOMA DE TIERRA ESTRUCTURA Red de toma de tierra de estructura, realizada con cable de cobre desnudo de 35 mm2, uniéndolo mediante soldadura aluminotérmica a la armadura de cada zapata, incluyendo parte proporcional de pica, registro de comprobación y puente de prueba.	97,60	5,50	536,80
E04SA020M	m2 SOLER.HA-25, 15cm.ARMA.#15x15x6 Solera de hormigón de 15 cm. de espesor, realizada con hormigón HA-25 N/mm2, Tmáx.20 mm., elaborado en obra, i/vertido, colocación y armado con mallazo 15x15x6, p.p. de juntas, aserrado de las mismas y fratasado. Según NTE-RSS y EHE.	63,50	17,10	1.085,85
TOTAL CAPÍTULO CAP 02 CIMENTACIÓN, SOLERA Y PUESTA A TIERRA.....				10.018,51

PRESUPUESTO

NAVE USO AGRICOLA OSORNO 15X30

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO CAP 03 MUROS				
E04MEF040M	m2 ENCOFRADO EN MUROS 2 CARAS h>4,00 Encofrado y desencofrado en muros de dos caras vistas de altura superior a 4,00m, con paneles metálicos modulares considerando 20 posturas y consola trepa de trabajo. Según NTE.	331,20	15,57	5.156,78
E04MM010M	m3 HORMIGÓN HA-25/P/20/I V.MAN. Hormigón HA-25/P/20/I, elaborado en central en muros, incluso vertido manual, vibrado y colocado. Según normas NTE-CCM , EHE y CTE-SE-C.	86,16	46,28	3.987,48
E04AB023M	kg ACERO CORRUGADO ELAB.B 500 S Acero corrugado B 500 S, cortado y doblado en taller y armado y colocado en obra, incluso p.p. de despuntes. Según EHE y CTE-SE-A.	9.633,60	1,12	10.789,63
TOTAL CAPÍTULO CAP 03 MUROS.....				19.933,89

PRESUPUESTO

NAVE USO AGRICOLA OSORNO 15X30

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO CAP 04 ESTRUCTURA				
E05AAL010M	kg ACERO LAMINADO S275, EN PERFILES LAMINADOS EN CALIENTE PARA VIGA Acero laminado S275, en perfiles laminados en caliente para vigas, pilares, zunchos y correas mediante uniones atornilladas; i/p.p. de tornillos calibrados, cortes, piezas especiales, despuntes y dos manos de imprimación con pintura de minio de plomo y dos manos de esmalte, montado y colocado, según NTE-EAS y CTE-DB-SE-A.	9.047,38	1,10	9.952,12
E05AC030M1	m. CORREA CHAPA PERF. TIPO Z 200x2.0 Correa realizada con chapa conformada en frío tipo Z, 200x2.0, i/p.p. de despuntes y piezas especiales, colocada y montada. Según NTE-EA y CTE-DB-SE-A.	360,00	15,30	5.508,00
E05AC030M4	m. CORREA CHAPA PERF. TIPO C 200x2.0 Correa realizada con chapa conformada en frío tipo C 200x2.0, i/p.p. de despuntes y piezas especiales, colocada y montada. Según NTE-EA y CTE-DB-SE-A.	75,40	15,30	1.153,62
E05AP040M	ud PLAC.ANCLAJE S275 35x30x1,5cm Placa de anclaje de acero S275 en perfil plano, de dimensiones 35x35x2 cm. con pernos de acero corrugado B500S, 4 de 20 mm y 55 cm. de longitud, soldadas, i/taladro central, colocada. Según NTE y CTE-DB-SE-A.	4,00	58,60	234,40
E05AP020M	ud PLAC.ANCLAJE S275 A40x35x1,5cm Placa de anclaje de acero S275 en perfil plano, de dimensiones 50x35x2 cm. con cuatro pernos de acero corrugado B500S de 20 mm. de diámetro y 55 cm. de longitud, soldadas, i/taladro central, colocada. Según NTE y CTE-DB-SE-A.	8,00	60,37	482,96
E05AP0430M	ud PLAC ANCLAJE S275 40x45x1,5 cm	1,00	62,30	62,30
E05AP050M	ud PLAC ANCLAJE S275 30x40x1,5 cm	2,00	65,00	130,00
TOTAL CAPÍTULO CAP 04 ESTRUCTURA				17.523,40

PRESUPUESTO

NAVE USO AGRICOLA OSORNO 15X30

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO CAP 05 CUBIERTA Y CERRAMIENTO HASTIALES				
E09IMP030M1	m2 CUB.PANEL CHAPA PRELACADA-30 Cubierta formada por panel de chapa de acero en perfil comercial con dos láminas prelacadas de 0,6 mm. con núcleo de espuma de poliuretano de 40 kg./m3. con un espesor total de 30 mm., sobre correas metálicas, i/p.p. de solapes, accesorios de fijación, juntas de estanqueidad, medios auxiliares y elementos de seguridad, s/NTE-QTG-8. Medida en verdadera magnitud.	415,80	30,52	12.690,22
E20WNL030M	m. CANALÓN PRELACADO RED.DES. 333mm. Canalón de chapa de acero galvanizada de 1,00 mm. de espesor con un desarrollo de 600 mm., fijado a la correa., totalmente equipado, incluso con p.p. de piezas especiales y remates finales de chapa prelacada, soldaduras y piezas de conexión a bajantes, completamente instalado.	60,00	31,74	1.904,40
E20WJP030M	m. BAJANTE PVC PLUVIALES 160 mm. Bajante de PVC de pluviales, UNE-EN-1453, de 160 mm. de diámetro, con sistema de unión por junta elástica, colocada con abrazaderas metálicas, instalada, incluso con p.p. de piezas especiales de PVC, funcionando. Según CTE-HS-5.	29,20	25,60	747,52
E09IMP030M2	m2 CERR. .PANEL CHAPA PRELACADA-30 Cerramiento vertical formado por panel de chapa de acero en perfil comercial con dos láminas prelacadas de 0,6 mm. con núcleo de espuma de poliuretano de 40 kg./m3. con un espesor total de 30 mm., sobre correas metálicas, i/p.p. de solapes, accesorios de fijación, juntas de estanqueidad, medios auxiliares y elementos de seguridad. Medida en verdadera magnitud.	245,50	14,27	3.503,29
POLIC	m2 PANEL TRASLÚCIDO POLICARBONATO Panel traslúcido realizado con placa de policarbonato compacto con protección frente a los rayos ultravioletas, totalmente instalada, i/p.p.de solapes, piezas especiales de remate, tornillos de fijación, juntas, etc., y medios auxiliares de montaje, según NTE.	28,56	25,09	716,57
E09ISD210M	m. REMATE CHAPA PRELACADA 0,6 D=500 Remate de chapa de acero de 0,6 mm. en perfil comercial prelacado por cara exterior de 500 mm. de desarrollo, en cumbre, lima o remate lateral, i/p.p. de solapes accesorios de fijación y juntas de estanqueidad, totalmente instalado, i/medios auxiliares y elementos de seguridad, s/NTE-QTG-9-10 y 11. Medido en verdadera magnitud.	30,00	14,25	427,50
E09ISD200M	m. REMATE CHAPA PRELACADA 0,6 D=333 Remate de chapa de acero de 0,6 mm. en perfil comercial prelacado por cara exterior, de 333 mm. de desarrollo en remate lateral, i/p.p. de solapes, accesorios de fijación, juntas de estanqueidad, totalmente instalado, i/medios auxiliares y elementos de seguridad, s/NTE-QTG-9-10 y 11. Medida en verdadera magnitud.	130,70	9,80	1.280,86
AIR-EST	m. AIREADOR ESTATICO CUBIERTA Aireador estático en cubierta en chapa galvanizada, incluido malla antipájaros, instalado en cumbre, i/p.p.de piezas especiales, tornillos de fijación, juntas, etc., y medios auxiliares de montaje, según NTE.	4,00	120,00	480,00
TOTAL CAPÍTULO CAP 05 CUBIERTA Y CERRAMIENTO HASTIALES.....				21.750,36

PRESUPUESTO

NAVE USO AGRICOLA OSORNO 15X30

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO CAP 06 CARPINTERÍA				
E15CGB050M	m2 PUERTA BASCUL. ARTICULADA 1/3 Puerta basculante articulada a 1/3, accionamiento manual equilibrada por dos conjuntos de tres muelles laterales de seguridad, construida con cerco, bastidor y refuerzos de tubo de acero galvanizado, hoja ciega de chapa plegada de acero galvanizado sendzimer de 0,8 mm., bisagras, guías al techo, rodamientos, pernios de seguridad, cerradura de seguridad, tirador de PVC y demás accesorios, patillas de fijación a obra, incluso acabado de capa de pintura epoxi polimerizada al horno en blanco, elaborada en taller, ajuste y montaje en obra. (incluido recibido).	42,00	54,00	2.268,00
TOTAL CAPÍTULO CAP 06 CARPINTERÍA				2.268,00

PRESUPUESTO

NAVE USO AGRICOLA OSORNO 15X30

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO CAP 07 ACCESO				
E02CM020M	m3 EXC.VAC.A MÁQUINA TERR.FLOJOS Excavación a cielo abierto, en terrenos flojos, por medios mecánicos, con extracción de tierras fuera de la excavación, en vaciados, sin carga ni transporte al vertedero y con p.p. de medios auxiliares.	15,00	3,50	52,50
E02SA030M	m3 REL/APIS.MEC.C.ABIER.ZAHORRA Relleno, extendido y apisonado de zahorras a cielo abierto, por medios mecánicos, en tongadas de 30 cm. de espesor, hasta conseguir un grado de compactación del 95% del proctor normal, incluso regado de las mismas y refino de taludes, y con p.p. de medios auxiliares, considerando las zahorras a pie de tajo.	15,00	9,50	142,50
TOTAL CAPÍTULO CAP 07 ACCESO.....				195,00

PRESUPUESTO

NAVE USO AGRICOLA OSORNO 15X30

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO CAP 08 GESTION DE RESIDUOS				
10-021GR	P/A PRESUPUESTO GESTIÓN DE RESIDUOS En concepto de la gestión de los residuos de construcción generados mediante la estimación del volumen producido en los trabajos directamente relacionados con la obra, según se desarrolla en el Estudio de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición Anejo a la Memoria del presente Proyecto			
		1,00	150,00	150,00
	TOTAL CAPÍTULO CAP 08 GESTION DE RESIDUOS.....			150,00

PRESUPUESTO

NAVE USO AGRICOLA OSORNO 15X30

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO CAP 09 SEGURIDAD Y SALUD				
10-021SYS	P/A PRESUPUESTO DE SEGURIDAD Y SALUD En concepto de medidas y equipos de seguridad y salud durante la ejecución de los trabajos contemplados en este Proyecto, según se desarrolla en el Estudio de Seguridad Anejo a la Memoria: protección individual, protección colectiva, señalización, instalaciones de higiene y protección contra incendios.	1,00	1.250,00	1.250,00
TOTAL CAPÍTULO CAP 09 SEGURIDAD Y SALUD.....				1.250,00
TOTAL				

DOCUMENTO 5

CUADRO DE PRECIOS 1

CUADRO DE PRECIOS 1

NAVE USO AGRICOLA OSORNO 15X30

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
CAPÍTULO CAP 01 MOVIMIENTO DE TIERRAS			
E02CM020M	m3	EXC.VAC.A MÁQUINA TERR.FLOJOS Excavación a cielo abierto, en terrenos flojos, por medios mecánicos, con extracción de tierras fuera de la excavación, en vaciados, sin carga ni transporte al vertedero y con p.p. de medios auxiliares.	3,50
		TRES EUROS con CINCUENTA CÉNTIMOS	
E02SA030M	m3	RELL/APIS.MEC.C.ABIER.ZAHORRA Relleno, extendido y apisonado de zahorras a cielo abierto, por medios mecánicos, en tongadas de 30 cm. de espesor, hasta conseguir un grado de compactación del 95% del proctor normal, incluso regado de las mismas y refino de taludes, y con p.p. de medios auxiliares, considerando las zahorras a pie de tajo.	9,50
		NUEVE EUROS con CINCUENTA CÉNTIMOS	
E02EM020M	m3	EXC.ZANJA A MÁQUINA T. FLOJOS Excavación en zanjas, en terrenos flojos, por medios mecánicos, con extracción de tierras a los bordes, sin carga ni transporte al vertedero y con p.p. de medios auxiliares.	5,27
		CINCO EUROS con VEINTISIETE CÉNTIMOS	

CUADRO DE PRECIOS 1

NAVE USO AGRICOLA OSORNO 15X30

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
CAPÍTULO CAP 02 CIMENTACIÓN, SOLERA Y PUESTA A TIERRA			
E04CM040M	m3	HORM.LIMPIEZA HM-20/P/20/I V.MAN Hormigón en masa HM-20 N/mm2, consistencia plástica, Tmáx.20 mm., para ambiente normal, elaborado en central para limpieza y nivelado de fondos de cimentación, incluso vertido por medios manuales y colocación. Según NTE-CSZ,EHE y CTE-SE-C.	58,20
		CINCUENTA Y OCHO EUROS con VEINTE CÉNTIMOS	
E04CM060M	m3	HORM. HA-25/P/40/I V. MANUAL Hormigón en masa HA-25/P/40/I, elaborado en central en relleno de zapatas y zanjas de cimentación, incluso encamillado de pilares y muros, vertido por medios manuales, vibrado y colocación. Según normas NTE-CSZ , EHE y CTE-SE-C.	62,40
		SESENTA Y DOS EUROS con CUARENTA CÉNTIMOS	
E04AB023M	kg	ACERO CORRUGADO ELAB.B 500 S Acero corrugado B 500 S, cortado y doblado en taller y armado y colocado en obra, incluso p.p. de despuntes. Según EHE y CTE-SE-A.	1,12
		UN EUROS con DOCE CÉNTIMOS	
E17BD050M	m.	RED TOMA DE TIERRA ESTRUCTURA Red de toma de tierra de estructura, realizada con cable de cobre desnudo de 35 mm2, uniéndolo mediante soldadura aluminotérmica a la armadura de cada zapata, incluyendo parte proporcional de pica, registro de comprobación y puente de prueba.	5,50
		CINCO EUROS con CINCUENTA CÉNTIMOS	
E04SA020M	m2	SOLER.HA-25, 15cm.ARMA.#15x15x6 Solera de hormigón de 15 cm. de espesor, realizada con hormigón HA-25 N/mm2, Tmáx.20 mm., elaborado en obra, i/vertido, colocación y armado con mallazo 15x15x6, p.p. de juntas, aserrado de las mismas y fratasado. Según NTE-RSS y EHE.	17,10
		DIECISIETE EUROS con DIEZ CÉNTIMOS	

CUADRO DE PRECIOS 1

NAVE USO AGRICOLA OSORNO 15X30

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
CAPÍTULO CAP 03 MUROS			
E04MEF040M	m2	ENCOFRADO EN MUROS 2 CARAS h>4,00 Encofrado y desencofrado en muros de dos caras vistas de altura superior a 4,00m, con paneles metálicos modulares considerando 20 posturas y consola trepa de trabajo. Según NTE.	15,57
E04MM010M	m3	HORMIGÓN HA-25/P/20/I V.MAN. Hormigón HA-25/P/20/I, elaborado en central en muros, incluso vertido manual, vibrado y colocado. Según normas NTE-CCM , EHE y CTE-SE-C.	46,28
E04AB023M	kg	ACERO CORRUGADO ELAB.B 500 S Acero corrugado B 500 S, cortado y doblado en taller y armado y colocado en obra, incluso p.p. de despuntes. Según EHE y CTE-SE-A.	1,12
		QUINCE EUROS con CINCUENTA Y SIETE CÉNTIMOS	
		CUARENTA Y SEIS EUROS con VEINTIOCHO CÉNTIMOS	
		UN EUROS con DOCE CÉNTIMOS	

CUADRO DE PRECIOS 1

NAVE USO AGRICOLA OSORNO 15X30

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
CAPÍTULO CAP 04 ESTRUCTURA			
E05AAL010M	kg	ACERO LAMINADO S275, EN PERFILES LAMINADOS EN CALIENTE PARA VIGA Acero laminado S275, en perfiles laminados en caliente para vigas, pilares, zunchos y correas mediante uniones atornilladas; i/p.p. de tornillos calibrados, cortes, piezas especiales, despuntes y dos manos de imprimación con pintura de minio de plomo y dos manos de esmalte, montado y colocado, según NTE-EAS y CTE-DB-SE-A.	1,10
		UN EUROS con DIEZ CÉNTIMOS	
E05AC030M1	m.	CORREA CHAPA PERF. TIPO Z 200x2.0 Correa realizada con chapa conformada en frío tipo Z, 200x2.0, i/p.p. de despuntes y piezas especiales, colocada y montada. Según NTE-EA y CTE-DB-SE-A.	15,30
		QUINCE EUROS con TREINTA CÉNTIMOS	
E05AC030M4	m.	CORREA CHAPA PERF. TIPO C 200x2.0 Correa realizada con chapa conformada en frío tipo C 200x2.0, i/p.p. de despuntes y piezas especiales, colocada y montada. Según NTE-EA y CTE-DB-SE-A.	15,30
		QUINCE EUROS con TREINTA CÉNTIMOS	
E05AP040M	ud	PLAC.ANCLAJE S275 35x30x1,5cm Placa de anclaje de acero S275 en perfil plano, de dimensiones 35x35x2 cm. con pernos de acero corrugado B500S, 4 de 20 mm y 55 cm. de longitud, soldadas, i/taladro central, colocada. Según NTE y CTE-DB-SE-A.	58,60
		CINCUENTA Y OCHO EUROS con SESENTA CÉNTIMOS	
E05AP020M	ud	PLAC.ANCLAJE S275 A40x35x1,5cm Placa de anclaje de acero S275 en perfil plano, de dimensiones 50x35x2 cm. con cuatro pernos de acero corrugado B500S de 20 mm. de diámetro y 55 cm. de longitud, soldadas, i/taladro central, colocada. Según NTE y CTE-DB-SE-A.	60,37
		SESENTA EUROS con TREINTA Y SIETE CÉNTIMOS	
E05AP0430M	ud	PLAC ANCLAJE S275 40x45x1,5 cm	62,30
		SESENTA Y DOS EUROS con TREINTA CÉNTIMOS	
E05AP050M	ud	PLAC ANCLAJE S275 30x40x1,5 cm	65,00
		SESENTA Y CINCO EUROS	

CUADRO DE PRECIOS 1

NAVE USO AGRICOLA OSORNO 15X30

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
CAPÍTULO CAP 05 CUBIERTA Y CERRAMIENTO HASTIALES			
E09IMP030M1	m2	CUB.PANEL CHAPA PRELACADA-30 Cubierta formada por panel de chapa de acero en perfil comercial con dos láminas prelacadas de 0,6 mm. con núcleo de espuma de poliuretano de 40 kg./m3. con un espesor total de 30 mm., sobre correas metálicas, i/p.p. de solapes, accesorios de fijación, juntas de estanqueidad, medios auxiliares y elementos de seguridad, s/NTE-QTG-8. Medida en verdadera magnitud.	30,52
E20WNL030M	m.	CANALÓN PRELACADO RED.DES. 333mm. Canalón de chapa de acero galvanizada de 1,00 mm. de espesor con un desarrollo de 600 mm., fijado a la correa., totalmente equipado, incluso con p.p. de piezas especiales y remates finales de chapa prelacada, soldaduras y piezas de conexión a bajantes, completamente instalado.	31,74
E20WJP030M	m.	BAJANTE PVC PLUVIALES 160 mm. Bajante de PVC de pluviales, UNE-EN-1453, de 160 mm. de diámetro, con sistema de unión por junta elástica, colocada con abrazaderas metálicas, instalada, incluso con p.p. de piezas especiales de PVC, funcionando. Según CTE-HS-5.	25,60
E09IMP030M2	m2	CERR. .PANEL CHAPA PRELACADA-30 Cerramiento vertical formado por panel de chapa de acero en perfil comercial con dos láminas prelacadas de 0,6 mm. con núcleo de espuma de poliuretano de 40 kg./m3. con un espesor total de 30 mm., sobre correas metálicas, i/p.p. de solapes, accesorios de fijación, juntas de estanqueidad, medios auxiliares y elementos de seguridad. Medida en verdadera magnitud.	14,27
POLIC	m2	PANEL TRASLÚCIDO POLICARBONATO Panel traslúcido realizado con placa de policarbonato compacto con protección frente a los rayos ultravioletas, totalmente instalada, i/p.p.de solapes, piezas especiales de remate, tornillos de fijación, juntas, etc., y medios auxiliares de montaje, según NTE.	25,09
E09ISD210M	m.	REMATE CHAPA PRELACADA 0,6 D=500 Remate de chapa de acero de 0,6 mm. en perfil comercial prelacado por cara exterior de 500 mm. de desarrollo, en cumbre, lima o remate lateral, i/p.p. de solapes accesorios de fijación y juntas de estanqueidad, totalmente instalado, i/medios auxiliares y elementos de seguridad, s/NTE-QTG-9-10 y 11. Medido en verdadera magnitud.	14,25
E09ISD200M	m.	REMATE CHAPA PRELACADA 0,6 D=333 Remate de chapa de acero de 0,6 mm. en perfil comercial prelacado por cara exterior, de 333 mm. de desarrollo en remate lateral, i/p.p. de solapes, accesorios de fijación, juntas de estanqueidad, totalmente instalado, i/medios auxiliares y elementos de seguridad, s/NTE-QTG-9-10 y 11. Medida en verdadera magnitud.	9,80
AIR-EST	m.	AIREADOR ESTATICO CUBIERTA Aireador estático en cubierta en chapa galvanizada, incluido malla antipájaros, instalado en cumbre, i/p.p.de piezas especiales, tornillos de fijación, juntas, etc., y medios auxiliares de montaje, según NTE.	120,00

CUADRO DE PRECIOS 1

NAVE USO AGRICOLA OSORNO 15X30

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
--------	----	---------	--------

CAPÍTULO CAP 06 CARPINTERÍA

E15CGB050M	m2	PUERTA BASCUL. ARTICULADA 1/3	54,00
------------	----	--------------------------------------	--------------

Puerta basculante articulada a 1/3, accionamiento manual equilibrada por dos conjuntos de tres muelles laterales de seguridad, construida con cerco, bastidor y refuerzos de tubo de acero galvanizado, hoja ciega de chapa plegada de acero galvanizado sendzimer de 0,8 mm., bisagras, guías al techo, rodamientos, pernios de seguridad, cerradura de seguridad, tirador de PVC y demás accesorios, patillas de fijación a obra, incluso acabado de capa de pintura epoxi polimerizada al horno en blanco, elaborada en taller, ajuste y montaje en obra. (incluido recibido).

CINCUENTA Y CUATRO EUROS

CUADRO DE PRECIOS 1

NAVE USO AGRICOLA OSORNO 15X30

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
CAPÍTULO CAP 07 ACCESO			
E02CM020M	m3	EXC.VAC.A MÁQUINA TERR.FLOJOS Excavación a cielo abierto, en terrenos flojos, por medios mecánicos, con extracción de tierras fuera de la excavación, en vaciados, sin carga ni transporte al vertedero y con p.p. de medios auxiliares.	3,50
		TRES EUROS con CINCUENTA CÉNTIMOS	
E02SA030M	m3	RELL/APIS.MEC.C.ABIER.ZAHORRA Relleno, extendido y apisonado de zahorras a cielo abierto, por medios mecánicos, en tongadas de 30 cm. de espesor, hasta conseguir un grado de compactación del 95% del proctor normal, incluso regado de las mismas y refino de taludes, y con p.p. de medios auxiliares, considerando las zahorras a pie de tajo.	9,50
		NUEVE EUROS con CINCUENTA CÉNTIMOS	

CUADRO DE PRECIOS 1

NAVE USO AGRICOLA OSORNO 15X30

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
--------	----	---------	--------

CAPÍTULO CAP 08 GESTION DE RESIDUOS

10-021GR	P/A	PRESUPUESTO GESTIÓN DE RESIDUOS	150,00
----------	-----	--	---------------

En concepto de la gestión de los residuos de construcción generados mediante la estimación del volumen producido en los trabajos directamente relacionados con la obra, según se desarrolla en el Estudio de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición Anejo a la Memoria del presente Proyecto

CIENTO CINCUENTA EUROS

CUADRO DE PRECIOS 1

NAVE USO AGRICOLA OSORNO 15X30

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
CAPÍTULO CAP 09 SEGURIDAD Y SALUD			
10-021SYS	P/A	PRESUPUESTO DE SEGURIDAD Y SALUD En concepto de medidas y equipos de seguridad y salud durante la ejecución de los trabajos contemplados en este Proyecto, según se desarrolla en el Estudio de Seguridad Anejo a la Memoria: protección individual, protección colectiva, señalización, instalaciones de higiene y protección contra incendios.	1.250,00
		MIL DOSCIENTOS CINCUENTA EURO	

DOCUMENTO 5

CUADRO DE PRECIOS 2

CUADRO DE PRECIOS 2

NAVE USO AGRICOLA OSORNO 15X30

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
CAPÍTULO CAP 01 MOVIMIENTO DE TIERRAS			
E02CM020M	m3	EXC.VAC.A MÁQUINA TERR.FLOJOS Excavación a cielo abierto, en terrenos flojos, por medios mecánicos, con extracción de tierras fuera de la excavación, en vaciados, sin carga ni transporte al vertedero y con p.p. de medios auxiliares.	
		Resto de obra y materiales.....	3,50
		TOTAL PARTIDA.....	3,50
E02SA030M	m3	RELL/APIS.MEC.C.ABIER.ZAHORRA Relleno, extendido y apisonado de zahorras a cielo abierto, por medios mecánicos, en tongadas de 30 cm. de espesor, hasta conseguir un grado de compactación del 95% del proctor normal, incluso regado de las mismas y refino de taludes, y con p.p. de medios auxiliares, considerando las zahorras a pie de tajo.	
		Resto de obra y materiales.....	9,50
		TOTAL PARTIDA.....	9,50
E02EM020M	m3	EXC.ZANJA A MÁQUINA T. FLOJOS Excavación en zanjas, en terrenos flojos, por medios mecánicos, con extracción de tierras a los bordes, sin carga ni transporte al vertedero y con p.p. de medios auxiliares.	
		Resto de obra y materiales.....	5,27
		TOTAL PARTIDA.....	5,27

CUADRO DE PRECIOS 2

NAVE USO AGRICOLA OSORNO 15X30

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
CAPÍTULO CAP 02 CIMENTACIÓN, SOLERA Y PUESTA A TIERRA			
E04CM040M	m3	HORM.LIMPIEZA HM-20/P/20/I V.MAN Hormigón en masa HM-20 N/mm2, consistencia plástica, Tmáx.20 mm., para ambiente normal, elaborado en central para limpieza y nivelado de fondos de cimentación, incluso vertido por medios manuales y colocación. Según NTE-CSZ,EHE y CTE-SE-C.	
		Resto de obra y materiales.....	58,20
		TOTAL PARTIDA.....	58,20
E04CM060M	m3	HORM. HA-25/P/40/I V. MANUAL Hormigón en masa HA-25/P/40/I, elaborado en central en relleno de zapatas y zanjas de cimentación, incluso encamillado de pilares y muros, vertido por medios manuales, vibrado y colocación. Según normas NTE-CSZ , EHE y CTE-SE-C.	
		Resto de obra y materiales.....	62,40
		TOTAL PARTIDA.....	62,40
E04AB023M	kg	ACERO CORRUGADO ELAB.B 500 S Acero corrugado B 500 S, cortado y doblado en taller y armado y colocado en obra, incluso p.p. de despuntes. Según EHE y CTE-SE-A.	
		Resto de obra y materiales.....	1,12
		TOTAL PARTIDA.....	1,12
E17BD050M	m.	RED TOMA DE TIERRA ESTRUCTURA Red de toma de tierra de estructura, realizada con cable de cobre desnudo de 35 mm2, uniéndolo mediante soldadura aluminotérmica a la armadura de cada zapata, incluyendo parte proporcional de pica, registro de comprobación y puente de prueba.	
		Resto de obra y materiales.....	5,50
		TOTAL PARTIDA.....	5,50
E04SA020M	m2	SOLER.HA-25, 15cm.ARMA.#15x15x6 Solera de hormigón de 15 cm. de espesor, realizada con hormigón HA-25 N/mm2, Tmáx.20 mm., elaborado en obra, i/vertido, colocación y armado con mallazo 15x15x6, p.p. de juntas, aserrado de las mismas y fratasado. Según NTE-RSS y EHE.	
		Resto de obra y materiales.....	17,10
		TOTAL PARTIDA.....	17,10

CUADRO DE PRECIOS 2

NAVE USO AGRICOLA OSORNO 15X30

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
CAPÍTULO CAP 03 MUROS			
E04MEF040M	m2	ENCOFRADO EN MUROS 2 CARAS h>4,00	
		Encofrado y desencofrado en muros de dos caras vistas de altura superior a 4,00m, con paneles metálicos modulares considerando 20 posturas y consola trepa de trabajo. Según NTE.	
		Resto de obra y materiales.....	15,57
		TOTAL PARTIDA.....	15,57
E04MM010M	m3	HORMIGÓN HA-25/P/20/I V.MAN.	
		Hormigón HA-25/P/20/I, elaborado en central en muros, incluso vertido manual, vibrado y colado. Según normas NTE-CCM , EHE y CTE-SE-C.	
		Resto de obra y materiales.....	46,28
		TOTAL PARTIDA.....	46,28
E04AB023M	kg	ACERO CORRUGADO ELAB.B 500 S	
		Acero corrugado B 500 S, cortado y doblado en taller y armado y colocado en obra, incluso p.p. de despuntes. Según EHE y CTE-SE-A.	
		Resto de obra y materiales.....	1,12
		TOTAL PARTIDA.....	1,12

CUADRO DE PRECIOS 2

NAVE USO AGRICOLA OSORNO 15X30

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
CAPÍTULO CAP 04 ESTRUCTURA			
E05AAL010M	kg	ACERO LAMINADO S275, EN PERFILES LAMINADOS EN CALIENTE PARA VIGA Acero laminado S275, en perfiles laminados en caliente para vigas, pilares, zunchos y correas mediante uniones atornilladas; i/p.p. de tornillos calibrados, cortes, piezas especiales, despuntes y dos manos de imprimación con pintura de minio de plomo y dos manos de esmalte, montado y colocado, según NTE-EAS y CTE-DB-SE-A.	
		Resto de obra y materiales	1,10
		TOTAL PARTIDA	1,10
E05AC030M1	m.	CORREA CHAPA PERF. TIPO Z 200x2.0 Correa realizada con chapa conformada en frío tipo Z, 200x2.0, i/p.p. de despuntes y piezas especiales, colocada y montada. Según NTE-EA y CTE-DB-SE-A.	
		Resto de obra y materiales	15,30
		TOTAL PARTIDA	15,30
E05AC030M4	m.	CORREA CHAPA PERF. TIPO C 200x2.0 Correa realizada con chapa conformada en frío tipo C 200x2.0, i/p.p. de despuntes y piezas especiales, colocada y montada. Según NTE-EA y CTE-DB-SE-A.	
		Resto de obra y materiales	15,30
		TOTAL PARTIDA	15,30
E05AP040M	ud	PLAC.ANCLAJE S275 35x30x1,5cm Placa de anclaje de acero S275 en perfil plano, de dimensiones 35x35x2 cm. con pernos de acero corrugado B500S, 4 de 20 mm y 55 cm. de longitud, soldadas, i/taladro central, colocada. Según NTE y CTE-DB-SE-A.	
		Resto de obra y materiales	58,60
		TOTAL PARTIDA	58,60
E05AP020M	ud	PLAC.ANCLAJE S275 A40x35x1,5cm Placa de anclaje de acero S275 en perfil plano, de dimensiones 50x35x2 cm. con cuatro pernos de acero corrugado B500S de 20 mm. de diámetro y 55 cm. de longitud, soldadas, i/taladro central, colocada. Según NTE y CTE-DB-SE-A.	
		Resto de obra y materiales	60,37
		TOTAL PARTIDA	60,37
E05AP0430M	ud	PLAC ANCLAJE S275 40x45x1,5 cm	
		Resto de obra y materiales	62,30
		TOTAL PARTIDA	62,30
E05AP050M	ud	PLAC ANCLAJE S275 30x40x1,5 cm	
		Resto de obra y materiales	65,00
		TOTAL PARTIDA	65,00

CUADRO DE PRECIOS 2

NAVE USO AGRICOLA OSORNO 15X30

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
CAPÍTULO CAP 05 CUBIERTA Y CERRAMIENTO HASTIALES			
E09IMP030M1	m2	CUB.PANEL CHAPA PRELACADA-30 Cubierta formada por panel de chapa de acero en perfil comercial con dos láminas prelacadas de 0,6 mm. con núcleo de espuma de poliuretano de 40 kg./m3. con un espesor total de 30 mm., sobre correas metálicas, i/p.p. de solapes, accesorios de fijación, juntas de estanqueidad, medios auxiliares y elementos de seguridad, s/NTE-QTG-8. Medida en verdadera magnitud.	
		Resto de obra y materiales	30,52
		TOTAL PARTIDA	30,52
E20WNL030M	m.	CANALÓN PRELACADO RED.DES. 333mm. Canalón de chapa de acero galvanizada de 1,00 mm. de espesor con un desarrollo de 600 mm., fijado a la correa., totalmente equipado, incluso con p.p. de piezas especiales y remates finales de chapa prelacada, soldaduras y piezas de conexión a bajantes, completamente instalado.	
		Resto de obra y materiales	31,74
		TOTAL PARTIDA	31,74
E20WJP030M	m.	BAJANTE PVC PLUVIALES 160 mm. Bajante de PVC de pluviales, UNE-EN-1453, de 160 mm. de diámetro, con sistema de unión por junta elástica, colocada con abrazaderas metálicas, instalada, incluso con p.p. de piezas especiales de PVC, funcionando. Según CTE-HS-5.	
		Resto de obra y materiales	25,60
		TOTAL PARTIDA	25,60
E09IMP030M2	m2	CERR. .PANEL CHAPA PRELACADA-30 Cerramiento vertical formado por panel de chapa de acero en perfil comercial con dos láminas prelacadas de 0,6 mm. con núcleo de espuma de poliuretano de 40 kg./m3. con un espesor total de 30 mm., sobre correas metálicas, i/p.p. de solapes, accesorios de fijación, juntas de estanqueidad, medios auxiliares y elementos de seguridad. Medida en verdadera magnitud.	
		Resto de obra y materiales	14,27
		TOTAL PARTIDA	14,27
POLIC	m2	PANEL TRASLÚCIDO POLICARBONATO Panel traslúcido realizado con placa de policarbonato compacto con protección frente a los rayos ultravioletas, totalmente instalada, i/p.p.de solapes, piezas especiales de remate, tornillos de fijación, juntas, etc., y medios auxiliares de montaje, según NTE.	
		TOTAL PARTIDA	25,09
E09ISD210M	m.	REMATE CHAPA PRELACADA 0,6 D=500 Remate de chapa de acero de 0,6 mm. en perfil comercial prelacado por cara exterior de 500 mm. de desarrollo, en cumbrera, lima o remate lateral, i/p.p. de solapes accesorios de fijación y juntas de estanqueidad, totalmente instalado, i/medios auxiliares y elementos de seguridad, s/NTE-QTG-9-10 y 11. Medido en verdadera magnitud.	
		Resto de obra y materiales	14,25
		TOTAL PARTIDA	14,25
E09ISD200M	m.	REMATE CHAPA PRELACADA 0,6 D=333 Remate de chapa de acero de 0,6 mm. en perfil comercial prelacado por cara exterior, de 333 mm. de desarrollo en remate lateral, i/p.p. de solapes, accesorios de fijación, juntas de estanqueidad, totalmente instalado, i/medios auxiliares y elementos de seguridad, s/NTE-QTG-9-10 y 11. Medida en verdadera magnitud.	
		Resto de obra y materiales	9,80
		TOTAL PARTIDA	9,80
AIR-EST	m.	AIREADOR ESTÁTICO CUBIERTA Aireador estático en cubierta en chapa galvanizada, incluido malla antipájaros, instalado en cumbrera, i/p.p.de piezas especiales, tornillos de fijación, juntas, etc., y medios auxiliares de montaje, según NTE.	

CUADRO DE PRECIOS 2

NAVE USO AGRICOLA OSORNO 15X30

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
TOTAL PARTIDA.....			120,00

CUADRO DE PRECIOS 2

NAVE USO AGRICOLA OSORNO 15X30

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
CAPÍTULO CAP 06 CARPINTERÍA			
E15CGB050M	m2	PUERTA BASCUL. ARTICULADA 1/3 Puerta basculante articulada a 1/3, accionamiento manual equilibrada por dos conjuntos de tres muelles laterales de seguridad, construida con cerco, bastidor y refuerzos de tubo de acero galvanizado, hoja ciega de chapa plegada de acero galvanizado sendzimer de 0,8 mm., bisagras, guías al techo, rodamientos, pernios de seguridad, cerradura de seguridad, tirador de PVC y demás accesorios, patillas de fijación a obra, incluso acabado de capa de pintura epoxi polimerizada al horno en blanco, elaborada en taller, ajuste y montaje en obra. (incluido recibido).	
TOTAL PARTIDA			54,00

CUADRO DE PRECIOS 2

NAVE USO AGRICOLA OSORNO 15X30

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
CAPÍTULO CAP 07 ACCESO			
E02CM020M	m3	EXC.VAC.A MÁQUINA TERR.FLOJOS Excavación a cielo abierto, en terrenos flojos, por medios mecánicos, con extracción de tierras fuera de la excavación, en vaciados, sin carga ni transporte al vertedero y con p.p. de medios auxiliares.	
		Resto de obra y materiales.....	3,50
		TOTAL PARTIDA.....	3,50
E02SA030M	m3	RELL/APIS.MEC.C.ABIER.ZAHORRA Relleno, extendido y apisonado de zahorras a cielo abierto, por medios mecánicos, en tongadas de 30 cm. de espesor, hasta conseguir un grado de compactación del 95% del proctor normal, incluso regado de las mismas y refino de taludes, y con p.p. de medios auxiliares, considerando las zahorras a pie de tajo.	
		Resto de obra y materiales.....	9,50
		TOTAL PARTIDA.....	9,50

CUADRO DE PRECIOS 2

NAVE USO AGRICOLA OSORNO 15X30

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
CAPÍTULO CAP 08 GESTION DE RESIDUOS			
10-021GR	P/A	PRESUPUESTO GESTIÓN DE RESIDUOS En concepto de la gestión de los residuos de construcción generados mediante la estimación del volumen producido en los trabajos directamente relacionados con la obra, según se desarrolla en el Estudio de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición Anejo a la Memoria del presente Proyecto	
		TOTAL PARTIDA	150,00

CUADRO DE PRECIOS 2

NAVE USO AGRICOLA OSORNO 15X30

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
CAPÍTULO CAP 09 SEGURIDAD Y SALUD			
10-021SYS	P/A	PRESUPUESTO DE SEGURIDAD Y SALUD En concepto de medidas y equipos de seguridad y salud durante la ejecución de los trabajos contemplados en este Proyecto, según se desarrolla en el Estudio de Seguridad Anejo a la Memoria: protección individual, protección colectiva, señalización, instalaciones de higiene y protección contra incendios.	
		TOTAL PARTIDA	1.250,00

DOCUMENTO 5

RESUMEN GENERAL DE PRESUPUESTO

RESUMEN GENERAL DE PRESUPUESTO

NAVE USO AGRICOLA OSORNO 15X30

CAPITULO	RESUMEN	EUROS	%
CAP 01	MOVIMIENTO DE TIERRAS	1.615,31	2,16
CAP 02	CIMENTACIÓN, SOLERA Y PUESTA A TIERRA.....	10.018,51	13,41
CAP 03	MUROS.....	19.933,89	26,68
CAP 04	ESTRUCTURA.....	17.523,40	23
CAP 05	CUBIERTA Y CERRAMIENTO HASTIALES.....	21.750,36	29,12
CAP 06	CARPINTERÍA	2.268,00	3,04
CAP 07	ACCESO	195,00	0,26
CAP 08	GESTION DE RESIDUOS	150,00	0,20
CAP 09	SEGURIDAD Y SALUD	1.250,00	1,67
TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL		74.704,47	
	13,00 % Gastos generales	9.711,58	
	6,00 % Beneficio industrial	4.482,27	
SUMA DE G.G. y B.I.		14.193,85	
	21,00 % I.V.A.....	18.668,65	
TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA		107.566,97	
TOTAL PRESUPUESTO GENERAL		107.566,97	

Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de CIENTO SIETE MIL QUINIENTOS SESENTA Y SEIS EUROS con NOVENTA Y SIETE CÉNTIMOS

-	HONORARIOS:	
-	REDACCION DEL PROYECTO (2% PEM)	1.494,08
-	DIRECCION DE OBRA	1.494,08
-	COORDINACION SEGURIDAD Y SALUD	1.120,56
		4.087,72
	21,00 % I.V.A.	858,42
TOTAL HONORARIOS		4.946,14

PRESUPUESTO PARA CONOCIMIENTO DEL PROMOTOR 112.513,11

ASCIENDE EÑ PRESUPUESTO TOTAL PARA CONOCIMIENTO DEL PROMOTOR A LA EXPRESADA CANTIDAD DE CIENTO DOCE MIL QUINIENTOS TRECE EUROS con ONCE CÉNTIMOS

, septiembre de 2015.

El promotor

La dirección facultativa