



**UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA**



Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

TRABAJO FINAL EN GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA

PROYECTO BASICO NAVE PLANTA EMBOTELLADORA

MEMORIA

ANEJOS DE CÁLCULO

AUTOR: MANUEL ALEJANDRO LARIOS ROS

TUTOR: PEDRO EFRÉN MARTÍN CONCEPCIÓN

Fecha:Junio 2016



1 MODELO ESTRUCTURAL	4
1.1 Programa de cálculo	4
2 MATERIALES.....	4
2.1 Hormigón	4
2.2 Acero	4
3 ACCIONES SOBRE EL EDIFICIO	5
3.1 Acciones permanentes	6
3.1.1 Peso propio	6
3.1.2 Acciones reológicas.....	6
3.2 Acciones variables.....	6
3.2.1 Sobrecarga de uso.....	6
3.2.2 Viento	6
3.2.3 Nieve	7
3.3 Accidentales	7
3.3.1 Sismo	7
3.3.2 Incendio.....	7
3.3.3 Impacto y Explosión.....	7
4 ESTRUCTURA METÁLICA	8
4.1 Correas	8
4.1.1 Correas en cubierta.....	8
4.1.2 Correas laterales	12
4.2 Pórtico interior.....	17
4.2.1 GEOMETRÍA	18
4.2.1.1 Descripción.....	18
4.2.2 Cargas.....	18
4.2.3 Resultados	20
4.2.3.1 Barras.....	20
4.2.3.1.1 Esfuerzos	20
4.2.3.1.2 Flechas.....	24
4.2.3.1.3 Comprobaciones E.L.U. (Completo).....	24
4.3 Pórtico de fachada	47
4.3.1 GEOMETRÍA	47
4.3.1.1 Descripción.....	47
4.3.2 CARGAS.....	48



4.3.3 RESULTADOS	53
4.3.3.1 Barras.....	53
4.3.3.1.1 Esfuerzos	53
4.3.3.1.2 Flechas.....	71
4.3.3.1.3 Comprobaciones E.L.U. (Completo).....	72
4.4 Pórtico trasero + Forjado secundario.....	149
4.4.1 GEOMETRÍA	149
4.4.1.1 Descripción.....	149
4.4.2 CARGAS.....	150
4.4.3 RESULTADOS	151
4.4.3.1 Barras.....	151
4.4.3.1.1 Esfuerzos	151
4.4.3.1.2 FLECHAS	178
4.4.3.1.3. Comprobaciones E.L.U. (Completo).....	179
4.5 Arriostramientos fachada lateral.....	273
4.5.1 GEOMETRÍA	273
4.5.1.1 Descripción.....	273
4.5.2 CARGAS.....	273
4.5.3 RESULTADOS	274
4.5.3.1 Barras.....	274
4.5.3.1.1 Esfuerzos	274
4.5.3.1.2 Flechas.....	278
4.5.3.1.3 Comprobaciones E.L.U. (Completo).....	278
5 Cimentaciones	293
5.1 CIMENTACIÓN	293
5.1.1 Elementos de cimentación aislados	293
5.1.1.1 Descripción.....	293
5.1.1.2 Medición.....	294
5.1.1.3 Comprobación	294
5.2 Vigas.....	304
5.2.1 Descripción.....	304
5.2.2 Medición.....	304
5.2.3 Comprobación	305

TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA

Proyecto Estructural de edificio industrial de 1500m² situado en Mora de Rubielos



Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño



1 MODELO ESTRUCTURAL

Para el cálculo estructural se ha utilizado una idealización de la estructura. Cada uno de los perfiles metálicos utilizados que formarían la estructura real se ha definido como barra ideal y las uniones de todas ellas se han definido como nudos. Una vez formado todo el sistema de barras y nudos, se han aplicado las cargas correspondientes a todas las combinaciones posibles de esfuerzos según define la norma DB SE-A. Finalmente se ha aplicado un cálculo elástico y lineal al sistema, mediante el método matricial de cálculo de estructuras.

1.1 Programa de cálculo

El software utilizado para el cálculo y dimensionamiento de la estructura ha sido CYPE versión 2016. Con este software se ha realizado el cálculo de todos los perfiles que forman la estructura, el dimensionamiento de las zapatas y placas de anclaje.

Para la creación del presupuesto se ha utilizado el software Arquímedes, perteneciente a la plataforma CYPE. También se ha utilizado el generador de precios de CYPE para la creación de unidades de obra y partidas.

Por último, la edición y modificación de los planos presentados en el presente trabajo se ha utilizado AutoCAD 2014.

2 MATERIALES

2.1 Hormigón

La estructura de esta nave ha sido definida como metálica, pero hay elementos como los que forman la cimentación y la solera en las que se emplea el hormigón para la ejecución de dichos elementos. Las características y volúmenes de dichos hormigones quedan definidos en la siguiente tabla:

Resumen de medición del hormigón						
Material	Serie	Perfil	Volumen		Peso acero B500S	
			Serie (m3)	Total (m3)	Serie (kg)	Total (kg)
Hormigón	Hormigón limpieza Zapatas Vigas de atado Solera	HL-150/B/20	31.9		0	
		HA-25/B/IIa	337.97		8027.04	
		HA-25/B/IIa	29.07		1540.36	
		HA-25/B/IIa	250	648.94	120	9687.4

2.2 Acero

El acero empleado se clasifica según la visualización de la siguiente tabla:

Resumen de medición			
Tipo acero	Acero	Lím. Elástico Mpa	Módulo de elasticidad Gpa
Acero laminado	S275	275	210
Acero conformado	S235	235	210
Acero corrugado	B500S	500	200



Proyecto Estructural de edificio industrial de 1500m² situado en Mora de Rubielos

Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

De dicha tabla se puede extraer que el acero utilizado para las correas ha sido S235, para las armaduras se ha utilizado B500S como marca la norma, y para el resto de la estructura se ha utilizado S275.

Otra clasificación más detallada sería la que expresa todos los tipos de perfil utilizados en la obra.

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	HEB	HE 400 B	208.000			4.114			32296.78			
			HE 360 B	64.000			1.156			9073.34			
					272.000				5.270			41370.13	
			IPE 450, Simple con	248.387			4.126			23433.14			
			IPE 400	62.097			0.525			4119.03			
				IPE 270	345.000			1.584			12430.87		
				IPE 360	305.000			2.217			17406.20		
				IPE		960.483			8.451			57389.23	
				L 50 x 50 x 6	375.269			0.214			1676.20		
				L		375.269			0.214			1676.20	
					1607.753			13.935			100435.55		

De esta última clasificación es posible deducir que tanto vigas como pilares estarán formados por IPE y HEB de diferentes cantos, los arriostramientos estarán formados por perfiles en L y las correas utilizadas serán de tipo C.

3 ACCIONES SOBRE EL EDIFICIO

Las acciones consideradas sobre el edificio son las nombradas en el CTE DB SE-AE. En él se detallan cuáles son las cargas a considerar y de qué modo deben combinarse para realizar el cálculo. El Documento Base define y clasifica las cargas como acciones permanentes, variables y accidentales. Las acciones adecuadas para el proyecto han sido calculadas tanto por el generados de pórticos de CYPE y otras introducidas manualmente debido a la presencia de un segundo forjado editando las cargas superficiales según la norma mencionada.



Proyecto Estructural de edificio industrial de 1500m² situado en Mora de Rubielos

3.1 Acciones permanentes

Son aquellas que actúan en todo instante sobre el edificio con posición constante. Son reconocidas con la letra G. Su módulo puede ser constante, como el peso propio, o variable, como las acciones reológicas. Para el cálculo de esta estructura no se han considerado las cargas reológicas.

3.1.1 Peso propio

En esa acción se debe considerar el peso propio de todos los elementos que conforman la estructura: forjados, cubiertas, vigas y pilares. La cubierta seleccionada y el cerramiento lateral suponen un peso de 0.1 KN/m². La estructura pesa (introducir peso) como se detalló en el apartado 2.2 Acero.

Este valor puede obtenerse con una aproximación muy utilizada. $G = (\text{luz pórtico}/100) \text{ KN/m}^2$. En el presente caso la estructura pesa 0.4 KN/m².

Cabe mencionar que el forjado secundario (altillo) se ha considerado una carga de tabiquería más pesada de 1.2 KN/m² según establece la norma en el apartado 2.1.

3.1.2 Acciones reológicas

Las acciones reológicas aparecen en estructuras construidas con materiales en los que su comportamiento varía con el transcurso del tiempo. Se clasifican en retracción, fluencia y relajación. La retracción es una contracción por disminución de volumen de hormigón durante el proceso de fraguado. Es un fenómeno contrario a la dilatación térmica. Depende de la humedad ambiental, de las dimensiones del elemento y de la composición o dosificación del hormigón. El fenómeno de la fluencia se caracteriza por un incremento de deformación en el transcurso del tiempo a tensión constante. La relajación se caracteriza por un decremento de la tensión a deformación constante en el transcurso del tiempo.

3.2 Acciones variables

Son aquellas que pueden actuar o no sobre el edificio y en el caso de hacerlo, tienen un valor que también varía en función del momento en el que se esté haciendo la medida. La mayor parte de las acciones variables tienen su origen en aspectos climáticos, en los que la variabilidad de la acción es particularmente elevada. La clasificación según el CTE es la siguiente:

3.2.1 Sobrecarga de uso

Es el peso de todo lo que puede gravitar sobre la cubierta por razón de uso. La sobrecarga de uso debida a equipos pesados, o a la acumulación de materiales. Como en este caso se ha considerado la carga tipo G1 (cubiertas ligeras sobre correas sin forjado) accesibles únicamente para conservación, la sobrecarga de uso toma el valor de $q_k = 0.4 \text{ KN/m}^2$ en el forjado principal. Mientras que en el forjado de terraza ha sido considerada una sobrecarga de tipo C (zona sin obstáculos que impidan el libre movimiento de las personas) de acceso al público, tomando el valor $q_k = 5 \text{ KN/m}^2$.

3.2.2 Viento

La carga de viento es la más compleja y depende tanto de la presión dinámica como del coeficiente de exposición y del eólico. La expresión queda $q_e(z) = q_b \cdot C_e(z) \cdot c_p$. La variabilidad tanto de la dirección como del módulo de esta acción hace que sea realmente difícil estar seguro que la estructura está dimensionada adecuadamente para resistir las cargas que aparezcan durante toda la vida útil de edificio. Por ello existen variables como la presión dinámica que está tabulada en el CTE en función de la zona geográfica, y en cambio, otros coeficientes quedan en función de variables como el grado de aspereza, la altura de cornisa y la geometría de la nave. La solución a este problema se resuelve calculando todas las combinaciones posibles y buscando las más desfavorables.

Por tanto, los valores que permiten efectuar el cálculo para la presente nave cumpliendo con el CTE DB SE-AE son:



Proyecto Estructural de edificio industrial de 1500m² situado en Mora de Rubielos

- Zona eólica: A
- Grado de aspereza: IV. Zona urbana, industrial o forestal
- Periodo de servicio (años): 50
- Profundidad nave industrial: 45.00 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

3.2.3 Nieve

El cálculo de la nieve es relativamente más sencillo que la acción del viento. Esta carga se define como: $q_n = \mu \cdot S_k$ siendo μ el coeficiente de forma de la cubierta y S_k el valor característico de la carga de nieve. Los valores referidos al polígono industrial de Los Cencerrosos en Teruel son:

Zona de clima invernal: 5
Altitud topográfica: 1000
Cubierta sin resaltos
Exposición al viento: Normal

Hipótesis aplicadas:

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

3.3 Accidentales

Las acciones accidentales tienen una intensidad muy importante, pero un bajo nivel de probabilidad de ocurrencia. El cálculo de edificios frente a este tipo de acciones es de un mayor nivel de complejidad y está regido por normativa específica de cada acción.

3.3.1 Sismo

La normativa en la Comunidad autónoma de Aragón obliga a calcular esta acción siempre que se supere la acción sísmica media de 0.04g. En este caso, no se considerará por el pequeño efecto que causa sobre la estructura.

3.3.2 Incendio

Los aspectos relativos a la acción ocasionada por un incendio se rigen por el DB-SI. Cuando un edificio industrial tiene un riesgo intrínseco bajo, una configuración de tipo C (edificio aislado sin edificaciones colindantes) R60 “pintura intumescente”.

3.3.3 Impacto y Explosión

Si no se adoptan medidas de protección con el fin de disminuir la probabilidad de ocurrencia de un impacto, los elementos resistentes afectados por un impacto deben dimensionarse teniendo en cuenta las acciones debidas al mismo. La acción de impacto de vehículos desde el exterior del edificio se considerará dónde y cuándo lo establezca la ordenanza municipal. El impacto desde el interior debe considerarse en todas las zonas cuyo uso suponga la circulación de vehículos.



4 ESTRUCTURA METÁLICA

4.1 Correas

En el diseño de la nave se han dispuesto correas en dos lugares diferentes: en cubierta y en las fachas laterales. Las correas son las encargadas de sostener los subsistemas nombrados y de transmitir las cargas a las jácenas y pilares de las cuales se sustentan. Las comprobaciones realizadas para su dimensionamiento ha sido el siguiente:

4.1.1 Correas en cubierta

Datos correas de cubierta	
Descripción de correas	Parámetros de cálculo
Tipo de perfil: CF-225x2.5 Separación: 1.8 m Tipo de acero: S275	Límite de flecha: L/300 Número de vanos: Dos vanos Tipo de fijación: rígida

Comprobación de resistencia

Comprobación de resistencia
El perfil seleccionado cumple todas las comprobaciones. Aprovechamiento: 78.52 %

Barra pésima en cubierta

Perfil: CF-225x4.0 Material: S235										
	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 _g ⁽³⁾ (mm)	z _g ⁽³⁾ (mm)	
	0.870, 40.000, 8.232	0.870, 35.000, 8.232	5.000	16.20	1212.89	131.08	0.86	-16.42	0.00	
	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	0.00	1.00	0.00	0.00					
	L _K	0.000	5.000	0.000	0.000					
	C ₁	-			1.000					
	Notación: β: Coeficiente de pandeo L _K : Longitud de pandeo (m) C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico									



Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)													Estado
	b / t	φ	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.} Cumple	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	x: 0 m η = 78.5	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	x: 0 m η = 16.9	N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	N.P. ⁽¹⁰⁾	CUMPLE η = 78.5

Notación:

- b / t: Relación anchura / espesor*
- φ: 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*
- N_tM_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_tNM_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*

Comprobaciones que no proceden (N.P.):

- ⁽¹⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión ni de tracción.
- ⁽²⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.
- ⁽³⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.
- ⁽⁴⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.
- ⁽⁵⁾ La comprobación no procede, ya que no hay flexión biaxial para ninguna combinación.
- ⁽⁶⁾ La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.
- ⁽⁷⁾ No hay interacción entre axil de tracción y momento flector para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.
- ⁽⁸⁾ No hay interacción entre axil de compresión y momento flector para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.
- ⁽⁹⁾ No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.
- ⁽¹⁰⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

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

Se debe satisfacer:

h / t : 51.3 ✓

b / t : 15.0 ✓

c / t : 3.8 ✓

Los rigidizadores proporcionan suficiente rigidez, ya que se cumple:

c / b : 0.250



Proyecto Estructural de edificio industrial de 1500m² situado en Mora de Rubielos

Donde:

h: Altura del alma.	h : 205.00 mm
b: Ancho de las alas.	b : 60.00 mm
c: Altura de los rigidizadores.	c : 15.00 mm
t: Espesor.	t : 4.00 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

Se debe satisfacer:

$$\eta : 0.785 \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

$$M_{y,Ed}^+ : \text{Momento flector solicitante de cálculo p\acute{e}simo.} \quad M_{y,Ed}^+ : 0.00 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo p\acute{e}simo se produce en el nudo 0.870, 40.000, 8.232, para la combinación de acciones 1.35*G1 + 1.35*G2 + 1.50*Q + 1.05*N(EI) + 0.90*V(0°) H2.

$$M_{y,Ed}^- : \text{Momento flector solicitante de cálculo p\acute{e}simo.} \quad M_{y,Ed}^- : 18.95 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$M_{c,Rd} : 24.13 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

W_{el} : Módulo resistente elástico correspondiente a la fibra de mayor tensión.	$W_{el} : 107.81 \text{ cm}^3$
f_{yb} : Límite elástico del material base. (CTE DB SE-A, Tabla	$f_{yb} : 235.00 \text{ MPa}$
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

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

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:

$$\eta : 0.169 \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo 0.870, 40.000, 8.232, para la combinación de acciones 1.35*G1 + 1.35*G2 + 1.50*Q + 1.05*N(EI) + 0.90*V(0°) H2.

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

$$V_{Ed} : 18.95 \quad \text{kN}$$

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

$$V_{b,Rd} : 112.32 \quad \text{kN}$$

Donde:

h_w : Altura del alma.

$$h_w : 216.31 \quad \text{mm}$$

t : Espesor.

$$t : 4.00 \quad \text{mm}$$

ϕ : Ángulo que forma el alma con la horizontal.

$$\phi : 90.0 \quad \text{grados}$$

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

$$f_{bv} : 136.30 \quad \text{MPa}$$

Siendo:

ϕ_w : Esbeltez relativa del alma.

$$\phi_w : 0.63$$

Donde:

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

$$f_{yb} : 235.00 \quad \text{MPa}$$

E : Módulo de elasticidad.

$$E : 210000.00 \quad \text{MPa}$$

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

$$\gamma_{M0} : 1.05$$



Resistencia a tracción y flexión (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículos 6.1.8 y 6.3)

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, Artículos 6.1.9 y 6.2.5)

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: 38.24 %

Coordenadas del nudo inicial: 0.870, 10.000, 8.232

Coordenadas del nudo final: 0.870, 5.000, 8.232

El aprovechamiento pésimo se produce para la combinación de hipótesis $1.00 \cdot G1 + 1.00 \cdot G2 + 1.00 \cdot Q + 1.00 \cdot N(EI) + 1.00 \cdot V(0^\circ) H2$ a una distancia 2.500 m del origen en el primer vano de la correa.

($I_y = 1213 \text{ cm}^4$) ($I_z = 131 \text{ cm}^4$)

4.1.2 Correas laterales

Datos correas laterales	
Descripción de correas	Parámetros de cálculo
Tipo de perfil: CF-120x2.5	Límite de flecha: L/300
Separación: 1.1 m	Número de vanos: Dos vanos
Tipo de acero: S235	Tipo de fijación: rígida

Comprobación de resistencia

Comprobación de resistencia
El perfil seleccionado cumple todas las comprobaciones.
Aprovechamiento: 83.65 %



Perfil: CF-120x2.5 Material: S235										
	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 _g ⁽³⁾ (mm)	z _g ⁽³⁾ (mm)	
	0.000, 5.000, 0.550	0.000, 0.000, 0.550	5.000	6.09	133.08	21.63	0.13	-7.81	0.00	
<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>										
	Pandeo		Pandeo lateral							
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.						
	β	0.00	1.00	0.00	0.00					
	L _k	0.000	5.000	0.000	0.000					
	C ₁	-		1.000						

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)													Estado
	b / t	φ	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.} Cumple	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 = 12.6	N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	N.P. ⁽¹⁰⁾	CUMPLE η = 83.6

Notación:

- b / t*: Relación anchura / espesor
- φ*: 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
- N_tM_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_tNM_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



Proyecto Estructural de edificio industrial de 1500m² situado en Mora de Rubielos

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.

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

Se debe satisfacer:

$$h / t : 44.0 \quad \checkmark$$

$$b / t : 16.0 \quad \checkmark$$

$$c / t : 6.0 \quad \checkmark$$

Los rigidizadores proporcionan suficiente rigidez, ya que se cumple:

$$c / b : 0.375$$

Donde:

h: Altura del alma.

h: 110.00 mm

b: Ancho de las alas.

b: 40.00 mm

c: Altura de los rigidizadores.

c: 15.00 mm

t: Espesor.

t: 2.50 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

Se debe satisfacer:

$$\eta : 0.836 \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo 0.000, 5.000, 0.550, para la combinación de acciones 1.35*G1 + 1.35*G2 + 1.50*V(270°) H1.

$$M_{y,Ed} : \text{Momento flector solicitante de cálculo pésimo.} \quad M_{y,Ed}^+ : 4.15 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

$$M_{y,Ed} : \text{Momento flector solicitante de cálculo pésimo.} \quad M_{y,Ed}^- : 0.00 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$M_{c,Rd} : 4.96 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$$\begin{aligned} W_{el} : & \text{Módulo resistente elástico correspondiente a la fibra de mayor tensión.} & W_{el} : & 22.18 \text{ cm}^3 \\ f_{yb} : & \text{Límite elástico del material base. (CTE DB SE-A, Tabla} & f_{yb} : & 235.00 \text{ MPa} \\ Y_{Mo} : & \text{Coeficiente parcial de seguridad del material.} & Y_{Mo} : & 1.05 \end{aligned}$$

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 la longitud de pandeo lateral es nula.

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 no hay momento flector.

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:			
	η :	0.126	✓
El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo 0.000, 5.000, 0.550, para la combinación de acciones 1.35*G1 + 1.35*G2 + 1.50*V(270°) H1.			
V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.	V_{Ed} :	4.72	kN
El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{b,Rd}$ viene dado por:			
	$V_{b,Rd}$:	37.42	kN
Donde:			
h_w : Altura del alma.	h_w :	115.30	mm
t : Espesor.	t :	2.50	mm
ϕ : Ángulo que forma el alma con la horizontal.	ϕ :	90.0	grados
f_{bv} : Resistencia a cortante, teniendo en cuenta el pandeo.			
	f_{bv} :	136.30	MPa
Siendo:			
ϕ_w : Esbeltez relativa del alma.			
	ϕ_w :	0.53	
Donde:			
f_{yb} : Límite elástico del material base. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	f_{yb} :	235.00	MPa
E : Módulo de elasticidad.	E :	210000.00	MPa
γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.	γ_{M0} :	1.05	

Resistencia a tracción y flexión (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículos 6.1.8 y 6.3)

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, Artículos 6.1.9 y 6.2.5)

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: 92.85 %

Coordenadas del nudo inicial: 0.000, 45.000, 0.550

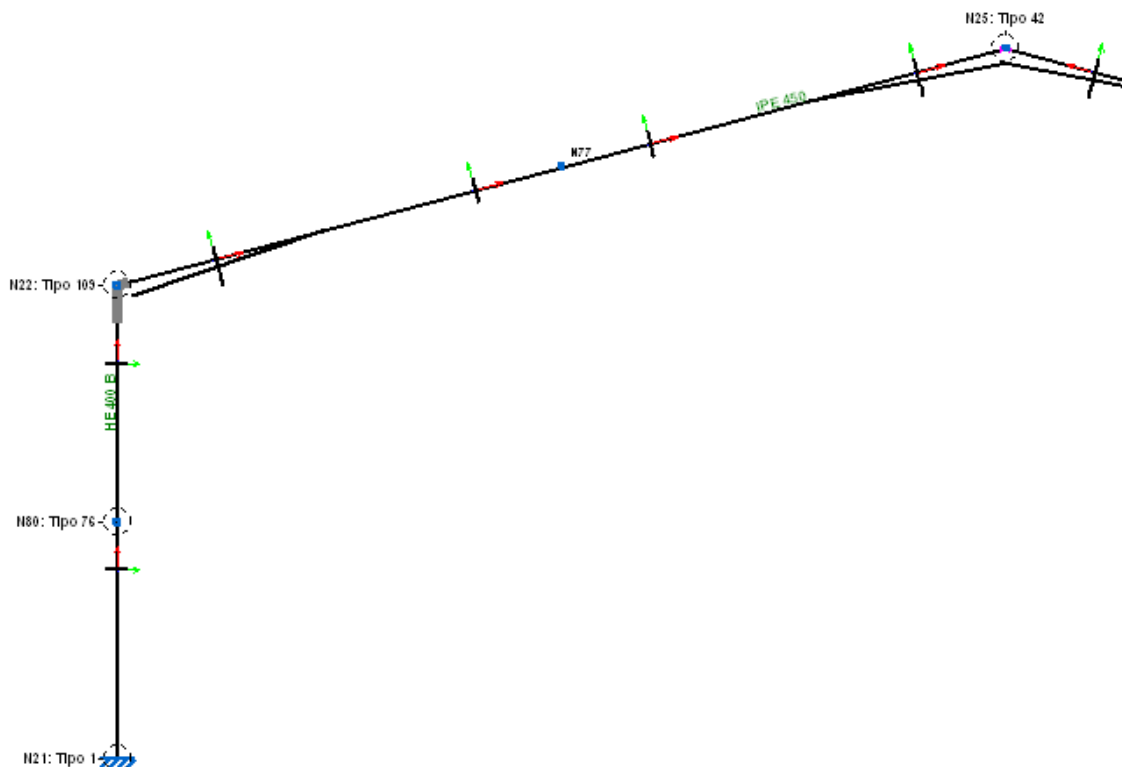
Coordenadas del nudo final: 0.000, 40.000, 0.550

El aprovechamiento pésimo se produce para la combinación de hipótesis 1.00*G1 + 1.00*G2 + 1.00*V(90°) H1 a una distancia 2.500 m del origen en el primer vano de la correa.

(I_y = 133 cm⁴) (I_z = 22 cm⁴)

Medición de correas			
Tipo de correas	Nº de correas	Peso lineal kg/m	Peso superficial KN/m ²
Correas de cubierta	20		
Correas laterales	10		

4.2 Pórtico interior





4.2.1 GEOMETRÍA

4.2.1.1 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				Indeformable origen	Deformable	Indeformable extremo				
Acero laminado	S275	N21/N80	N21/N22	HE 400 B (HEB)	-	4.000	-	1.40	2.80	-	-
		N80/N22	N21/N22	HE 400 B (HEB)	-	3.351	0.649	1.40	2.80	-	-
		N22/N77	N22/N25	IPE 450 (IPE)	0.207	7.555	-	0.00	1.00	-	-
		N77/N25	N22/N25	IPE 450 (IPE)	-	7.762	-	0.00	1.00	-	-

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

4.2.2 Cargas

Referencias:

'P1', 'P2':

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

'L1', 'L2':

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

Unidades:

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



Cargas en barras										
Barra	Hipótesis	Tipo	Valores		Posición		Dirección			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Ejes	X	Y	Z
N21/N80	Peso propio	Uniforme	1.523	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N21/N80	V(0°) H1	Uniforme	2.903	-	-	-	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N21/N80	V(0°) H2	Uniforme	2.903	-	-	-	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N21/N80	V(90°) H1	Uniforme	3.161	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N21/N80	V(90°) H1	Uniforme	0.040	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N21/N80	V(180°) H1	Uniforme	1.371	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N21/N80	V(180°) H2	Uniforme	1.371	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N21/N80	V(270°) H1	Uniforme	1.032	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N21/N80	V(270°) H1	Uniforme	1.371	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N80/N22	Peso propio	Uniforme	1.523	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N80/N22	Peso propio	Uniforme	0.704	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N80/N22	V(0°) H1	Uniforme	2.903	-	-	-	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N80/N22	V(0°) H2	Uniforme	2.903	-	-	-	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N80/N22	V(90°) H1	Uniforme	0.040	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N80/N22	V(90°) H1	Uniforme	3.161	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N80/N22	V(180°) H1	Uniforme	1.371	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N80/N22	V(180°) H2	Uniforme	1.371	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N80/N22	V(270°) H1	Uniforme	1.371	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N80/N22	V(270°) H1	Uniforme	1.032	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N22/N77	Peso propio	Trapezoidal	1.279	0.974	0.000	3.493	Globales	0.000	0.000	-1.000
N22/N77	Peso propio	Faja	0.761	-	3.493	7.762	Globales	0.000	0.000	-1.000
N22/N77	Peso propio	Uniforme	0.837	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N22/N77	Q 1 (Uso G1)	Uniforme	2.000	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N22/N77	V(0°) H1	Faja	1.218	-	2.484	7.762	Globales	0.000	-0.258	0.966
N22/N77	V(0°) H1	Faja	3.236	-	0.000	2.484	Globales	-0.000	-0.258	0.966
N22/N77	V(0°) H2	Faja	0.801	-	2.484	7.762	Globales	-0.000	0.258	-0.966
N22/N77	V(0°) H2	Faja	0.801	-	0.000	2.484	Globales	0.000	0.258	-0.966
N22/N77	V(90°) H1	Uniforme	2.019	-	-	-	Globales	0.000	-0.258	0.966
N22/N77	V(180°) H1	Uniforme	1.618	-	-	-	Globales	0.000	-0.258	0.966
N22/N77	V(180°) H2	Uniforme	0.017	-	-	-	Globales	0.000	-0.258	0.966
N22/N77	V(270°) H1	Uniforme	2.019	-	-	-	Globales	0.000	-0.258	0.966
N22/N77	N(EI)	Uniforme	4.500	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N77/N25	Peso propio	Faja	0.761	-	0.000	4.269	Globales	0.000	0.000	-1.000
N77/N25	Peso propio	Trapezoidal	0.974	1.279	4.269	7.762	Globales	0.000	0.000	-1.000
N77/N25	Peso propio	Uniforme	0.837	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N77/N25	Q 1 (Uso G1)	Uniforme	2.000	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N77/N25	V(0°) H1	Uniforme	1.218	-	-	-	Globales	0.000	-0.258	0.966
N77/N25	V(0°) H2	Uniforme	0.801	-	-	-	Globales	-0.000	0.258	-0.966
N77/N25	V(90°) H1	Uniforme	2.019	-	-	-	Globales	0.000	-0.258	0.966
N77/N25	V(180°) H1	Faja	1.618	-	0.000	5.278	Globales	0.000	-0.258	0.966
N77/N25	V(180°) H1	Faja	3.998	-	5.278	7.762	Globales	0.000	-0.258	0.966
N77/N25	V(180°) H2	Faja	0.017	-	0.000	5.278	Globales	0.000	-0.258	0.966
N77/N25	V(180°) H2	Faja	0.017	-	5.278	7.762	Globales	0.000	-0.258	0.966
N77/N25	V(270°) H1	Uniforme	2.019	-	-	-	Globales	0.000	-0.258	0.966
N77/N25	N(EI)	Uniforme	4.500	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000



4.2.3 Resultados

4.2.3.1 Barras

4.2.3.1.1 Esfuerzos

Referencias:

N: Esfuerzo axil (kN)

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

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

M_t: Momento torsor (kN·m)

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

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

Hipótesis

Esfuerzos en barras, por hipótesis											
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.500 m	1.000 m	1.500 m	2.000 m	2.500 m	3.000 m	3.500 m	4.000 m
N21/N80	Peso propio	N	-52.192	-51.430	-50.669	-49.907	-49.145	-48.384	-47.622	-46.860	-46.099
		V _y	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010
		V _z	-27.374	-27.374	-27.374	-27.374	-27.374	-27.374	-27.374	-27.374	-27.374
		M _t	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _y	-92.54	-78.85	-65.17	-51.48	-37.79	-24.11	-10.42	3.27	16.96
		M _z	0.00	-0.01	-0.01	-0.02	-0.02	-0.03	-0.03	-0.04	-0.04
	Q 1 (Uso C)	N	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002
		V _y	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		V _z	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004
		M _t	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _y	-0.02	-0.02	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	0.00	0.00
		M _z	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Q 1 (Uso G1)	N	-33.661	-33.661	-33.661	-33.661	-33.661	-33.661	-33.661	-33.661	-33.661
		V _y	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005
		V _z	-26.936	-26.936	-26.936	-26.936	-26.936	-26.936	-26.936	-26.936	-26.936
		M _t	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _y	-90.80	-77.33	-63.87	-50.40	-36.93	-23.46	-9.99	3.47	16.94
		M _z	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	-0.04
	V(0°) H1	N	30.171	30.171	30.171	30.171	30.171	30.171	30.171	30.171	30.171
		V _y	-0.091	-0.091	-0.091	-0.091	-0.091	-0.091	-0.091	-0.091	-0.091
		V _z	44.517	43.066	41.614	40.163	38.712	37.260	35.809	34.358	32.906
		M _t	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _y	146.12	124.22	103.05	82.61	62.89	43.90	25.63	8.09	-8.73
		M _z	-0.20	-0.15	-0.10	-0.06	-0.01	0.03	0.08	0.12	0.17
V(0°) H2	N	-8.534	-8.534	-8.534	-8.534	-8.534	-8.534	-8.534	-8.534	-8.534	
	V _y	-0.087	-0.087	-0.087	-0.087	-0.087	-0.087	-0.087	-0.087	-0.087	
	V _z	18.597	17.146	15.695	14.243	12.792	11.341	9.889	8.438	6.987	
	M _t	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	M _y	64.31	55.37	47.16	39.68	32.92	26.88	21.58	17.00	13.14	
	M _z	-0.21	-0.17	-0.13	-0.08	-0.04	0.00	0.05	0.09	0.13	
V(90°) H1	N	44.385	44.385	44.385	44.385	44.385	44.385	44.385	44.385	44.385	
	V _y	1.435	1.435	1.435	1.435	1.435	1.435	1.435	1.435	1.435	
	V _z	7.667	9.268	10.868	12.469	14.069	15.670	17.270	18.871	20.471	
	M _t	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	
	M _y	52.52	48.28	43.25	37.42	30.78	23.35	15.11	6.08	-3.76	
	M _z	4.92	4.21	3.49	2.77	2.05	1.34	0.62	-0.10	-0.82	
V(180°) H1	N	26.762	26.762	26.762	26.762	26.762	26.762	26.762	26.762	26.762	
	V _y	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	
	V _z	8.255	8.940	9.625	10.311	10.996	11.681	12.367	13.052	13.737	

TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA



Proyecto Estructural de edificio industrial de 1500m² situado en Mora de Rubielos

Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	My	19.34	15.05	10.40	5.42	0.09	-5.58	-11.59	-17.94	-24.64	
	Mz	-0.11	-0.09	-0.06	-0.04	-0.01	0.01	0.04	0.06	0.08	
V(180°) H2	N	-4.359	-4.359	-4.359	-4.359	-4.359	-4.359	-4.359	-4.359	-4.359	-4.359
	Vy	-0.044	-0.044	-0.044	-0.044	-0.044	-0.044	-0.044	-0.044	-0.044	-0.044
	Vz	-19.044	-18.358	-17.673	-16.988	-16.302	-15.617	-14.931	-14.246	-13.561	
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	My	-78.04	-68.69	-59.68	-51.01	-42.69	-34.71	-27.07	-19.78	-12.83	
	Mz	-0.13	-0.11	-0.08	-0.06	-0.04	-0.02	0.00	0.03	0.05	
V(270°) H1	N	11.070	11.070	11.070	11.070	11.070	11.070	11.070	11.070	11.070	11.070
	Vy	-1.407	-1.407	-1.407	-1.407	-1.407	-1.407	-1.407	-1.407	-1.407	-1.407
	Vz	8.928	10.130	11.331	12.532	13.734	14.935	16.136	17.338	18.539	
	Mt	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
	My	47.75	42.98	37.62	31.65	25.09	17.92	10.15	1.78	-7.19	
	Mz	-4.80	-4.10	-3.40	-2.69	-1.99	-1.29	-0.58	0.12	0.82	
N(EI)	N	-75.737	-75.737	-75.737	-75.737	-75.737	-75.737	-75.737	-75.737	-75.737	-75.737
	Vy	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010
	Vz	-60.606	-60.606	-60.606	-60.606	-60.606	-60.606	-60.606	-60.606	-60.606	-60.606
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	My	-204.30	-174.00	-143.70	-113.39	-83.09	-52.79	-22.49	7.82	38.12	
	Mz	-0.04	-0.04	-0.05	-0.06	-0.06	-0.07	-0.07	-0.08	-0.08	

Esfuerzos en barras, por hipótesis											
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.419 m	0.838 m	1.257 m	1.676 m	2.094 m	2.513 m	2.932 m	3.351 m
N80/N22	Peso propio	N	-44.425	-43.493	-42.560	-41.627	-40.694	-39.762	-38.829	-37.896	-36.963
		Vy	-0.025	-0.025	-0.025	-0.025	-0.025	-0.025	-0.025	-0.025	-0.025
		Vz	-27.374	-27.374	-27.374	-27.374	-27.374	-27.374	-27.374	-27.374	-27.374
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	16.96	28.42	39.89	51.35	62.82	74.29	85.75	97.22	108.69
		Mz	-0.03	-0.02	-0.01	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05
	Q 1 (Uso C)	N	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Q 1 (Uso G1)	N	-33.728	-33.728	-33.728	-33.728	-33.728	-33.728	-33.728	-33.728	-33.728
		Vy	-0.026	-0.026	-0.026	-0.026	-0.026	-0.026	-0.026	-0.026	-0.026
		Vz	-26.936	-26.936	-26.936	-26.936	-26.936	-26.936	-26.936	-26.936	-26.936
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	16.94	28.23	39.51	50.79	62.07	73.36	84.64	95.92	107.21
		Mz	-0.03	-0.02	-0.01	0.00	0.01	0.02	0.04	0.05	0.06
	V(0°) H1	N	30.286	30.286	30.286	30.286	30.286	30.286	30.286	30.286	30.286
		Vy	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025
		Vz	32.906	31.690	30.475	29.259	28.043	26.827	25.611	24.395	23.179
Mt		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
My		-8.73	-22.26	-35.28	-47.79	-59.79	-71.28	-82.26	-92.74	-102.70	
Mz		0.09	0.08	0.07	0.06	0.05	0.04	0.03	0.02	0.01	
V(0°) H2	N	-8.571	-8.571	-8.571	-8.571	-8.571	-8.571	-8.571	-8.571	-8.571	
	Vy	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	
	Vz	6.987	5.771	4.555	3.339	2.123	0.907	-0.309	-1.525	-4.624	
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	My	13.14	10.47	8.30	6.65	5.51	4.87	4.75	5.13	6.02	
	Mz	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.06	0.06	0.06	0.06	
V(90°) H1	N	33.453	33.453	33.453	33.453	33.453	33.453	33.453	33.453	33.453	
	Vy	-0.105	-0.105	-0.105	-0.105	-0.105	-0.105	-0.105	-0.105	-0.105	
	Vz	20.471	21.812	23.153	24.494	25.834	27.175	28.516	29.857	33.275	

TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA



Proyecto Estructural de edificio industrial de 1500m² situado en Mora de Rubielos

Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

		Mt	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02
		My	-3.76	-12.61	-22.03	-32.01	-42.55	-53.65	-65.32	-77.54	-90.33	
		Mz	-0.72	-0.68	-0.64	-0.59	-0.55	-0.50	-0.46	-0.42	-0.37	
V(180°) H1		N	26.931	26.931	26.931	26.931	26.931	26.931	26.931	26.931	26.931	26.931
		Vy	0.022	0.022	0.022	0.022	0.022	0.022	0.022	0.022	0.022	0.022
		Vz	13.737	14.312	14.886	15.460	16.034	16.608	17.182	17.757	18.331	18.905
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	-24.64	-30.51	-36.63	-42.98	-49.58	-56.42	-63.49	-70.81	-78.37	-86.08
		Mz	0.05	0.04	0.03	0.02	0.01	0.00	-0.01	-0.02	-0.03	-0.04
V(180°) H2		N	-4.326	-4.326	-4.326	-4.326	-4.326	-4.326	-4.326	-4.326	-4.326	-4.326
		Vy	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003
		Vz	-13.561	-12.987	-12.412	-11.838	-11.264	-10.690	-10.116	-9.542	-8.968	-8.394
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	-12.83	-7.27	-1.95	3.13	7.97	12.57	16.92	21.04	24.92	28.59
		Mz	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03
V(270°) H1		N	20.536	20.536	20.536	20.536	20.536	20.536	20.536	20.536	20.536	20.536
		Vy	0.137	0.137	0.137	0.137	0.137	0.137	0.137	0.137	0.137	0.137
		Vz	18.539	19.546	20.552	21.559	22.565	23.572	24.578	25.585	26.592	27.599
		Mt	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
		My	-7.19	-15.16	-23.56	-32.38	-41.62	-51.28	-61.37	-71.87	-82.80	-94.08
		Mz	0.74	0.68	0.63	0.57	0.51	0.45	0.40	0.34	0.28	0.23
N(EI)		N	-75.888	-75.888	-75.888	-75.888	-75.888	-75.888	-75.888	-75.888	-75.888	-75.888
		Vy	-0.059	-0.059	-0.059	-0.059	-0.059	-0.059	-0.059	-0.059	-0.059	-0.059
		Vz	-60.606	-60.606	-60.606	-60.606	-60.606	-60.606	-60.606	-60.606	-60.606	-60.606
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	38.12	63.51	88.89	114.28	139.67	165.05	190.44	215.83	241.21	266.60
		Mz	-0.07	-0.04	-0.02	0.01	0.03	0.05	0.08	0.10	0.13	0.16

Esfuerzos en barras. por hipótesis													
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra										
			0.207 m	1.070 m	2.146 m	3.007 m	3.652 m	3.654 m	4.027 m	4.774 m	5.894 m	6.642 m	7.762 m
N22/N77	Peso propio	N	-37.060	-36.464	-35.783	-35.250	-34.884	-34.108	-33.955	-33.647	-33.186	-32.878	-32.417
		Vy	-0.010	-0.010	-0.010	-0.010	-0.010	-0.010	-0.010	-0.010	-0.010	-0.010	-0.010
		Vz	-23.738	-21.679	-19.717	-18.241	-17.194	-18.681	-18.106	-16.953	-15.223	-14.070	-12.340
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	-113.56	-94.14	-71.86	-55.50	-44.06	-45.76	-38.91	-25.82	-7.79	3.15	17.95
		Mz	0.00	0.01	0.02	0.03	0.03	0.03	0.04	0.05	0.06	0.06	0.08
	Q 1 (Uso C)	N	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	-0.02	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Q 1 (Uso)	N	-36.617	-36.038	-35.348	-34.787	-34.377	-33.605	-33.413	-33.028	-32.451	-32.066	-31.488
		Vy	-0.010	-0.010	-0.010	-0.010	-0.010	-0.010	-0.010	-0.010	-0.010	-0.010	-0.010
		Vz	-23.836	-21.847	-19.860	-18.293	-17.107	-18.572	-17.852	-16.408	-14.243	-12.799	-10.633
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	-111.87	-92.33	-69.87	-53.42	-41.99	-43.66	-36.88	-24.08	-6.91	3.19	16.32
		Mz	0.00	0.01	0.02	0.03	0.03	0.03	0.04	0.05	0.06	0.06	0.07
V(0°) H1	N	29.529	29.328	29.132	29.020	28.968	28.367	28.367	28.367	28.367	28.367	28.367	
	Vy	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	
	Vz	22.526	19.113	15.688	14.022	13.275	14.536	14.082	13.172	11.808	10.898	9.533	
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	My	106.08	88.40	69.66	57.03	48.21	49.66	44.33	34.15	20.15	11.67	0.22	
	Mz	0.00	-0.01	-0.02	-0.02	-0.03	-0.03	-0.03	-0.04	-0.05	-0.05	-0.06	
V(0°) H2	N	-7.397	-7.346	-7.296	-7.255	-7.227	-7.063	-7.063	-7.063	-7.063	-7.063	-7.063	
	Vy	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	
	Vz	-6.521	-5.676	-4.828	-4.155	-3.647	-3.946	-3.648	-3.050	-2.152	-1.554	-0.657	
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	My	-5.55	-0.35	5.30	9.18	11.70	11.35	12.77	15.27	18.18	19.57	20.81	
	Mz	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	
V(90°) H1	N	27.111	26.974	26.837	26.720	26.643	25.968	25.968	25.968	25.968	25.968	25.968	

TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA



Proyecto Estructural de edificio industrial de 1500m² situado en Mora de Rubielos

Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

	Vy	-0.049	-0.049	-0.049	-0.049	-0.049	-0.049	-0.049	-0.049	-0.049	-0.049	-0.049	-0.049
	Vz	22.032	19.928	17.820	16.158	14.902	16.373	15.621	14.113	11.851	10.343	8.082	8.082
	Mt	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	My	99.18	81.26	60.93	46.28	36.25	37.94	31.98	20.87	6.33	-1.96	-12.29	-12.29
	Mz	-0.01	0.03	0.08	0.13	0.16	0.16	0.18	0.21	0.27	0.31	0.36	0.36
V(180°) H1	N	26.585	26.472	26.358	26.260	26.195	25.558	25.558	25.558	25.558	25.558	25.558	25.558
	Vy	0.011	0.011	0.011	0.011	0.011	0.011	0.011	0.011	0.011	0.011	0.011	0.011
	Vz	19.906	18.218	16.527	15.194	14.185	15.333	14.730	13.521	11.708	10.499	8.686	8.686
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	My	80.59	64.29	45.58	31.90	22.41	23.72	18.12	7.57	-6.57	-14.86	-25.61	-25.61
	Mz	0.00	-0.01	-0.02	-0.03	-0.04	-0.04	-0.04	-0.05	-0.06	-0.07	-0.09	-0.09
V(180°) H2	N	-8.953	-8.952	-8.950	-8.947	-8.945	-8.869	-8.869	-8.869	-8.869	-8.869	-8.869	-8.869
	Vy	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
	Vz	-1.465	-1.496	-1.530	-1.563	-1.585	-1.967	-1.974	-1.986	-2.005	-2.017	-2.036	-2.036
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	My	-28.18	-26.90	-25.28	-23.94	-22.93	-23.37	-22.64	-21.16	-18.92	-17.42	-15.15	-15.15
	Mz	0.00	0.00	0.00	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.02	-0.02
V(270°) H1	N	36.419	36.284	36.149	36.035	35.959	35.316	35.316	35.316	35.316	35.316	35.316	35.316
	Vy	0.068	0.068	0.068	0.068	0.068	0.068	0.068	0.068	0.068	0.068	0.068	0.068
	Vz	20.994	18.903	16.812	15.172	13.927	15.807	15.055	13.547	11.285	9.777	7.515	7.515
	Mt	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
	My	86.60	69.57	50.34	36.55	27.15	29.33	23.58	12.89	-1.02	-8.89	-18.57	-18.57
	Mz	0.01	-0.05	-0.12	-0.18	-0.22	-0.22	-0.25	-0.30	-0.38	-0.43	-0.50	-0.50
N(ED)	N	-82.390	-81.087	-79.535	-78.272	-77.351	-75.614	-75.182	-74.315	-73.016	-72.150	-70.851	-70.851
	Vy	-0.022	-0.022	-0.022	-0.022	-0.022	-0.022	-0.022	-0.022	-0.022	-0.022	-0.022	-0.022
	Vz	-53.630	-49.155	-44.684	-41.160	-38.490	-41.786	-40.167	-36.918	-32.046	-28.798	-23.926	-23.926
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	My	-251.71	-207.75	-157.22	-120.20	-94.47	-98.24	-82.98	-54.18	-15.54	7.18	36.72	36.72
	Mz	0.00	0.02	0.04	0.06	0.08	0.08	0.09	0.10	0.13	0.14	0.17	0.17

Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Esfuerzos en barras, por hipótesis										
			Posiciones en la barra										
			0.000 m	0.785 m	1.962 m	2.746 m	3.923 m	4.315 m	4.317 m	4.748 m	5.824 m	6.685 m	7.762 m
N77/N25	Peso propio	N	-30.470	-30.147	-29.662	-29.339	-28.855	-28.691	-28.634	-28.462	-28.025	-27.666	-27.204
		Vy	-0.028	-0.028	-0.028	-0.028	-0.028	-0.028	-0.028	-0.028	-0.028	-0.028	-0.028
		Vz	-7.383	-6.171	-4.354	-3.143	-1.326	-0.712	-1.905	-1.168	0.769	2.393	4.532
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	-0.11	-0.08	-0.05	-0.03	0.00	0.01	0.02	0.03	0.06	0.08	0.11
	Q 1 (Uso C)	N	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02
	Q 1 (Uso)	N	-30.302	-29.898	-29.291	-28.887	-28.280	-28.078	-28.049	-27.863	-27.405	-27.045	-26.599
		Vy	-0.028	-0.028	-0.028	-0.028	-0.028	-0.028	-0.028	-0.028	-0.028	-0.028	-0.028
		Vz	-8.414	-6.898	-4.623	-3.107	-0.833	-0.076	-1.245	-0.438	1.606	3.244	5.311
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	16.32	22.33	29.11	32.14	34.46	34.64	36.02	36.38	35.74	33.65	29.04
	Mz	-0.11	-0.08	-0.05	-0.03	0.00	0.01	0.01	0.03	0.06	0.08	0.11	
V(0°) H1	N	26.431	26.431	26.431	26.431	26.431	26.431	26.300	26.319	26.373	26.421	26.485	
	Vy	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	
	Vz	7.720	6.764	5.331	4.375	2.942	2.465	3.602	3.112	1.861	0.859	-0.411	
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	Mz	0.21	-5.47	-12.59	-16.40	-20.70	-21.76	-23.11	-24.56	-27.23	-28.40	-28.65	
	Mz	0.07	0.06	0.04	0.02	0.00	-0.01	-0.01	-0.02	-0.04	-0.06	-0.08	
V(0°) H2	N	-7.526	-7.526	-7.526	-7.526	-7.526	-7.526	-7.659	-7.679	-7.726	-7.767	-7.817	
	Vy	-0.008	-0.008	-0.008	-0.008	-0.008	-0.008	-0.008	-0.008	-0.008	-0.008	-0.008	
	Vz	-0.220	0.408	1.351	1.979	2.922	3.235	2.919	3.254	4.099	4.775	5.625	
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	Mz	20.79	20.72	19.68	18.38	15.49	14.29	14.65	13.32	9.36	5.53	-0.07	
	Mz	-0.03	-0.02	-0.01	-0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.02	0.03	
V(90°) H1	N	22.703	22.703	22.703	22.703	22.703	22.703	22.704	22.742	22.844	22.933	23.048	
	Vy	-0.067	-0.067	-0.067	-0.067	-0.067	-0.067	-0.067	-0.067	-0.067	-0.067	-0.067	
	Vz	8.171	6.587	4.211	2.627	0.251	-0.539	0.482	-0.357	-2.474	-4.169	-6.305	
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	



Proyecto Estructural de edificio industrial de 1500m² situado en Mora de Rubielos

Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

		My	-12.25	-18.04	-24.39	-27.07	-28.77	-28.71	-29.92	-29.94	-28.41	-25.55	-19.90
		Mz	-0.17	-0.12	-0.04	0.01	0.09	0.12	0.12	0.15	0.22	0.28	0.35
V(180°) H1	N	24.977	24.977	24.977	24.977	24.977	24.977	24.977	24.965	24.995	25.137	25.309	25.533
	Vv	0.024	0.024	0.024	0.024	0.024	0.024	0.024	0.024	0.024	0.024	0.024	0.024
	Vz	6.707	5.438	3.533	2.263	0.359	-0.274	0.801	0.137	-2.844	-6.240	-10.503	
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	My	-25.60	-30.36	-35.64	-37.91	-39.46	-39.47	-40.75	-40.94	-39.82	-35.91	-26.89	
	Mz	0.09	0.07	0.04	0.03	0.00	-0.01	-0.01	-0.02	-0.05	-0.07	-0.09	
V(180°) H2	N	-7.934	-7.934	-7.934	-7.934	-7.934	-7.934	-7.841	-7.838	-7.832	-7.827	-7.823	
	Vv	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	
	Vz	-1.893	-1.906	-1.926	-1.939	-1.958	-1.965	-2.305	-2.323	-2.358	-2.386	-2.415	
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	My	-15.13	-13.64	-11.39	-9.87	-7.58	-6.81	-6.40	-5.41	-2.89	-0.84	1.75	
	Mz	-0.02	-0.01	-0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.02	
V(270°) H1	N	49.042	49.042	49.042	49.042	49.042	49.042	49.206	49.248	49.357	49.452	49.571	
	Vv	0.135	0.135	0.135	0.135	0.135	0.135	0.135	0.135	0.135	0.135	0.135	
	Vz	3.823	2.239	-0.136	-1.720	-4.096	-4.886	-2.729	-3.534	-5.593	-7.241	-9.338	
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	My	-18.63	-21.00	-22.24	-21.51	-18.09	-16.33	-18.87	-17.50	-12.58	-7.05	1.88	
	Mz	0.41	0.31	0.15	0.04	-0.12	-0.17	-0.17	-0.23	-0.37	-0.49	-0.64	
N(ED)	N	-68.186	-67.276	-65.911	-65.002	-63.637	-63.183	-63.117	-62.697	-61.667	-60.857	-59.855	
	Vv	-0.063	-0.063	-0.063	-0.063	-0.063	-0.063	-0.063	-0.063	-0.063	-0.063	-0.063	
	Vz	-18.931	-15.519	-10.402	-6.990	-1.872	-0.170	-2.799	-0.984	3.615	7.299	11.952	
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	My	36.72	50.23	65.49	72.31	77.53	77.93	81.04	81.84	80.41	75.71	65.34	
	Mz	-0.24	-0.19	-0.12	-0.07	0.01	0.03	0.03	0.06	0.13	0.18	0.25	

4.2.3.1.2 Flechas

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.

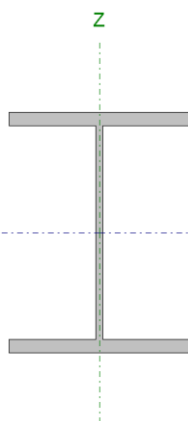
2 Flechas								
Grupo	Flecha máxima absoluta xy Flecha máxima relativa xy		Flecha máxima absoluta xz Flecha máxima relativa xz		Flecha activa absoluta xy Flecha activa relativa xy		Flecha activa absoluta xz Flecha activa relativa xz	
	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)
	N21/N22	1.750	0.24	5.466	4.98	1.750	0.46	5.257
1.750		L(>1000)	5.675	L(>1000)	1.750	L(>1000)	5.675	L(>1000)
N23/N24	1.750	0.24	5.466	4.00	1.750	0.46	5.257	4.30
	1.750	L(>1000)	1.500	L(>1000)	2.000	L(>1000)	1.500	L(>1000)
N22/N25	5.687	1.46	9.909	25.37	5.687	2.58	9.909	28.60
	5.687	L(>1000)	9.909	L/464.1	5.687	L(>1000)	9.909	L/467.7

4.2.3.1.3 Comprobaciones E.L.U. (Completo)



Barra N21/N22

Perfil: HE 400 B Material: Acero (S275)						
Nudos	Longitud (m)	Características mecánicas				
		Inicial	Final	Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)
N21	N22	8.000	197.80	57680.00	10820.00	355.70
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	0.70	1.40	0.00	0.00		
L _K	5.600	11.200	0.000	0.000		
C _m	1.000	1.000	1.000	1.000		
C ₁	-		1.000			
Notación: β: Coeficiente de pandeo L _K : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico						
Situación de incendio						
Resistencia requerida: R 60 Factor de forma: 103.02 m-1 Temperatura máx. de la barra: 623.5 °C Pintura intumescente: 0.6 mm						



Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - TEMPERATURA AMBIENTE															Estado
	φ	λ _w	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	
N21/N22	φ < 2.0 Cumple	λ _w ≤ λ _{w,máx} Cumple	x: 7.349 m η = 0.4	x: 0 m η = 5.2	x: 7.351 m η = 60.1	x: 0 m η = 1.8	x: 0 m η = 13.2	η < 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 7.351 m η = 65.1	η < 0.1	η = 0.2	η = 6.8	η < 0.1	CUMPLE η = 65.1
Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - SITUACIÓN DE INCENDIO															Estado
N21/N22	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m η = 7.6	x: 7.351 m η = 58.6	x: 0 m η = 1.4	η = 11.8	η < 0.1	η < 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 7.351 m η = 66.3	η < 0.1	η = 0.2	x: 0 m η = 6.8	η < 0.1	CUMPLE η = 66.3	
Comprobaciones que no proceden (N.P.): (1) La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.																



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
- $M_Y V_Z$: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados
- $M_Z V_Y$: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados
- $N M_Y M_Z$: Resistencia a flexión y axil combinados
- $N M_Y M_Z V_Y V_Z$: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados
- M_t : Resistencia a torsión
- $M_t V_Z$: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados
- $M_t V_Y$: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados
- x : Distancia al origen de la barra
- η : Coeficiente de aprovechamiento (%)
- N.P.*: No procede

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

La esbeltez reducida ϕ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

ϕ : 0.86 ✓

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 : 1

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

A : 197.80 cm²

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

f_y : 265.00 MPa

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico.

N_{cr} : 7151.06 kN

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} : 9530.34 kN

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

N_{cr,z} : 7151.06 kN

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

N_{cr,T} : ∞

Donde:

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.

I_y : 57680.00 cm⁴

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.

I_z : 10820.00 cm⁴



Proyecto Estructural de edificio industrial de 1500m² situado en Mora de Rubielos

Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.	I_t :	<u>355.70</u>	cm ⁴
I_w : Constante de alabeo de la sección.	I_w :	<u>3817000.00</u>	cm ⁶
E : Módulo de elasticidad.	E :	<u>210000</u>	MPa
G : Módulo de elasticidad transversal.	G :	<u>81000</u>	MPa
L_{ky} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.	L_{ky} :	<u>11.200</u>	m
L_{kz} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.	L_{kz} :	<u>5.600</u>	m
L_{kt} : Longitud efectiva de pandeo por torsión.	L_{kt} :	<u>0.000</u>	m
i₀ : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.	i₀ :	<u>18.61</u>	cm

Siendo:

i_y , i_z : Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.	i_y :	<u>17.08</u>	cm
	i_z :	<u>7.40</u>	cm
y₀ , z₀ : Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección	y₀ :	<u>0.00</u>	mm
	z₀ :	<u>0.00</u>	mm

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

Se debe satisfacer:

$$26.07 \leq 193.14 \checkmark$$

Donde:

h_w : Altura del alma.	h_w :	<u>352.00</u>	mm
t_w : Espesor del alma.	t_w :	<u>13.50</u>	mm
A_w : Área del alma.	A_w :	<u>47.52</u>	cm ²
A_{fc,ef} : Área reducida del ala comprimida.	A_{fc,ef} :	<u>72.00</u>	cm ²
k : Coeficiente que depende de la clase de la sección.	k :	<u>0.30</u>	
E : Módulo de elasticidad.	E :	<u>210000</u>	MPa
f_{yf} : Límite elástico del acero del ala comprimida.	f_{yf} :	<u>265.00</u>	MPa

Siendo:

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.004} \checkmark$$



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 7.349 m del nudo N21, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot V(0^\circ)H1$

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

$$N_{t,Ed} : \underline{20.81} \text{ kN}$$

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

$$N_{t,Rd} : \underline{4992.10} \text{ kN}$$

Donde:

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

$$A : \underline{197.80} \text{ cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

Siendo:

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

$$f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

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

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

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.036} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.052} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N21, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 0.9 \cdot V(0^\circ)H2 + 1.5 \cdot N(EI)$.

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{c,Ed} : \underline{177.40} \text{ kN}$$

La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

$$N_{c,Rd} : \underline{4992.10} \text{ kN}$$

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.

$$\text{Clas} : \underline{1}$$

A : Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{197.80} \text{ cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

Siendo:

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

$$f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

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:

$$N_{b,Rd} : \underline{3440.74} \text{ kN}$$

Donde:

A : Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{197.80} \text{ cm}^2$$



f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

Siendo:

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

$$f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

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

$$\gamma_{MI} : \underline{1.05}$$

λ : Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\lambda_y : \underline{0.83}$$

$$\lambda_z : \underline{0.69}$$

Siendo:

$$\phi_y : \underline{0.83}$$

$$\phi_z : \underline{0.98}$$

α : Coeficiente de imperfección elástica.

$$\alpha_y : \underline{0.21}$$

$$\alpha_z : \underline{0.34}$$

ϕ : Esbeltez reducida.

$$\phi_y : \underline{0.74}$$

$$\phi_z : \underline{0.86}$$

N_{cr} : Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

$$N_{cr} : \underline{7151.06} \text{ kN}$$

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$$N_{cr,y} : \underline{9530.34} \text{ kN}$$

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$$N_{cr,z} : \underline{7151.06} \text{ kN}$$

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} : \underline{\infty}$$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.601} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 7.351 m del nudo N21, para la combinación de acciones

1.35.PP+0.5.V(1.20°)H2+1.5.N(ET)

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{490.44} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 7.351 m del nudo N21, para la combinación de acciones

0.8.PP+1.05.01(C)+1.5.V(0°)H1

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{71.25} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$M_{c,Rd} : \underline{815.70} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de

$$\text{Clase} : \underline{1}$$



desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una

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

$$W_{pl,y} : \underline{3232.00} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

Siendo:

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

$$f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

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 - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.018} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N21, para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V(90^\circ)H1$.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{5.12} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N21, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot V(270^\circ)H1 + 1.05 \cdot N(ED)$.

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{5.06} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$M_{c,Rd} : \underline{278.63} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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.

$$W_{pl,z} : \underline{1104.00} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

Siendo:

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

$$f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

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

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

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

Se debe satisfacer:



$$\eta : \underline{0.132} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N21, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.9·V(180°)H2+1.5·N(ED).

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

$$V_{Ed} : \underline{134.36} \text{ kN}$$

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

$$V_{c,Rd} : \underline{1019.99} \text{ kN}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{70.00} \text{ cm}^2$$

Siendo:

h : Canto de la sección.

$$h : \underline{400.00} \text{ mm}$$

t_w : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{13.50} \text{ mm}$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

Siendo:

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

$$f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

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:

$$22.07 < 65.92 \quad \checkmark$$

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma.

$$\lambda_w : \underline{22.07}$$

$\lambda_{m\acute{a}x}$: Esbeltez máxima.

$$\lambda_{m\acute{a}x} : \underline{65.92}$$

ϵ : Factor de reducción.

$$\epsilon : \underline{0.94}$$

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia.

$$f_{ref} : \underline{235.00} \text{ MPa}$$

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

$$f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

Resistencia a corte Y - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta < \underline{0.001} \quad \checkmark$$



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(90°)H1.

$$V_{Ed}: \text{Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.} \quad V_{Ed} : \underline{0.65} \text{ kN}$$

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

$$V_{c,R} : \underline{2189.76} \text{ kN}$$

Donde:

$$A_v: \text{Área transversal a cortante.} \quad A_v : \underline{150.28} \text{ cm}^2$$

Siendo:

$$A: \text{Área de la sección bruta.} \quad A : \underline{197.80} \text{ cm}^2$$

$$d: \text{Altura del alma.} \quad d : \underline{352.00} \text{ mm}$$

$$t_w: \text{Espesor del alma.} \quad t_w : \underline{13.50} \text{ mm}$$

$$f_{yd}: \text{Resistencia de cálculo del acero.} \quad f_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

Siendo:

$$f_y: \text{Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} \quad f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

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

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados - Temperatura ambiente (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 $V_{c,Rd}$.

$$134.36 \text{ kN} \leq 509.99 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+0.9·V(180°)H2+1.5·N(ED).

$$V_{Ed}: \text{Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.} \quad V_{Ed} : \underline{134.36} \text{ kN}$$

$$V_{c,Rd}: \text{Esfuerzo cortante resistente de cálculo.} \quad V_{c,Rd} : \underline{1019.99} \text{ kN}$$

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados - Temperatura ambiente (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 $V_{c,Rd}$.

$$0.65 \text{ kN} \leq 1094.88 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(90°)H1.

$$V_{Ed}: \text{Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.} \quad V_{Ed} : \underline{0.65} \text{ kN}$$



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

$V_{c,Rd}$: 2189.76 kN

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

Se debe satisfacer:

η : 0.632 ✓

η : 0.651 ✓

η : 0.413 ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 7.351 m del nudo N21, para la combinación de acciones

1.35.DD±0.0.V(1.80°)H2±1.5.N(ET)

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$N_{c,Ed}$: 155.28 kN

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.

$M_{y,Ed}^+$: 490.44 kN·m

$M_{z,Ed}^-$: 0.01 kN·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.

$N_{pl,Rd}$: 4992.10 kN

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

$M_{pl,Rd}$: 815.70 kN·m

$M_{pl,Rd}$: 278.63 kN·m

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A: Área de la sección bruta.

A : 197.80 cm²

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$W_{pl,y}$: 3232.00 cm³

$W_{pl,z}$: 1104.00 cm³

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 252.38 MPa

Siendo:

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

f_y : 265.00 MPa

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

γ_{MI} : 1.05

k_y , k_z : Coeficientes de interacción.

k_y : 1.02

k_z : 1.05

$C_{m,y}$, $C_{m,z}$: Factores de momento flector uniforme equivalente.

$C_{m,y}$: 1.00

$C_{m,z}$: 1.00

λ_y , λ_z : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

λ_y : 0.83

λ_z : 0.69



ϕ_y, ϕ_z : Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\phi_y : \underline{0.74}$$

$$\phi_z : \underline{0.86}$$

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 - Temperatura ambiente (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 $1.35 \cdot PP + 0.9 \cdot V(180^\circ)H2 + 1.5 \cdot N(ED)$.

$$134.36 \text{ kN} \leq 509.95 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

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

$$V_{Ed,z} : \underline{134.36} \text{ kN}$$

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

$$V_{c,Rd,z} : \underline{1019.90} \text{ kN}$$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.002} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot V(90^\circ)H1 + 1.05 \cdot N(EI)$.

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,E} : \underline{0.05} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento torsor resistente de cálculo $M_{T,Rd}$ viene dado por:

$$M_{T,R} : \underline{21.60} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : \underline{148.21} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

Siendo:

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

$$f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

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

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



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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.068} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q1(G1).

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

$$V_{Ed} : \underline{69.79} \text{ kN}$$

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$V_{pl,T,Rd} : \underline{1019.90} \text{ kN}$$

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{pl,Rd} : \underline{1019.99} \text{ kN}$$

$\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión.

$$\tau_{T,Ed} : \underline{0.03} \text{ MPa}$$

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : \underline{148.21} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

Siendo:

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

$$f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

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

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

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

Se debe satisfacer:

$$\eta < \underline{0.001} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·O1(G1).

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

$$V_{Ed} : \underline{0.00} \text{ kN}$$

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$V_{pl,T,Rd} : \underline{2189.57} \text{ kN}$$

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{pl,Rd} : \underline{2189.76} \text{ kN}$$

TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA

Proyecto Estructural de edificio industrial de 1500m² situado en Mora de Rubielos



$T_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión.

$T_{T,Ed}$: 0.03 MPa

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

W_T : 148.21 cm³

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 252.38 MPa

Siendo:

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

f_y : 265.00 MPa

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

γ_{M0} : 1.05

Barra N22/N25

Perfil: IPE 450, Simple con cartelas (Cartela inicial inferior: 3.49 m. Cartela final inferior: 3.49 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)	$y_g^{(4)}$ (mm)
N22	N25	15.524	163.75	147460.97	2513.25	97.57	0.00	205.23
<p>Notas:</p> <p>⁽¹⁾ Las características mecánicas y el dibujo mostrados corresponden a la sección inicial del perfil (N22)</p> <p>⁽²⁾ Inercia respecto al eje indicado</p> <p>⁽³⁾ Momento de inercia a torsión uniforme</p> <p>⁽⁴⁾ Coordenadas del centro de gravedad</p>								
		Pandeo			Pandeo lateral			
		Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.			
β	0.00	0.05	0.00	0.00				
L_K	0.000	0.760	0.000	0.000				
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000				
C_1	-	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> <p>C_1: Factor de modificación para el momento crítico</p>								
Situación de incendio								
Resistencia requerida: R 60 Factor de forma: 172.40 m-1 Temperatura máx. de la barra: 338.0 °C Pintura intumescente: 2.6 mm								

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - TEMPERATURA AMBIENTE														Estado	
	ϕ	λ_w	N_t	N_c	M_Y	M_Z	V_Z	V_Y	$M_Y V_Z$	$M_Z V_Y$	$N M_Y M_Z$	$N M_Y M_Z$	M_t	$M_t V_Z$		$M_t V_Y$
N22/N25	x: 3.652 m $\phi < 2.0$	x: 1.284 m $\lambda_w \leq$	x: 12.079 m $\eta = 1.4$	x: 3.652 m $\eta = 6.3$	x: 0.207 m $\eta = 55.9$	x: 12.077 m $\eta = 0.8$	x: 3.438 m $\eta = 11.2$	x: 3.652 m $\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 3.654 m $\eta = 54.2$	$\eta < 0.1$	x: 12.079 m $\eta = 0.3$	x: 3.438 m $\eta = 6.5$	x: 3.652 m $\eta < 0.1$	CUMPL E $\eta = 55.9$
Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - SITUACIÓN DE INCENDIO														Estado	

TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA



Proyecto Estructural de edificio industrial de 1500m² situado en Mora de Rubielos

Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

	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	
N22/N25	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	x: 3.652 m η = 3.4	x: 0.207 m η = 30.7	x: 12.077 m η = 0.4	x: 3.438 m η = 6.1	x: 3.652 m η < 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 3.654 m η = 28.6	η < 0.1	x: 12.079 m η = 0.2	x: 3.438 m η = 2.8	x: 3.652 m η < 0.1	CUMPLE η = 30.7

Comprobaciones que no proceden (N.P.):

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
 x: Distancia al origen de la barra
 η: Coeficiente de aprovechamiento (%)
 N.P.: No procede

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

La esbeltez reducida ϕ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

$$\phi : \underline{0.05} \quad \checkmark$$

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.

$$\text{Clase} : \underline{4}$$

A_{ef}: Área de la sección eficaz para las secciones de clase 4.

$$A_{ef} : \underline{93.67} \text{ cm}^2$$

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

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico.

$$N_{cr} : \underline{1210701.09} \text{ kN}$$

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.

$$N_{cr,y} : \underline{1210701.09} \text{ kN}$$

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$$N_{cr,z} : \underline{\infty}$$

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} : \underline{\infty}$$

Donde:



I_y : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.	I_y :	<u>33740.00</u>	cm ⁴
I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.	I_z :	<u>1676.00</u>	cm ⁴
I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.	I_t :	<u>66.90</u>	cm ⁴
I_w : Constante de alabeo de la sección.	I_w :	<u>791000.00</u>	cm ⁶
E : Módulo de elasticidad.	E :	<u>210000</u>	MPa
G : Módulo de elasticidad transversal.	G :	<u>81000</u>	MPa
L_{ky} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.	L_{ky} :	<u>0.760</u>	m
L_{kz} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.	L_{kz} :	<u>0.000</u>	m
L_{kt} : Longitud efectiva de pandeo por torsión.	L_{kt} :	<u>0.000</u>	m
i_o : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.	i_o :	<u>18.93</u>	cm

Siendo:

i_y , i_z : Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.	i_y :	<u>18.48</u>	cm
	i_z :	<u>4.12</u>	cm
y₀ , z₀ : Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección	y₀ :	<u>0.00</u>	mm
	z₀ :	<u>0.00</u>	mm

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

Se debe satisfacer:

$$77.10 \leq 359.01 \checkmark$$

Donde:

h_w : Altura del alma.	h_w :	<u>724.71</u>	mm
t_w : Espesor del alma.	t_w :	<u>9.40</u>	mm
A_w : Área del alma.	A_w :	<u>68.12</u>	cm ²
A_{fc,ef} : Área reducida del ala comprimida.	A_{fc,ef} :	<u>27.74</u>	cm ²
k : Coeficiente que depende de la clase de la sección.	k :	<u>0.30</u>	
E : Módulo de elasticidad.	E :	<u>210000</u>	MPa
f_{yf} : Límite elástico del acero del ala comprimida.	f_{yf} :	<u>275.00</u>	MPa

Siendo:

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

Se debe satisfacer:



$$\eta : \underline{0.014} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 12.079 m del nudo N22, para la combinación de acciones

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

$$N_{t,Ed} : \underline{36.48} \text{ kN}$$

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

$$N_{t,Rd} : \underline{2587.62} \text{ kN}$$

Donde:

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

$$A : \underline{98.80} \text{ cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

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

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

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

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

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.063} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 3.652 m del nudo N22, para la combinación de acciones

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{c,Ed} : \underline{153.70} \text{ kN}$$

La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

$$N_{c,Rd} : \underline{2453.21} \text{ kN}$$

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.

$$A_{ef} : \underline{93.67} \text{ cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

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

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

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

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

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

Para esbelteces $\phi \leq 0.2$ se puede omitir la comprobación frente a pandeo, y comprobar únicamente la resistencia de la sección transversal.

ϕ : Esbeltez reducida.

$$\phi : \underline{0.05}$$



Donde:

A_{ef} : Área de la sección eficaz para las secciones de clase 4.	A_{ef} : <u>93.67</u> cm ²
f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	f_y : <u>275.00</u> MPa
N_{cr} : Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:	N_{cr} : <u>1210701.09</u> kN
$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.	$N_{cr,y}$: <u>1210701.09</u> kN
$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.	$N_{cr,z}$: <u>∞</u>
$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.	$N_{cr,T}$: <u>∞</u>

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

Se debe satisfacer:

η : 0.559 ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.207 m del nudo N22, para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.05 \cdot Q1(C) + 1.5 \cdot V(180^\circ)H1$

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^+ : 72.59 kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.207 m del nudo N22, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 0.9 \cdot V(180^\circ)H2 + 1.5 \cdot N(ED)$.

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^- : 514.27 kN·m

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

$M_{c,Rd}^+$: 920.46 kN·m

$M_{c,Rd}^-$: 920.46 kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. $Clase^+$: 3

$W_{el,y}^+$: Módulo resistente elástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 3. $Clase^-$: 4

$W_{el,y}^+$: Módulo resistente elástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 4. $W_{el,y}^+$: 3514.47 cm³

$W_{ef,y}^-$: Módulo resistente elástico de la sección eficaz correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 4. $W_{ef,y}^-$: 3514.47 cm³

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 261.90 MPa

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 275.00 MPa

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 - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.008} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 12.077 m del nudo N22, para la combinación de acciones

$$1.35 \cdot \overline{PP}_{\pm 1} + 5 \cdot \sqrt{(0.0^{\circ})^2 H1_{\pm 1} + 0.5 \cdot N(ET)}$$

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{0.58} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 12.077 m del nudo N22, para la combinación de acciones

$$0.8 \cdot \overline{PP}_{\pm 1} + 5 \cdot \sqrt{(0.70^{\circ})^2 H1}$$

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{0.57} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$M_{c,Rd} : \underline{72.29} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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.

$$W_{pl,z} : \underline{276.00} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

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

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

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

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

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.112} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 3.438 m del nudo N22, para la combinación de acciones

$$1.35 \cdot \overline{PP}_{\pm 0} + 0 \cdot \sqrt{(0^{\circ})^2 H2_{\pm 1} + 5 \cdot N(ET)}$$

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

$$V_{Ed} : \underline{78.00} \text{ kN}$$

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



$$V_{c,Rd} : \underline{697.77} \text{ kN}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{46.15} \text{ cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

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

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

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:

$$40.30 < 64.71 \quad \checkmark$$

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma.

$$\lambda_w : \underline{40.30}$$

$\lambda_{m\acute{a}x}$: Esbeltez máxima.

$$\lambda_{m\acute{a}x} : \underline{64.71}$$

ϵ : Factor de reducción.

$$\epsilon : \underline{0.92}$$

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia.

$$f_{ref} : \underline{235.00} \text{ MPa}$$

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

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

Resistencia a corte Y - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta < \underline{0.001} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 3.652 m del nudo N22, para la combinación de acciones

1 35. DD±1 5. V/(90°)H1±1 05. N/(E)

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

$$V_{Ed} : \underline{0.05} \text{ kN}$$

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

$$V_{c,R} : \underline{895.85} \text{ kN}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{59.24} \text{ cm}^2$$



Siendo:

A: Área de la sección bruta.	A : $\frac{98.80}{}$ cm ²
d: Altura del alma.	d : $\frac{420.80}{}$ mm
t_w: Espesor del alma.	t_w : $\frac{9.40}{}$ mm
f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.	f_{yd} : $\frac{261.90}{}$ MPa

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	f_y : $\frac{275.00}{}$ MPa
Y_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material.	Y_{M0} : $\frac{1.05}{}$

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados - Temperatura ambiente (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}**.

$$110.26 \text{ kN} \leq 627.98 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+0.9·V(0°)H2+1.5·N(ED).

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.	V_{Ed} : $\frac{110.26}{}$ kN
V_{c,Rd}: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.	V_{c,Rd} : $\frac{1255.96}{}$ kN

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados - Temperatura ambiente (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}**.

$$0.05 \text{ kN} \leq 657.65 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(90°)H1+1.05·N(ED).

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.	V_{Ed} : $\frac{0.05}{}$ kN
V_{c,Rd}: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.	V_{c,Rd} : $\frac{1315.30}{}$ kN

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \frac{0.542}{} \quad \checkmark$$



$$\eta : \underline{0.542} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.349} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 3.654 m del nudo N22, para la combinación de acciones

$$1.35 \cdot PP_{\perp} + 0.5 \cdot V(1.80^{\circ}) + H_{\perp} + 1.5 \cdot N(FT)$$

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{c,Ed} : \underline{150.35} \text{ kN}$$

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{y,Ed} : \underline{215.48} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{z,Ed} : \underline{0.03} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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.

$$N_{pl,Rd} : \underline{2587.62} \text{ kN}$$

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{pl,Rd,y} : \underline{445.76} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{pl,Rd,z} : \underline{72.29} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A: Área de la sección bruta.

$$A : \underline{98.80} \text{ cm}^2$$

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$W_{pl,y} : \underline{1702.00} \text{ cm}^3$$

$$W_{pl,z} : \underline{276.00} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

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

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

k_y , k_z : Coeficientes de interacción.

$$k_y : \underline{1.00}$$

$$k_z : \underline{1.00}$$

$C_{m,y}$, $C_{m,z}$: Factores de momento flector uniforme equivalente.

$$C_{m,y} : \underline{1.00}$$

$$C_{m,z} : \underline{1.00}$$

λ_y , λ_z : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\lambda_y : \underline{1.00}$$

$$\lambda_z : \underline{1.00}$$

ϕ_y , ϕ_z : Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\phi_y : \underline{0.05}$$

$$\phi_z : \underline{0.00}$$

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 - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)



Proyecto Estructural de edificio industrial de 1500m² situado en Mora de Rubielos

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 .

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 0.9 \cdot V(0^\circ)H2 + 1.5 \cdot N(ED)$.

$$110.26 \text{ kN} \leq 627.98 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

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

$$V_{Ed,z} : \frac{110.26}{\quad} \text{ kN}$$

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

$$V_{c,Rd,z} : \frac{1255.96}{\quad} \text{ kN}$$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.003} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 12.079 m del nudo N22, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot V(0^\circ)H1 + 1.5 \cdot N(ED)$.

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.02} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento torsor resistente de cálculo $M_{T,Rd}$ viene dado por:

$$M_{T,Rd} : \underline{6.93} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : \frac{45.82}{\quad} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \frac{261.90}{\quad} \text{ MPa}$$

Siendo:

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

$$f_y : \frac{275.00}{\quad} \text{ MPa}$$

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

$$\gamma_{M0} : \frac{1.05}{\quad}$$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.065} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 3.438 m del nudo N22, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot V(70^\circ)H1 + 1.5 \cdot N(ED)$.

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

$$V_{Ed} : \underline{45.54} \text{ kN}$$



$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$V_{pl,T,Rd} : \underline{697.62} \text{ kN}$$

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{pl,Rd} : \underline{697.77} \text{ kN}$$

$T_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión.

$$T_{T,Ed} : \underline{0.08} \text{ MPa}$$

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : \underline{59.82} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

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

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

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

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

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

Se debe satisfacer:

$$\eta < \underline{0.001} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 3.652 m del nudo N22, para la combinación de acciones

1.35.PP+1.5.Q1(C)+0.9.V(270°)+1.05.N(FD)

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

$$V_{Ed} : \underline{0.02} \text{ kN}$$

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$V_{pl,T,Rd} : \underline{895.61} \text{ kN}$$

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{pl,Rd} : \underline{895.85} \text{ kN}$$

$T_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión.

$$T_{T,Ed} : \underline{0.10} \text{ MPa}$$

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : \underline{45.82} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

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

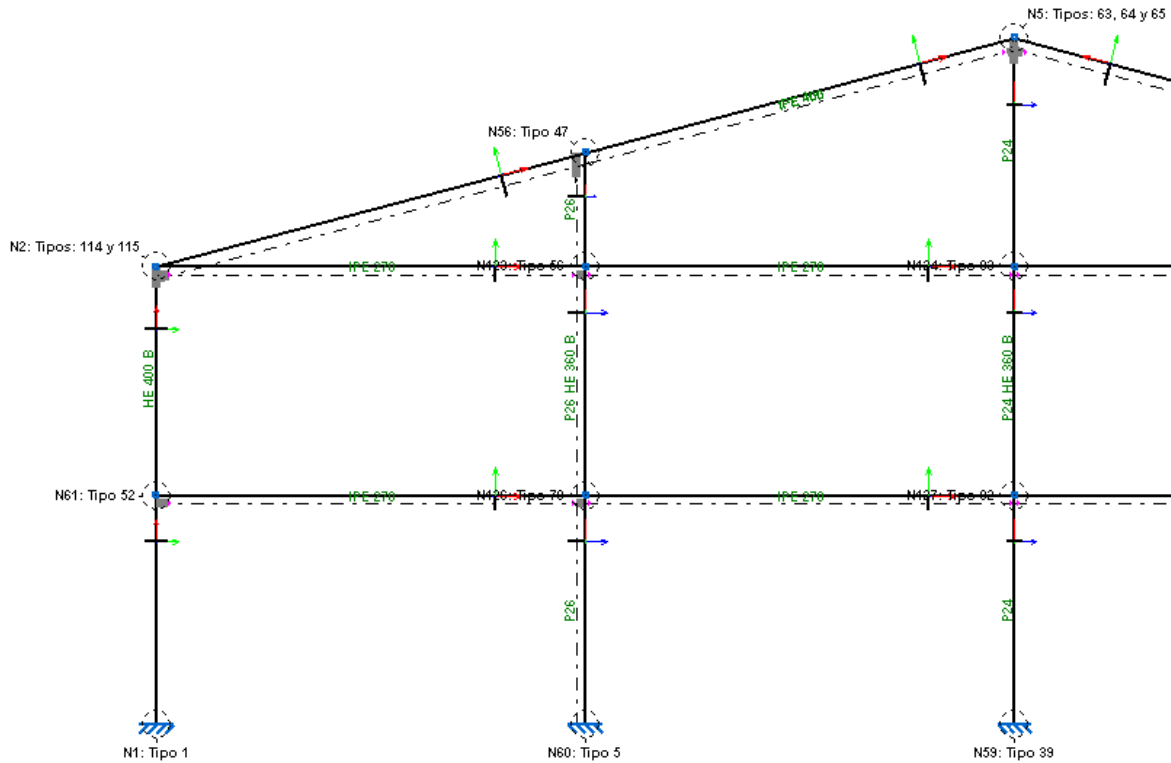
$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

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

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



4.3 Pórtico de fachada



4.3.1 GEOMETRÍA

4.3.1.1 Descripción

Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)			β_{xy}	β_{xz}	Lb _{Sup.} (m)	Lb _{Inf.} (m)
Tipo	Designación				Indeformable origen	Deformable	Indeformable extremo				
Acero laminado	S275	N1/N61	N1/N2	HE 400 B (HEB)	-	4.000	-	1.40	2.80	-	-
		N61/N2	N1/N2	HE 400 B (HEB)	-	3.639	0.361	1.40	2.80	-	-
		N59/N127	N59/N5	HE 360 B (HEB)	-	4.000	-	1.00	2.10	-	-
		N127/N124	N59/N5	HE 360 B (HEB)	-	4.000	-	1.00	2.10	-	-
		N124/N5	N59/N5	HE 360 B (HEB)	-	3.546	0.454	1.00	2.10	-	-
		N2/N123	N2/N123	IPE 270 (IPE)	0.200	7.143	0.157	0.00	1.00	-	-
		N123/N124	N123/N124	IPE 270 (IPE)	-	7.500	-	0.00	1.00	-	-
		N61/N126	N61/N126	IPE 270 (IPE)	0.200	7.143	0.157	0.00	1.00	-	-
		N126/N127	N126/N127	IPE 270 (IPE)	-	7.500	-	0.00	1.00	-	-
		N60/N126	N60/N56	HE 360 B (HEB)	-	4.000	-	1.00	2.10	-	-
		N126/N123	N60/N56	HE 360 B (HEB)	-	4.000	-	1.00	2.10	-	-
		N123/N56	N60/N56	HE 360 B (HEB)	-	1.546	0.454	1.00	4.20	-	-



Proyecto Estructural de edificio industrial de 1500m² situado en Mora de Rubielos

Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

	N2/N56	N2/N5	IPE 400 (IPE)	0.154	7.608	-	0.00	1.00	-	-
	N56/N5	N2/N5	IPE 400 (IPE)	-	7.553	0.209	0.00	1.00	-	-

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'

4.3.2 CARGAS

Referencias:

'P1', 'P2':

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

'L1', 'L2':

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

Unidades:

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

Cargas en barras										
Barra	Hipótesis	Tipo	Valores		Posición		Dirección			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Ejes	X	Y	Z
N1/N61	Peso propio	Uniforme	1.523	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N1/N61	Peso propio	Uniforme	0.528	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N1/N61	V(0°) H1	Uniforme	3.158	-	-	-	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N1/N61	V(0°) H1	Uniforme	0.313	-	-	-	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N1/N61	V(0°) H1	Uniforme	1.451	-	-	-	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N1/N61	V(0°) H2	Uniforme	0.313	-	-	-	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N1/N61	V(0°) H2	Uniforme	3.158	-	-	-	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N1/N61	V(0°) H2	Uniforme	1.451	-	-	-	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N1/N61	V(90°) H1	Uniforme	2.415	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N1/N61	V(90°) H1	Uniforme	2.123	-	-	-	Globales	1.000	0.000	0.000
N1/N61	V(90°) H1	Uniforme	0.003	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N1/N61	V(180°) H1	Uniforme	0.685	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000

TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA



Proyecto Estructural de edificio industrial de 1500m² situado en Mora de Rubielos

Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

N1/N61	V(180°) H1	Uniforme	0.097	-	-	-	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N1/N61	V(180°) H1	Uniforme	1.451	-	-	-	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N1/N61	V(180°) H2	Uniforme	0.097	-	-	-	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N1/N61	V(180°) H2	Uniforme	0.685	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N1/N61	V(180°) H2	Uniforme	1.451	-	-	-	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N1/N61	V(270°) H1	Uniforme	0.921	-	-	-	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N1/N61	V(270°) H1	Uniforme	1.008	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N61/N2	Peso propio	Uniforme	1.523	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N61/N2	Peso propio	Uniforme	0.528	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N61/N2	Peso propio	Uniforme	0.352	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N61/N2	V(0°) H1	Uniforme	0.313	-	-	-	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N61/N2	V(0°) H1	Uniforme	1.451	-	-	-	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N61/N2	V(0°) H1	Uniforme	3.158	-	-	-	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N61/N2	V(0°) H2	Uniforme	0.313	-	-	-	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N61/N2	V(0°) H2	Uniforme	3.158	-	-	-	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N61/N2	V(0°) H2	Uniforme	1.451	-	-	-	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N61/N2	V(90°) H1	Uniforme	2.123	-	-	-	Globales	1.000	0.000	0.000
N61/N2	V(90°) H1	Uniforme	2.415	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N61/N2	V(90°) H1	Uniforme	0.003	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N61/N2	V(180°) H1	Uniforme	0.685	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N61/N2	V(180°) H1	Uniforme	0.097	-	-	-	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N61/N2	V(180°) H1	Uniforme	1.451	-	-	-	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N61/N2	V(180°) H2	Uniforme	1.451	-	-	-	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N61/N2	V(180°) H2	Uniforme	0.097	-	-	-	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N61/N2	V(180°) H2	Uniforme	0.685	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N61/N2	V(270°) H1	Uniforme	1.008	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N61/N2	V(270°) H1	Uniforme	0.921	-	-	-	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N59/N127	Peso propio	Uniforme	1.391	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N59/N127	Peso propio	Uniforme	1.055	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N59/N127	V(0°) H1	Uniforme	4.838	-	-	-	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N59/N127	V(0°) H2	Uniforme	4.838	-	-	-	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N59/N127	V(90°) H1	Uniforme	4.247	-	-	-	Globales	1.000	0.000	0.000
N59/N127	V(180°) H1	Uniforme	4.838	-	-	-	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N59/N127	V(180°) H2	Uniforme	4.838	-	-	-	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N59/N127	V(270°) H1	Uniforme	1.841	-	-	-	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N124/N5	Peso propio	Uniforme	1.391	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N124/N5	Peso propio	Faja	1.055	-	0.000	2.000	Globales	0.000	0.000	-1.000
N124/N5	Peso propio	Triangular Izq.	1.055	-	2.000	4.000	Globales	0.000	0.000	-1.000
N124/N5	V(0°) H1	Faja	4.838	-	0.000	2.000	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N124/N5	V(0°) H1	Triangular Izq.	4.838	-	2.000	4.000	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N124/N5	V(0°) H2	Faja	4.838	-	0.000	2.000	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N124/N5	V(0°) H2	Triangular Izq.	4.838	-	2.000	4.000	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N124/N5	V(90°) H1	Faja	4.247	-	0.000	2.000	Globales	1.000	0.000	0.000
N124/N5	V(90°) H1	Triangular Izq.	4.247	-	2.000	4.000	Globales	1.000	0.000	0.000
N124/N5	V(180°) H1	Faja	4.838	-	0.000	2.000	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N124/N5	V(180°) H1	Triangular Izq.	4.838	-	2.000	4.000	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N124/N5	V(180°) H2	Faja	4.838	-	0.000	2.000	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N124/N5	V(180°) H2	Triangular Izq.	4.838	-	2.000	4.000	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N124/N5	V(270°) H1	Faja	1.841	-	0.000	2.000	Globales	-1.000	-0.000	-0.000

TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA



Proyecto Estructural de edificio industrial de 1500m² situado en Mora de Rubielos

Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

N124/N5	V(270°) H1	Triangular Izq.	1.841	-	2.000	4.000	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N2/N123	Peso propio	Uniforme	0.353	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N61/N126	Peso propio	Uniforme	0.353	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N60/N126	Peso propio	Uniforme	1.391	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N60/N126	Peso propio	Uniforme	1.055	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N60/N126	V(0°) H1	Uniforme	1.486	-	-	-	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N60/N126	V(0°) H1	Uniforme	3.847	-	-	-	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N60/N126	V(0°) H2	Uniforme	1.486	-	-	-	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N60/N126	V(0°) H2	Uniforme	3.847	-	-	-	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N60/N126	V(90°) H1	Uniforme	4.247	-	-	-	Globales	1.000	0.000	0.000
N60/N126	V(180°) H1	Uniforme	3.290	-	-	-	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N60/N126	V(180°) H1	Uniforme	0.968	-	-	-	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N60/N126	V(180°) H2	Uniforme	3.290	-	-	-	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N60/N126	V(180°) H2	Uniforme	0.968	-	-	-	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N60/N126	V(270°) H1	Uniforme	1.841	-	-	-	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N123/N56	Peso propio	Uniforme	1.391	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N123/N56	Peso propio	Trapezoidal	1.055	0.528	0.000	2.000	Globales	0.000	0.000	-1.000
N123/N56	V(0°) H1	Faja	1.440	-	0.000	0.059	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N123/N56	V(0°) H1	Faja	1.205	-	0.059	0.303	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N123/N56	V(0°) H1	Faja	0.842	-	0.303	0.547	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N123/N56	V(0°) H1	Faja	0.508	-	0.547	0.792	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N123/N56	V(0°) H1	Faja	0.224	-	0.792	1.036	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N123/N56	V(0°) H1	Faja	0.032	-	1.036	1.280	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N123/N56	V(0°) H1	Faja	3.826	-	0.000	0.250	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N123/N56	V(0°) H1	Faja	3.775	-	0.250	0.500	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N123/N56	V(0°) H1	Faja	3.705	-	0.500	0.750	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N123/N56	V(0°) H1	Faja	3.603	-	0.750	1.000	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N123/N56	V(0°) H1	Faja	3.431	-	1.000	1.280	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N123/N56	V(0°) H1	Trapezoidal	3.290	2.419	1.280	2.000	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N123/N56	V(0°) H2	Faja	1.440	-	0.000	0.059	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N123/N56	V(0°) H2	Faja	1.205	-	0.059	0.303	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N123/N56	V(0°) H2	Faja	0.842	-	0.303	0.547	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N123/N56	V(0°) H2	Faja	0.508	-	0.547	0.792	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N123/N56	V(0°) H2	Faja	0.224	-	0.792	1.036	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N123/N56	V(0°) H2	Faja	0.032	-	1.036	1.280	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N123/N56	V(0°) H2	Faja	3.826	-	0.000	0.250	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N123/N56	V(0°) H2	Faja	3.775	-	0.250	0.500	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N123/N56	V(0°) H2	Faja	3.705	-	0.500	0.750	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N123/N56	V(0°) H2	Faja	3.603	-	0.750	1.000	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N123/N56	V(0°) H2	Faja	3.431	-	1.000	1.280	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N123/N56	V(0°) H2	Trapezoidal	3.290	2.419	1.280	2.000	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N123/N56	V(90°) H1	Trapezoidal	4.247	2.123	0.000	2.000	Globales	1.000	0.000	0.000
N123/N56	V(180°) H1	Faja	3.283	-	0.000	0.250	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N123/N56	V(180°) H1	Faja	3.267	-	0.250	0.500	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N123/N56	V(180°) H1	Faja	3.246	-	0.500	0.750	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N123/N56	V(180°) H1	Faja	3.214	-	0.750	1.000	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N123/N56	V(180°) H1	Faja	3.161	-	1.000	1.280	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N123/N56	V(180°) H1	Faja	3.069	-	1.280	1.500	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N123/N56	V(180°) H1	Faja	2.956	-	1.500	1.600	Globales	-1.000	-0.000	-0.000

TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA



Proyecto Estructural de edificio industrial de 1500m² situado en Mora de Rubielos

Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

N123/N56	V(180°) H1	Trapezoidal	2.903	2.419	1.600	2.000	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N123/N56	V(180°) H1	Faja	0.923	-	0.000	0.123	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N123/N56	V(180°) H1	Faja	0.790	-	0.123	0.369	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N123/N56	V(180°) H1	Faja	0.615	-	0.369	0.615	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N123/N56	V(180°) H1	Faja	0.445	-	0.615	0.862	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N123/N56	V(180°) H1	Faja	0.282	-	0.862	1.108	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N123/N56	V(180°) H1	Faja	0.134	-	1.108	1.354	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N123/N56	V(180°) H1	Faja	0.022	-	1.354	1.600	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N123/N56	V(180°) H2	Faja	3.283	-	0.000	0.250	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N123/N56	V(180°) H2	Faja	3.267	-	0.250	0.500	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N123/N56	V(180°) H2	Faja	3.246	-	0.500	0.750	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N123/N56	V(180°) H2	Faja	3.214	-	0.750	1.000	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N123/N56	V(180°) H2	Faja	3.161	-	1.000	1.280	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N123/N56	V(180°) H2	Faja	3.069	-	1.280	1.500	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N123/N56	V(180°) H2	Faja	2.956	-	1.500	1.600	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N123/N56	V(180°) H2	Trapezoidal	2.903	2.419	1.600	2.000	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N123/N56	V(180°) H2	Faja	0.923	-	0.000	0.123	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N123/N56	V(180°) H2	Faja	0.790	-	0.123	0.369	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N123/N56	V(180°) H2	Faja	0.615	-	0.369	0.615	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N123/N56	V(180°) H2	Faja	0.445	-	0.615	0.862	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N123/N56	V(180°) H2	Faja	0.282	-	0.862	1.108	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N123/N56	V(180°) H2	Faja	0.134	-	1.108	1.354	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N123/N56	V(180°) H2	Faja	0.022	-	1.354	1.600	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N123/N56	V(270°) H1	Trapezoidal	1.841	0.921	0.000	2.000	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N2/N56	Peso propio	Uniforme	0.651	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N2/N56	Peso propio	Triangular Izq.	0.136	-	0.000	7.762	Globales	0.000	0.000	-1.000
N2/N56	Peso propio	Uniforme	0.418	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N2/N56	Q 1 (Uso G1)	Uniforme	1.000	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N2/N56	V(0°) H1	Faja	1.825	-	0.000	2.484	Globales	0.000	-0.258	0.966
N2/N56	V(0°) H1	Trapezoidal	0.814	0.516	0.000	2.124	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N2/N56	V(0°) H1	Faja	0.440	-	2.124	3.072	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N2/N56	V(0°) H1	Faja	0.285	-	3.072	4.020	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N2/N56	V(0°) H1	Faja	0.106	-	4.020	4.968	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N2/N56	V(0°) H1	Trapezoidal	0.078	0.125	0.000	2.911	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N2/N56	V(0°) H1	Faja	0.144	-	2.911	3.881	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N2/N56	V(0°) H1	Faja	0.188	-	3.881	4.968	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N2/N56	V(0°) H1	Triangular Izq.	0.224	-	4.968	7.762	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N2/N56	V(0°) H1	Faja	0.609	-	2.484	7.762	Globales	0.000	-0.258	0.966
N2/N56	V(0°) H2	Faja	0.440	-	2.124	3.072	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N2/N56	V(0°) H2	Faja	0.285	-	3.072	4.020	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N2/N56	V(0°) H2	Faja	0.106	-	4.020	4.968	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N2/N56	V(0°) H2	Trapezoidal	0.078	0.125	0.000	2.911	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N2/N56	V(0°) H2	Faja	0.144	-	2.911	3.881	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N2/N56	V(0°) H2	Faja	0.188	-	3.881	4.968	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N2/N56	V(0°) H2	Triangular Izq.	0.224	-	4.968	7.762	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N2/N56	V(0°) H2	Trapezoidal	0.814	0.516	0.000	2.124	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N2/N56	V(0°) H2	Faja	0.400	-	0.000	2.484	Globales	-0.000	0.258	-0.966
N2/N56	V(0°) H2	Faja	0.400	-	2.484	7.762	Globales	-0.000	0.258	-0.966
N2/N56	V(90°) H1	Faja	1.915	-	0.000	6.210	Globales	0.000	-0.258	0.966

TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA



Proyecto Estructural de edificio industrial de 1500m² situado en Mora de Rubielos

Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

N2/N56	V(90°) H1	Faja	1.912	-	6.210	7.762	Globales	0.000	-0.258	0.966
N2/N56	V(90°) H1	Uniforme	0.327	-	-	-	Globales	0.000	-0.258	0.966
N2/N56	V(90°) H1	Triangular Izq.	0.547	-	0.000	7.762	Globales	1.000	0.000	0.000
N2/N56	V(180°) H1	Uniforme	0.809	-	-	-	Globales	0.000	-0.258	0.966
N2/N56	V(180°) H1	Trapezoidal	0.024	0.047	0.000	3.881	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N2/N56	V(180°) H1	Faja	0.058	-	3.881	4.968	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N2/N56	V(180°) H1	Faja	0.082	-	4.968	5.822	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N2/N56	V(180°) H1	Faja	0.111	-	5.822	6.210	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N2/N56	V(180°) H1	Triangular Izq.	0.125	-	6.210	7.762	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N2/N56	V(180°) H1	Trapezoidal	0.375	0.015	0.000	6.210	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N2/N56	V(180°) H2	Trapezoidal	0.024	0.047	0.000	3.881	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N2/N56	V(180°) H2	Faja	0.058	-	3.881	4.968	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N2/N56	V(180°) H2	Trapezoidal	0.375	0.015	0.000	6.210	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N2/N56	V(180°) H2	Triangular Izq.	0.125	-	6.210	7.762	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N2/N56	V(180°) H2	Faja	0.111	-	5.822	6.210	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N2/N56	V(180°) H2	Faja	0.082	-	4.968	5.822	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N2/N56	V(180°) H2	Uniforme	0.008	-	-	-	Globales	0.000	-0.258	0.966
N2/N56	V(270°) H1	Triangular Izq.	0.237	-	0.000	7.762	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N2/N56	V(270°) H1	Uniforme	1.009	-	-	-	Globales	0.000	-0.258	0.966
N2/N56	N(EI)	Uniforme	2.250	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N56/N5	Peso propio	Uniforme	0.651	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N56/N5	Peso propio	Triangular Izq.	0.136	-	0.000	7.762	Globales	0.000	0.000	-1.000
N56/N5	Peso propio	Uniforme	0.418	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N56/N5	Q 1 (Uso G1)	Uniforme	1.000	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N56/N5	V(0°) H1	Uniforme	0.609	-	-	-	Globales	0.000	-0.258	0.966
N56/N5	V(0°) H1	Triangular Izq.	0.623	-	0.000	7.762	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N56/N5	V(0°) H2	Triangular Izq.	0.623	-	0.000	7.762	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N56/N5	V(0°) H2	Uniforme	0.400	-	-	-	Globales	-0.000	0.258	-0.966
N56/N5	V(90°) H1	Triangular Izq.	0.547	-	0.000	7.762	Globales	1.000	0.000	0.000
N56/N5	V(90°) H1	Uniforme	0.327	-	-	-	Globales	0.000	-0.258	0.966
N56/N5	V(90°) H1	Uniforme	1.912	-	-	-	Globales	0.000	-0.258	0.966
N56/N5	V(180°) H1	Faja	0.809	-	0.000	5.278	Globales	0.000	-0.258	0.966
N56/N5	V(180°) H1	Triangular Izq.	0.623	-	0.000	7.762	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N56/N5	V(180°) H1	Faja	1.999	-	5.278	7.762	Globales	0.000	-0.258	0.966
N56/N5	V(180°) H2	Faja	0.008	-	0.000	5.278	Globales	0.000	-0.258	0.966
N56/N5	V(180°) H2	Triangular Izq.	0.623	-	0.000	7.762	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N56/N5	V(180°) H2	Faja	0.008	-	5.278	7.762	Globales	0.000	-0.258	0.966
N56/N5	V(270°) H1	Triangular Izq.	0.237	-	0.000	7.762	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N56/N5	V(270°) H1	Uniforme	1.009	-	-	-	Globales	0.000	-0.258	0.966
N56/N5	N(EI)	Uniforme	2.250	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N127/N124	Peso propio	Uniforme	1.391	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N127/N124	Peso propio	Uniforme	1.055	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N127/N124	V(0°) H1	Uniforme	4.838	-	-	-	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N127/N124	V(0°) H2	Uniforme	4.838	-	-	-	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N127/N124	V(90°) H1	Uniforme	4.247	-	-	-	Globales	1.000	0.000	0.000
N127/N124	V(180°) H1	Uniforme	4.838	-	-	-	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N127/N124	V(180°) H2	Uniforme	4.838	-	-	-	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N127/N124	V(270°) H1	Uniforme	1.841	-	-	-	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N126/N123	V(180°) H1	Uniforme	0.968	-	-	-	Globales	-1.000	-0.000	-0.000



N126/N123	V(180°) H2	Uniforme	3.290	-	-	-	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N126/N123	V(180°) H2	Uniforme	0.968	-	-	-	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N126/N123	V(270°) H1	Uniforme	1.841	-	-	-	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N60/N126	Peso propio	Uniforme	1.391	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N60/N126	Peso propio	Uniforme	1.055	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N60/N126	V(0°) H1	Uniforme	1.486	-	-	-	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N60/N126	V(0°) H1	Uniforme	3.847	-	-	-	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N60/N126	V(0°) H2	Uniforme	1.486	-	-	-	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N60/N126	V(0°) H2	Uniforme	3.847	-	-	-	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N60/N126	V(90°) H1	Uniforme	4.247	-	-	-	Globales	1.000	0.000	0.000
N60/N126	V(180°) H1	Uniforme	3.290	-	-	-	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N60/N126	V(180°) H1	Uniforme	0.968	-	-	-	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N60/N126	V(180°) H2	Uniforme	3.290	-	-	-	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N60/N126	V(180°) H2	Uniforme	0.968	-	-	-	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N60/N126	V(270°) H1	Uniforme	1.841	-	-	-	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N126/N127	Peso propio	Uniforme	0.353	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000

4.3.3 RESULTADOS

4.3.3.1 Barras

4.3.3.1.1 Esfuerzos

Esfuerzos en barras, por hipótesis											
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.500 m	1.000 m	1.500 m	2.000 m	2.500 m	3.000 m	3.500 m	4.000 m
N1/N61	Peso propio	N	-30.795	-29.769	-28.744	-27.719	-26.693	-25.668	-24.642	-23.617	-22.591
		Vy	0.142	0.142	0.142	0.142	0.142	0.142	0.142	0.142	0.142
		Vz	0.350	0.350	0.350	0.350	0.350	0.350	0.350	0.350	0.350
		Mt	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
		My	-0.05	-0.22	-0.40	-0.57	-0.75	-0.92	-1.10	-1.28	-1.45
		Mz	0.06	-0.01	-0.08	-0.15	-0.22	-0.29	-0.36	-0.43	-0.51
	Q 1 (Uso C)	N	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Q 1 (Uso G1)	N	-7.819	-7.819	-7.819	-7.819	-7.819	-7.819	-7.819	-7.819	-7.819
		Vy	0.131	0.131	0.131	0.131	0.131	0.131	0.131	0.131	0.131
		Vz	0.361	0.361	0.361	0.361	0.361	0.361	0.361	0.361	0.361
		Mt	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
		My	0.00	-0.18	-0.36	-0.54	-0.72	-0.90	-1.08	-1.26	-1.44
		Mz	0.05	-0.02	-0.09	-0.15	-0.22	-0.28	-0.35	-0.41	-0.48
V(0°) H1	N	10.450	10.450	10.450	10.450	10.450	10.450	10.450	10.450	10.450	
	Vy	-7.045	-5.310	-3.574	-1.838	-0.102	1.634	3.369	5.105	6.841	
	Vz	11.372	10.646	9.921	9.195	8.469	7.744	7.018	6.292	5.567	
	Mt	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	
	My	38.86	33.35	28.21	23.43	19.02	14.96	11.27	7.94	4.98	
	Mz	-5.43	-2.34	-0.12	1.23	1.72	1.33	0.08	-2.04	-5.02	
V(0°) H2	N	0.989	0.989	0.989	0.989	0.989	0.989	0.989	0.989	0.989	
	Vy	-6.922	-5.186	-3.450	-1.714	0.022	1.758	3.493	5.229	6.965	

TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA



Proyecto Estructural de edificio industrial de 1500m² situado en Mora de Rubielos

Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

	Vz	12.858	12.132	11.407	10.681	9.955	9.230	8.504	7.778	7.053
	Mt	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09
	My	44.86	38.61	32.73	27.21	22.05	17.25	12.82	8.75	5.04
	Mz	-5.39	-2.36	-0.21	1.09	1.51	1.06	-0.25	-2.43	-5.48
V(90°) H1	N	24.334	24.334	24.334	24.334	24.334	24.334	24.334	24.334	24.334
	Vy	5.335	4.274	3.212	2.150	1.089	0.027	-1.035	-2.096	-3.158
	Vz	-6.749	-5.540	-4.331	-3.122	-1.913	-0.705	0.504	1.713	2.922
	Mt	-0.10	-0.10	-0.10	-0.10	-0.10	-0.10	-0.10	-0.10	-0.10
	My	-6.44	-3.37	-0.90	0.97	2.22	2.88	2.93	2.38	1.22
	Mz	7.73	5.33	3.45	2.11	1.30	1.03	1.28	2.06	3.37
V(180°) H1	N	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
	Vy	-3.179	-2.405	-1.631	-0.857	-0.083	0.691	1.466	2.240	3.014
	Vz	-9.923	-9.580	-9.237	-8.895	-8.552	-8.209	-7.867	-7.524	-7.181
	Mt	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
	My	-36.68	-31.80	-27.10	-22.56	-18.20	-14.01	-9.99	-6.14	-2.47
	Mz	-2.46	-1.06	-0.05	0.57	0.81	0.65	0.11	-0.81	-2.13
V(180°) H2	N	-6.905	-6.905	-6.905	-6.905	-6.905	-6.905	-6.905	-6.905	-6.905
	Vy	-3.044	-2.270	-1.496	-0.722	0.052	0.826	1.600	2.374	3.148
	Vz	-10.763	-10.420	-10.077	-9.735	-9.392	-9.049	-8.707	-8.364	-8.021
	Mt	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
	My	-42.79	-37.50	-32.37	-27.42	-22.64	-18.03	-13.59	-9.32	-5.22
	Mz	-2.41	-1.08	-0.14	0.42	0.59	0.37	-0.24	-1.23	-2.61
V(270°) H1	N	-14.289	-14.289	-14.289	-14.289	-14.289	-14.289	-14.289	-14.289	-14.289
	Vy	-3.155	-2.694	-2.234	-1.774	-1.314	-0.853	-0.393	0.067	0.527
	Vz	-2.664	-2.160	-1.656	-1.152	-0.648	-0.144	0.359	0.863	1.367
	Mt	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
	My	-2.62	-1.41	-0.46	0.25	0.70	0.89	0.84	0.53	-0.02
	Mz	-5.92	-4.46	-3.23	-2.22	-1.45	-0.91	-0.60	-0.52	-0.67
N(EI)	N	-17.591	-17.591	-17.591	-17.591	-17.591	-17.591	-17.591	-17.591	-17.591
	Vy	0.296	0.296	0.296	0.296	0.296	0.296	0.296	0.296	0.296
	Vz	0.811	0.811	0.811	0.811	0.811	0.811	0.811	0.811	0.811
	Mt	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
	My	0.00	-0.40	-0.81	-1.22	-1.62	-2.03	-2.43	-2.84	-3.24
	Mz	0.10	-0.05	-0.19	-0.34	-0.49	-0.64	-0.78	-0.93	-1.08

Esfuerzos en barras, por hipótesis											
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.455 m	0.910 m	1.365 m	1.820 m	2.274 m	2.729 m	3.184 m	3.639 m
N61/N2	Peso propio	N	-19.980	-18.887	-17.794	-16.701	-15.608	-14.516	-13.423	-12.330	-11.237
		Vy	-0.237	-0.237	-0.237	-0.237	-0.237	-0.237	-0.237	-0.237	-0.237
		Vz	-1.577	-1.577	-1.577	-1.577	-1.577	-1.577	-1.577	-1.577	-1.577
		Mt	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
		My	-1.45	-0.73	-0.02	0.70	1.42	2.14	2.85	3.57	4.29
		Mz	-0.34	-0.23	-0.12	-0.02	0.09	0.20	0.31	0.42	0.52
	Q 1 (Uso C)	N	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Q 1 (Uso G1)	N	-7.401	-7.401	-7.401	-7.401	-7.401	-7.401	-7.401	-7.401	-7.401
		Vy	-0.232	-0.232	-0.232	-0.232	-0.232	-0.232	-0.232	-0.232	-0.232
		Vz	-1.322	-1.322	-1.322	-1.322	-1.322	-1.322	-1.322	-1.322	-1.322
		Mt	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
		My	-1.21	-0.61	-0.01	0.59	1.19	1.79	2.39	2.99	3.59
		Mz	-0.33	-0.23	-0.12	-0.02	0.09	0.20	0.30	0.41	0.51
V(0°) H1	N	10.354	10.354	10.354	10.354	10.354	10.354	10.354	10.354	10.354	



Esfuerzos en barras, por hipótesis												
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.000 m	0.455 m	0.910 m	1.365 m	1.820 m	2.274 m	2.729 m	3.184 m	3.639 m	
		Vy	-7.490	-5.911	-4.332	-2.753	-1.174	0.405	1.984	3.564	6.396	
		Vz	7.442	6.782	6.122	5.462	4.802	4.142	3.481	2.821	1.637	
		Mt	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08
		My	4.73	1.49	-1.44	-4.08	-6.41	-8.45	-10.18	-11.61	-12.75	
		Mz	-3.47	-0.42	1.91	3.52	4.42	4.59	4.05	2.79	0.81	
	V(0°) H2	N	2.840	2.840	2.840	2.840	2.840	2.840	2.840	2.840	2.840	
		Vy	-7.711	-6.132	-4.552	-2.973	-1.394	0.185	1.764	3.343	6.176	
		Vz	6.615	5.955	5.295	4.635	3.974	3.314	2.654	1.994	0.810	
		Mt	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	
		My	5.10	2.24	-0.32	-2.58	-4.54	-6.19	-7.55	-8.61	-9.36	
	V(90°) H1	N	12.460	12.460	12.460	12.460	12.460	12.460	12.460	12.460	12.460	
		Vy	5.139	4.173	3.207	2.241	1.276	0.310	-0.656	-1.622	-3.354	
		Vz	-1.750	-0.651	0.449	1.549	2.648	3.748	4.848	5.948	7.920	
		Mt	-0.10	-0.10	-0.10	-0.10	-0.10	-0.10	-0.10	-0.10	-0.10	
		My	1.85	2.39	2.44	1.98	1.03	-0.42	-2.38	-4.83	-7.79	
	V(180°) H1	N	0.504	0.504	0.504	0.504	0.504	0.504	0.504	0.504	0.504	
		Vy	-3.283	-2.578	-1.874	-1.170	-0.466	0.238	0.943	1.647	2.910	
		Vz	-3.721	-3.409	-3.097	-2.786	-2.474	-2.162	-1.850	-1.539	-0.979	
		Mt	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	
		My	-2.94	-1.31	0.17	1.50	2.70	3.75	4.67	5.44	6.07	
	V(180°) H2	N	-5.773	-5.773	-5.773	-5.773	-5.773	-5.773	-5.773	-5.773	-5.773	
		Vy	-3.518	-2.814	-2.110	-1.405	-0.701	0.003	0.707	1.411	2.674	
		Vz	-5.745	-5.433	-5.122	-4.810	-4.498	-4.186	-3.875	-3.563	-3.004	
		Mt	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	
		My	-5.53	-2.99	-0.59	1.67	3.79	5.76	7.60	9.29	10.84	
V(270°) H1	N	-4.993	-4.993	-4.993	-4.993	-4.993	-4.993	-4.993	-4.993	-4.993		
	Vy	-2.077	-1.659	-1.240	-0.821	-0.402	0.016	0.435	0.854	1.605		
	Vz	-0.899	-0.441	0.018	0.476	0.935	1.393	1.852	2.310	3.132		
	Mt	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05		
	My	0.28	0.59	0.68	0.57	0.25	-0.28	-1.02	-1.96	-3.12		
N(ED)	N	-16.652	-16.652	-16.652	-16.652	-16.652	-16.652	-16.652	-16.652	-16.652		
	Vy	-0.521	-0.521	-0.521	-0.521	-0.521	-0.521	-0.521	-0.521	-0.521		
	Vz	-2.974	-2.974	-2.974	-2.974	-2.974	-2.974	-2.974	-2.974	-2.974		
	Mt	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03		
	My	-2.73	-1.38	-0.03	1.33	2.68	4.03	5.38	6.74	8.09		
Mz	-0.75	-0.51	-0.27	-0.03	0.20	0.44	0.68	0.91	1.15			

Esfuerzos en barras, por hipótesis											
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.154 m	0.915 m	2.056 m	2.817 m	3.958 m	5.099 m	5.860 m	7.001 m	7.762 m
N2/N56	Peso propio	N	-10.060	-9.826	-9.479	-9.251	-8.914	-8.583	-8.366	-8.044	-7.833
		Vy	-0.024	-0.024	-0.024	-0.024	-0.024	-0.024	-0.024	-0.024	-0.024
		Vz	-3.861	-2.803	-1.503	-0.648	0.615	1.856	2.672	3.877	4.667
		Mt	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
		My	-2.96	-0.49	1.96	2.78	2.80	1.39	-0.34	-4.08	-7.33
		Mz	-0.31	-0.29	-0.27	-0.25	-0.22	-0.19	-0.17	-0.15	-0.13
	Q 1 (Uso C)	N	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA



Proyecto Estructural de edificio industrial de 1500m² situado en Mora de Rubielos

Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

Esfuerzos en barras, por hipótesis												
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.154 m	0.915 m	2.056 m	2.817 m	3.958 m	5.099 m	5.860 m	7.001 m	7.762 m	
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q 1 (Uso G1)		N	-9.191	-8.995	-8.701	-8.505	-8.211	-7.917	-7.721	-7.427	-7.231	
		Vy	-0.023	-0.023	-0.023	-0.023	-0.023	-0.023	-0.023	-0.023	-0.023	-0.023
		Vz	-3.330	-2.446	-1.343	-0.608	0.495	1.597	2.332	3.435	4.170	
		Mt	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
		My	-2.63	-0.49	1.68	2.42	2.48	1.29	-0.20	-3.50	-6.39	
		Mz	-0.30	-0.28	-0.25	-0.24	-0.21	-0.18	-0.17	-0.14	-0.12	
V(0°) H1		N	-0.482	-0.482	-0.482	-0.482	-0.482	-0.482	-0.482	-0.482	-0.482	
		Vy	1.962	1.198	0.390	-0.040	-0.570	-0.906	-1.046	-1.168	-1.191	
		Vz	6.133	4.463	2.380	1.397	0.702	0.007	-0.456	-1.151	-1.615	
		Mt	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	
		My	10.93	7.00	3.10	1.75	0.55	0.15	0.32	1.24	2.29	
		Mz	-0.02	-1.17	-2.06	-2.19	-1.83	-0.97	-0.23	1.05	1.95	
V(0°) H2		N	10.009	10.009	10.009	10.009	10.009	10.009	10.009	10.009	10.009	
		Vy	1.940	1.176	0.368	-0.061	-0.591	-0.928	-1.067	-1.189	-1.212	
		Vz	0.294	0.660	1.117	1.422	1.879	2.335	2.640	3.097	3.402	
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
		My	8.89	8.50	7.48	6.52	4.64	2.23	0.34	-2.94	-5.41	
		Mz	-0.31	-1.44	-2.30	-2.42	-2.03	-1.15	-0.39	0.91	1.82	
V(90°) H1		N	-15.370	-15.370	-15.370	-15.370	-15.370	-15.370	-15.370	-15.370	-15.370	
		Vy	-1.206	-0.735	-0.230	0.055	0.407	0.667	0.790	0.897	0.917	
		Vz	7.872	5.820	3.261	1.555	-1.004	-3.563	-5.269	-7.825	-9.529	
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
		My	6.75	1.67	-3.51	-5.34	-5.66	-3.05	0.31	7.78	14.38	
		Mz	0.70	1.40	1.95	2.01	1.74	1.11	0.56	-0.41	-1.11	
V(180°) H1		N	-15.709	-15.709	-15.709	-15.709	-15.709	-15.709	-15.709	-15.709	-15.709	
		Vy	0.919	0.576	0.209	0.002	-0.253	-0.451	-0.557	-0.678	-0.701	
		Vz	1.277	0.537	-0.386	-1.002	-1.925	-2.849	-3.464	-4.387	-5.003	
		Mt	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	
		My	-6.33	-6.97	-7.06	-6.53	-4.86	-2.14	0.26	4.74	8.32	
		Mz	0.07	-0.48	-0.92	-1.00	-0.85	-0.44	-0.06	0.66	1.19	
V(180°) H2		N	-14.294	-14.294	-14.294	-14.294	-14.294	-14.294	-14.294	-14.294	-14.294	
		Vy	0.894	0.551	0.184	-0.023	-0.278	-0.476	-0.582	-0.703	-0.726	
		Vz	-1.708	-1.715	-1.725	-1.731	-1.741	-1.750	-1.756	-1.766	-1.772	
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
		My	-10.24	-8.94	-6.98	-5.66	-3.68	-1.69	-0.36	1.65	3.00	
		Mz	-0.24	-0.76	-1.18	-1.24	-1.06	-0.62	-0.22	0.53	1.07	
V(270°) H1		N	3.425	3.425	3.425	3.425	3.425	3.425	3.425	3.425	3.425	
		Vy	0.543	0.339	0.120	-0.004	-0.156	-0.269	-0.322	-0.368	-0.377	
		Vz	3.507	2.584	1.432	0.664	-0.488	-1.639	-2.407	-3.559	-4.327	
		Mt	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	
		My	2.87	0.61	-1.68	-2.47	-2.58	-1.36	0.18	3.58	6.58	
		Mz	-0.08	-0.40	-0.66	-0.70	-0.61	-0.36	-0.13	0.26	0.55	
N(EI)		N	-20.679	-20.238	-19.576	-19.135	-18.474	-17.812	-17.371	-16.709	-16.268	
		Vy	-0.053	-0.053	-0.053	-0.053	-0.053	-0.053	-0.053	-0.053	-0.053	
		Vz	-7.492	-5.503	-3.022	-1.368	1.113	3.594	5.248	7.729	9.383	
		Mt	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	
		My	-5.91	-1.09	3.77	5.44	5.59	2.90	-0.46	-7.87	-14.38	
		Mz	-0.67	-0.63	-0.57	-0.53	-0.47	-0.41	-0.37	-0.31	-0.27	



Esfuerzos en barras, por hipótesis												
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.000 m	0.755 m	1.888 m	2.644 m	3.777 m	4.910 m	5.665 m	6.798 m	7.553 m	
N56/N5	Peso propio	N	8.981	9.214	9.559	9.786	10.121	10.451	10.668	10.987	11.198	
		Vy	0.068	0.068	0.068	0.068	0.068	0.068	0.068	0.068	0.068	0.068
		Vz	-4.450	-3.575	-2.281	-1.431	-0.173	1.063	1.875	3.075	4.079	
		Mt	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01
		My	-5.20	-2.17	1.14	2.54	3.45	2.95	1.84	-0.97	-3.59	
		Mz	0.35	0.30	0.22	0.17	0.09	0.02	-0.03	-0.11	-0.16	
	Q 1 (Uso C)	N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
		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	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	Q 1 (Uso G1)	N	9.277	9.472	9.764	9.959	10.251	10.542	10.737	11.029	11.224	
		Vy	0.064	0.064	0.064	0.064	0.064	0.064	0.064	0.064	0.064	
		Vz	-3.848	-3.118	-2.023	-1.293	-0.199	0.896	1.626	2.721	3.652	
		Mt	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	
		My	-4.65	-2.02	0.89	2.14	2.99	2.59	1.64	-0.82	-3.15	
		Mz	0.33	0.28	0.21	0.16	0.09	0.02	-0.03	-0.10	-0.15	
V(0°) H1	N	-19.440	-19.440	-19.440	-19.440	-19.440	-19.440	-19.440	-19.440	-19.440		
	Vy	1.928	1.480	0.894	0.561	0.147	-0.164	-0.314	-0.454	-0.491		
	Vz	1.891	1.431	0.742	0.282	-0.408	-1.098	-1.558	-2.248	-2.835		
	Mt	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01		
	My	0.65	-0.60	-1.83	-2.22	-2.15	-1.30	-0.29	1.86	3.73		
	Mz	2.97	1.68	0.35	-0.20	-0.59	-0.57	-0.39	0.06	0.41		
V(0°) H2	N	4.154	4.154	4.154	4.154	4.154	4.154	4.154	4.154	4.154		
	Vy	1.989	1.541	0.955	0.621	0.207	-0.104	-0.254	-0.393	-0.430		
	Vz	-2.272	-1.970	-1.516	-1.214	-0.760	-0.307	-0.004	0.449	0.835		
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
	My	-5.22	-3.62	-1.64	-0.61	0.51	1.11	1.23	0.98	0.52		
	Mz	3.29	1.96	0.55	-0.04	-0.50	-0.55	-0.41	-0.03	0.28		
V(90°) H1	N	-31.150	-31.150	-31.150	-31.150	-31.150	-31.150	-31.150	-31.150	-31.150		
	Vy	-1.766	-1.372	-0.858	-0.566	-0.202	0.071	0.203	0.325	0.358		
	Vz	8.865	7.174	4.637	2.946	0.409	-2.128	-3.820	-6.357	-8.516		
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
	My	10.63	4.57	-2.12	-4.99	-6.89	-5.91	-3.67	2.10	7.54		
	Mz	-2.90	-1.72	-0.47	0.07	0.49	0.56	0.45	0.15	-0.11		
V(180°) H1	N	-21.242	-21.242	-21.242	-21.242	-21.242	-21.242	-21.242	-21.242	-21.242		
	Vy	1.863	1.415	0.829	0.496	0.081	-0.230	-0.380	-0.519	-0.556		
	Vz	4.109	3.498	2.582	1.971	1.054	0.137	-0.934	-3.199	-5.126		
	Mt	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02		
	My	7.04	4.17	0.72	-1.00	-2.71	-3.39	-3.17	-0.83	2.16		
	Mz	2.47	1.23	-0.03	-0.53	-0.84	-0.75	-0.52	0.00	0.41		
V(180°) H2	N	-2.257	-2.257	-2.257	-2.257	-2.257	-2.257	-2.257	-2.257	-2.257		
	Vy	1.927	1.479	0.893	0.560	0.145	-0.166	-0.316	-0.455	-0.492		
	Vz	0.712	0.706	0.696	0.690	0.681	0.671	0.665	0.656	0.648		
	Mt	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01		
	My	3.32	2.78	1.99	1.46	0.69	-0.08	-0.59	-1.33	-1.83		
	Mz	2.79	1.51	0.18	-0.37	-0.76	-0.74	-0.55	-0.11	0.25		
V(270°) H1	N	-3.252	-3.252	-3.252	-3.252	-3.252	-3.252	-3.252	-3.252	-3.252		
	Vy	0.687	0.516	0.293	0.166	0.009	-0.110	-0.167	-0.220	-0.234		
	Vz	3.950	3.188	2.045	1.282	0.139	-1.005	-1.767	-2.910	-3.884		
	Mt	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01		
	My	4.56	1.86	-1.10	-2.36	-3.16	-2.67	-1.62	1.03	3.51		
	Mz	0.85	0.39	-0.06	-0.23	-0.33	-0.27	-0.16	0.06	0.23		



Esfuerzos en barras, por hipótesis											
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.755 m	1.888 m	2.644 m	3.777 m	4.910 m	5.665 m	6.798 m	7.553 m
	N(ED)	N	20.872	21.310	21.967	22.405	23.062	23.719	24.156	24.813	25.251
		Vy	0.143	0.143	0.143	0.143	0.143	0.143	0.143	0.143	0.143
		Vz	-8.657	-7.015	-4.552	-2.910	-0.447	2.016	3.658	6.121	8.218
		Mt	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02
		My	-10.47	-4.55	2.00	4.82	6.72	5.83	3.69	-1.85	-7.10
		Mz	0.74	0.64	0.47	0.37	0.20	0.04	-0.07	-0.23	-0.34

Esfuerzos en barras, por hipótesis											
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.200 m	1.093 m	1.986 m	2.879 m	3.772 m	4.664 m	5.557 m	6.450 m	7.343 m
N2/N123	Peso propio	N	7.130	7.130	7.130	7.130	7.130	7.130	7.130	7.130	7.130
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	-1.333	-0.947	-0.631	-0.316	0.000	0.316	0.631	0.947	1.318
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.99	1.69	2.11	2.25	2.11	1.69	0.99	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q 1 (Uso C)		N	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003
		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	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q 1 (Uso G1)		N	6.677	6.677	6.677	6.677	6.677	6.677	6.677	6.677	6.677
		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	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
V(0°) H1		N	-12.530	-12.530	-12.530	-12.530	-12.530	-12.530	-12.530	-12.530	-12.530
		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	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
V(0°) H2		N	-8.787	-8.787	-8.787	-8.787	-8.787	-8.787	-8.787	-8.787	-8.787
		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	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
V(90°) H1		N	-6.633	-6.633	-6.633	-6.633	-6.633	-6.633	-6.633	-6.633	-6.633
		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	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
V(180°) H1		N	2.706	2.706	2.706	2.706	2.706	2.706	2.706	2.706	2.706
		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	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
V(180°) H2	N	10.346	10.346	10.346	10.346	10.346	10.346	10.346	10.346	10.346	



Esfuerzos en barras, por hipótesis												
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.200 m	1.093 m	1.986 m	2.879 m	3.772 m	4.664 m	5.557 m	6.450 m	7.343 m	
		Vy	0.000	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	0.000
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	V(270°) H1	N	0.723	0.723	0.723	0.723	0.723	0.723	0.723	0.723	0.723	0.723
		Vy	0.000	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	0.000
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	N(EI)	N	15.022	15.022	15.022	15.022	15.022	15.022	15.022	15.022	15.022	15.022
		Vy	0.000	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	0.000
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Esfuerzos en barras, por hipótesis												
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.200 m	1.093 m	1.986 m	2.879 m	3.772 m	4.664 m	5.557 m	6.450 m	7.343 m	
N61/N126	Peso propio	N	1.927	1.927	1.927	1.927	1.927	1.927	1.927	1.927	1.927	1.927
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	-1.333	-0.947	-0.631	-0.316	0.000	0.316	0.631	0.947	1.318	1.318
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.99	1.69	2.11	2.25	2.11	1.69	0.99	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Q 1 (Uso C)	N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy	0.000	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	0.000
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Q 1 (Uso G1)	N	1.682	1.682	1.682	1.682	1.682	1.682	1.682	1.682	1.682	1.682
		Vy	0.000	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	0.000
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	V(0°) H1	N	-1.876	-1.876	-1.876	-1.876	-1.876	-1.876	-1.876	-1.876	-1.876	-1.876
		Vy	0.000	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	0.000
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
V(0°) H2	N	0.438	0.438	0.438	0.438	0.438	0.438	0.438	0.438	0.438	0.438	
	Vy	0.000	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	0.000	
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
V(90°) H1	N	4.672	4.672	4.672	4.672	4.672	4.672	4.672	4.672	4.672	4.672	
	Vy	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									
			0.200 m	1.093 m	1.986 m	2.879 m	3.772 m	4.664 m	5.557 m	6.450 m	7.343 m	
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	V(180°) H1	N	-3.461	-3.461	-3.461	-3.461	-3.461	-3.461	-3.461	-3.461	-3.461	-3.461
		Vy	0.000	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	0.000
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	V(180°) H2	N	-2.276	-2.276	-2.276	-2.276	-2.276	-2.276	-2.276	-2.276	-2.276	-2.276
		Vy	0.000	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	0.000
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	V(270°) H1	N	2.267	2.267	2.267	2.267	2.267	2.267	2.267	2.267	2.267	2.267
		Vy	0.000	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	0.000
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	N(ED)	N	3.785	3.785	3.785	3.785	3.785	3.785	3.785	3.785	3.785	3.785
		Vy	0.000	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	0.000	
Mt		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
My		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Mz		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	

Esfuerzos en barras, por hipótesis												
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.000 m	0.938 m	1.875 m	2.813 m	3.750 m	4.688 m	5.625 m	6.563 m	7.500 m	
N126/N127	Peso propio	N	1.860	1.860	1.860	1.860	1.860	1.860	1.860	1.860	1.860	1.860
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	-1.326	-0.994	-0.663	-0.331	0.000	0.331	0.663	0.994	1.326	1.326
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	1.09	1.86	2.33	2.49	2.33	1.86	1.09	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Q 1 (Uso C)	N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy	0.000	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	0.000
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Q 1 (Uso G1)	N	1.607	1.607	1.607	1.607	1.607	1.607	1.607	1.607	1.607	1.607
		Vy	0.000	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	0.000
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	V(0°) H1	N	-2.506	-2.506	-2.506	-2.506	-2.506	-2.506	-2.506	-2.506	-2.506	-2.506
		Vy	0.000	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	0.000

TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA



Proyecto Estructural de edificio industrial de 1500m² situado en Mora de Rubielos

Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

Esfuerzos en barras, por hipótesis												
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.000 m	0.938 m	1.875 m	2.813 m	3.750 m	4.688 m	5.625 m	6.563 m	7.500 m	
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	V(0°) H2	N	-0.681	-0.681	-0.681	-0.681	-0.681	-0.681	-0.681	-0.681	-0.681	-0.681
		Vy	0.000	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	0.000
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	V(90°) H1	N	4.465	4.465	4.465	4.465	4.465	4.465	4.465	4.465	4.465	4.465
		Vy	0.000	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	0.000
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	V(180°) H1	N	-2.573	-2.573	-2.573	-2.573	-2.573	-2.573	-2.573	-2.573	-2.573	-2.573
		Vy	0.000	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	0.000
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	V(180°) H2	N	-1.077	-1.077	-1.077	-1.077	-1.077	-1.077	-1.077	-1.077	-1.077	-1.077
		Vy	0.000	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	0.000
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
V(270°) H1	N	2.193	2.193	2.193	2.193	2.193	2.193	2.193	2.193	2.193	2.193	
	Vy	0.000	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	0.000	
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
N(EI)	N	3.615	3.615	3.615	3.615	3.615	3.615	3.615	3.615	3.615	3.615	
	Vy	0.000	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	0.000	
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	

Esfuerzos en barras, por hipótesis												
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.000 m	0.938 m	1.875 m	2.813 m	3.750 m	4.688 m	5.625 m	6.563 m	7.500 m	
N123/N124	Peso propio	N	7.361	7.361	7.361	7.361	7.361	7.361	7.361	7.361	7.361	7.361
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	-1.326	-0.994	-0.663	-0.331	0.000	0.331	0.663	0.994	1.326	1.326
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	1.09	1.86	2.33	2.49	2.33	1.86	1.09	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Q 1 (Uso C)	N	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
		Vy	0.000	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	0.000
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00



Esfuerzos en barras, por hipótesis												
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.000 m	0.938 m	1.875 m	2.813 m	3.750 m	4.688 m	5.625 m	6.563 m	7.500 m	
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Q 1 (Uso G1)	N	6.872	6.872	6.872	6.872	6.872	6.872	6.872	6.872	6.872	6.872
		Vy	0.000	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	0.000
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	V(0°) H1	N	-6.771	-6.771	-6.771	-6.771	-6.771	-6.771	-6.771	-6.771	-6.771	-6.771
		Vy	0.000	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	0.000
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	V(0°) H2	N	-1.435	-1.435	-1.435	-1.435	-1.435	-1.435	-1.435	-1.435	-1.435	-1.435
		Vy	0.000	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	0.000
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	V(90°) H1	N	-6.640	-6.640	-6.640	-6.640	-6.640	-6.640	-6.640	-6.640	-6.640	-6.640
		Vy	0.000	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	0.000
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
My		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Mz		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
V(180°) H1	N	-3.473	-3.473	-3.473	-3.473	-3.473	-3.473	-3.473	-3.473	-3.473	-3.473	
	Vy	0.000	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	0.000	
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
V(180°) H2	N	2.972	2.972	2.972	2.972	2.972	2.972	2.972	2.972	2.972	2.972	
	Vy	0.000	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	0.000	
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
V(270°) H1	N	0.734	0.734	0.734	0.734	0.734	0.734	0.734	0.734	0.734	0.734	
	Vy	0.000	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	0.000	
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
N(EI)	N	15.460	15.460	15.460	15.460	15.460	15.460	15.460	15.460	15.460	15.460	
	Vy	0.000	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	0.000	
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	



Esfuerzos en barras, por hipótesis												
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.000 m	0.938 m	1.875 m	2.813 m	3.750 m	4.688 m	5.625 m	6.563 m	7.500 m	
N126/N127	Peso propio	N	1.860	1.860	1.860	1.860	1.860	1.860	1.860	1.860	1.860	1.860
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	-1.326	-0.994	-0.663	-0.331	0.000	0.331	0.663	0.994	1.326	
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	1.09	1.86	2.33	2.49	2.33	1.86	1.09	0.00	
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Q 1 (Uso C)	N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy	0.000	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	0.000
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Q 1 (Uso G1)	N	1.607	1.607	1.607	1.607	1.607	1.607	1.607	1.607	1.607	1.607
		Vy	0.000	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	0.000
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	V(0°) H1	N	-2.506	-2.506	-2.506	-2.506	-2.506	-2.506	-2.506	-2.506	-2.506	-2.506
		Vy	0.000	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	0.000
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	V(0°) H2	N	-0.681	-0.681	-0.681	-0.681	-0.681	-0.681	-0.681	-0.681	-0.681	-0.681
		Vy	0.000	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	0.000
Mt		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
My		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Mz		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
V(90°) H1	N	4.465	4.465	4.465	4.465	4.465	4.465	4.465	4.465	4.465	4.465	
	Vy	0.000	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	0.000	
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
V(180°) H1	N	-2.573	-2.573	-2.573	-2.573	-2.573	-2.573	-2.573	-2.573	-2.573	-2.573	
	Vy	0.000	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	0.000	
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
V(180°) H2	N	-1.077	-1.077	-1.077	-1.077	-1.077	-1.077	-1.077	-1.077	-1.077	-1.077	
	Vy	0.000	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	0.000	
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
V(270°) H1	N	2.193	2.193	2.193	2.193	2.193	2.193	2.193	2.193	2.193	2.193	
	Vy	0.000	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	0.000	
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	



Esfuerzos en barras, por hipótesis												
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.000 m	0.938 m	1.875 m	2.813 m	3.750 m	4.688 m	5.625 m	6.563 m	7.500 m	
	N(ED)	N	3.615	3.615	3.615	3.615	3.615	3.615	3.615	3.615	3.615	3.615
		Vy	0.000	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	0.000
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Esfuerzos en barras, por hipótesis											
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.500 m	1.000 m	1.500 m	2.000 m	2.500 m	3.000 m	3.500 m	4.000 m
N60/N126	Peso propio	N	-40.485	-39.262	-38.039	-36.816	-35.593	-34.370	-33.147	-31.924	-30.701
		Vy	-0.050	-0.050	-0.050	-0.050	-0.050	-0.050	-0.050	-0.050	-0.050
		Vz	0.096	0.096	0.096	0.096	0.096	0.096	0.096	0.096	0.096
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.91	0.87	0.82	0.77	0.72	0.67	0.63	0.58	0.53
		Mz	-0.10	-0.07	-0.05	-0.02	0.00	0.03	0.05	0.08	0.10
	Q 1 (Uso C)	N	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Q 1 (Uso G1)	N	-8.940	-8.940	-8.940	-8.940	-8.940	-8.940	-8.940	-8.940	-8.940
		Vy	-0.016	-0.016	-0.016	-0.016	-0.016	-0.016	-0.016	-0.016	-0.016
		Vz	0.089	0.089	0.089	0.089	0.089	0.089	0.089	0.089	0.089
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.85	0.81	0.76	0.72	0.67	0.63	0.58	0.54	0.50
		Mz	-0.05	-0.05	-0.04	-0.03	-0.02	-0.01	-0.01	0.00	0.01
V(0°) H1	N	3.458	3.458	3.458	3.458	3.458	3.458	3.458	3.458	3.458	
	Vy	1.319	1.319	1.319	1.319	1.319	1.319	1.319	1.319	1.319	
	Vz	31.711	29.045	26.378	23.712	21.045	18.378	15.712	13.045	10.379	
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	My	60.76	45.57	31.72	19.19	8.01	-1.85	-10.37	-17.56	-23.42	
	Mz	6.49	5.84	5.18	4.52	3.86	3.20	2.54	1.88	1.22	
V(0°) H2	N	-7.123	-7.123	-7.123	-7.123	-7.123	-7.123	-7.123	-7.123	-7.123	
	Vy	1.407	1.407	1.407	1.407	1.407	1.407	1.407	1.407	1.407	
	Vz	31.811	29.144	26.478	23.811	21.144	18.478	15.811	13.145	10.478	
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	My	61.71	46.47	32.57	20.00	8.76	-1.15	-9.72	-16.96	-22.87	
	Mz	7.42	6.72	6.02	5.31	4.61	3.91	3.20	2.50	1.80	
V(90°) H1	N	18.626	18.626	18.626	18.626	18.626	18.626	18.626	18.626	18.626	
	Vy	-0.156	-0.156	-0.156	-0.156	-0.156	-0.156	-0.156	-0.156	-0.156	
	Vz	-27.298	-25.175	-23.052	-20.928	-18.805	-16.682	-14.559	-12.435	-10.312	
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	My	-67.76	-54.64	-42.58	-31.59	-21.65	-12.78	-4.97	1.78	7.46	
	Mz	-0.30	-0.22	-0.14	-0.06	0.02	0.09	0.17	0.25	0.33	
V(180°) H1	N	12.014	12.014	12.014	12.014	12.014	12.014	12.014	12.014	12.014	
	Vy	-1.215	-1.215	-1.215	-1.215	-1.215	-1.215	-1.215	-1.215	-1.215	
	Vz	25.317	23.189	21.060	18.931	16.803	14.674	12.545	10.417	8.288	
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	My	48.19	36.07	25.01	15.01	6.07	-1.80	-8.60	-14.34	-19.02	
	Mz	-6.26	-5.65	-5.04	-4.43	-3.82	-3.22	-2.61	-2.00	-1.39	
V(180°) H2	N	4.984	4.984	4.984	4.984	4.984	4.984	4.984	4.984	4.984	



Esfuerzos en barras, por hipótesis												
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.000 m	0.500 m	1.000 m	1.500 m	2.000 m	2.500 m	3.000 m	3.500 m	4.000 m	
		Vy	-1.351	-1.351	-1.351	-1.351	-1.351	-1.351	-1.351	-1.351	-1.351	-1.351
		Vz	25.394	23.265	21.136	19.008	16.879	14.750	12.622	10.493	8.364	
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	48.92	36.76	25.66	15.62	6.65	-1.26	-8.10	-13.88	-18.59	
		Mz	-7.32	-6.64	-5.97	-5.29	-4.61	-3.94	-3.26	-2.59	-1.91	
	V(270°) H1	N	10.477	10.477	10.477	10.477	10.477	10.477	10.477	10.477	10.477	10.477
		Vy	-0.054	-0.054	-0.054	-0.054	-0.054	-0.054	-0.054	-0.054	-0.054	-0.054
		Vz	12.780	11.859	10.939	10.018	9.097	8.177	7.256	6.336	5.415	
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	38.39	32.23	26.53	21.29	16.52	12.20	8.34	4.94	2.00	
	N(E)	N	-20.115	-20.115	-20.115	-20.115	-20.115	-20.115	-20.115	-20.115	-20.115	-20.115
		Vy	-0.037	-0.037	-0.037	-0.037	-0.037	-0.037	-0.037	-0.037	-0.037	-0.037
		Vz	0.201	0.201	0.201	0.201	0.201	0.201	0.201	0.201	0.201	0.201
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	1.92	1.81	1.71	1.61	1.51	1.41	1.31	1.21	1.11	
Mz	-0.12	-0.10	-0.09	-0.07	-0.05	-0.03	-0.01	0.01	0.02			

Esfuerzos en barras, por hipótesis											
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.500 m	1.000 m	1.500 m	2.000 m	2.500 m	3.000 m	3.500 m	4.000 m
N126/N123	Peso propio	N	-28.057	-26.834	-25.611	-24.388	-23.165	-21.942	-20.719	-19.496	-18.273
		Vy	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017
		Vz	0.096	0.096	0.096	0.096	0.096	0.096	0.096	0.096	0.096
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.53	0.48	0.43	0.39	0.34	0.29	0.24	0.20	0.15
		Mz	-0.10	-0.11	-0.12	-0.13	-0.14	-0.14	-0.15	-0.16	-0.17
	Q I (Uso C)	N	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
		Vy	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001
		Vz	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Q I (Uso G1)	N	-8.940	-8.940	-8.940	-8.940	-8.940	-8.940	-8.940	-8.940	-8.940
		Vy	0.059	0.059	0.059	0.059	0.059	0.059	0.059	0.059	0.059
		Vz	0.089	0.089	0.089	0.089	0.089	0.089	0.089	0.089	0.089
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.50	0.45	0.41	0.36	0.32	0.27	0.23	0.18	0.14
		Mz	0.00	-0.03	-0.06	-0.09	-0.12	-0.15	-0.18	-0.21	-0.24
	V(0°) H1	N	3.458	3.458	3.458	3.458	3.458	3.458	3.458	3.458	3.458
		Vy	1.950	1.950	1.950	1.950	1.950	1.950	1.950	1.950	1.950
		Vz	10.379	7.712	5.045	2.379	-0.288	-2.954	-5.621	-8.288	-10.954
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	-23.42	-27.94	-31.13	-32.99	-33.51	-32.70	-30.55	-27.08	-22.27
		Mz	1.13	0.16	-0.82	-1.79	-2.77	-3.74	-4.72	-5.69	-6.67
V(0°) H2	N	-7.123	-7.123	-7.123	-7.123	-7.123	-7.123	-7.123	-7.123	-7.123	
	Vy	2.525	2.525	2.525	2.525	2.525	2.525	2.525	2.525	2.525	
	Vz	10.478	7.811	5.145	2.478	-0.188	-2.855	-5.522	-8.188	-10.855	
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	My	-22.87	-27.44	-30.68	-32.58	-33.16	-32.40	-30.30	-26.87	-22.11	
	Mz	1.65	0.38	-0.88	-2.14	-3.41	-4.67	-5.93	-7.19	-8.46	
V(90°) H1	N	18.626	18.626	18.626	18.626	18.626	18.626	18.626	18.626	18.626	
	Vy	0.052	0.052	0.052	0.052	0.052	0.052	0.052	0.052	0.052	



Esfuerzos en barras, por hipótesis											
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.500 m	1.000 m	1.500 m	2.000 m	2.500 m	3.000 m	3.500 m	4.000 m
		Vz	-10.312	-8.189	-6.066	-3.942	-1.819	0.304	2.428	4.551	6.674
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	7.46	12.09	15.65	18.15	19.59	19.97	19.29	17.55	14.74
		Mz	0.30	0.27	0.25	0.22	0.20	0.17	0.14	0.12	0.09
	V(180°) H1	N	12.014	12.014	12.014	12.014	12.014	12.014	12.014	12.014	12.014
		Vy	-2.103	-2.103	-2.103	-2.103	-2.103	-2.103	-2.103	-2.103	-2.103
		Vz	8.288	6.159	4.031	1.902	-0.227	-2.355	-4.484	-6.612	-8.741
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	-19.02	-22.63	-25.18	-26.66	-27.08	-26.43	-24.72	-21.95	-18.11
		Mz	-1.27	-0.22	0.83	1.88	2.93	3.98	5.03	6.08	7.14
	V(180°) H2	N	4.984	4.984	4.984	4.984	4.984	4.984	4.984	4.984	4.984
		Vy	-2.550	-2.550	-2.550	-2.550	-2.550	-2.550	-2.550	-2.550	-2.550
		Vz	8.364	6.236	4.107	1.979	-0.150	-2.279	-4.407	-6.536	-8.665
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	-18.59	-22.24	-24.83	-26.35	-26.81	-26.20	-24.53	-21.79	-17.99
		Mz	-1.75	-0.47	0.80	2.08	3.35	4.63	5.90	7.18	8.45
	V(270°) H1	N	10.477	10.477	10.477	10.477	10.477	10.477	10.477	10.477	10.477
		Vy	0.019	0.019	0.019	0.019	0.019	0.019	0.019	0.019	0.019
		Vz	5.415	4.495	3.574	2.654	1.733	0.813	-0.108	-1.028	-1.949
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	2.00	-0.47	-2.49	-4.05	-5.15	-5.78	-5.96	-5.67	-4.93
		Mz	0.09	0.08	0.07	0.06	0.05	0.04	0.03	0.02	0.01
	N(ED)	N	-20.115	-20.115	-20.115	-20.115	-20.115	-20.115	-20.115	-20.115	-20.115
		Vy	0.133	0.133	0.133	0.133	0.133	0.133	0.133	0.133	0.133
		Vz	0.201	0.201	0.201	0.201	0.201	0.201	0.201	0.201	0.201
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	1.11	1.01	0.91	0.81	0.71	0.61	0.51	0.41	0.31
		Mz	0.00	-0.07	-0.13	-0.20	-0.27	-0.33	-0.40	-0.46	-0.53

Esfuerzos en barras, por hipótesis											
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.193 m	0.387 m	0.580 m	0.773 m	0.966 m	1.160 m	1.353 m	1.546 m
N123/N56	Peso propio	N	-15.630	-15.162	-14.704	-14.256	-13.818	-13.389	-12.971	-12.562	-12.163
		Vy	-0.214	-0.214	-0.214	-0.214	-0.214	-0.214	-0.214	-0.214	-0.214
		Vz	0.096	0.096	0.096	0.096	0.096	0.096	0.096	0.096	0.096
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.15	0.13	0.11	0.09	0.07	0.06	0.04	0.02	0.00
		Mz	-0.33	-0.29	-0.25	-0.21	-0.17	-0.12	-0.08	-0.04	0.00
	Q 1 (Uso C)	N	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
		Vy	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
		Vz	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Q 1 (Uso G1)	N	-8.940	-8.940	-8.940	-8.940	-8.940	-8.940	-8.940	-8.940	-8.940
		Vy	-0.136	-0.136	-0.136	-0.136	-0.136	-0.136	-0.136	-0.136	-0.136
		Vz	0.089	0.089	0.089	0.089	0.089	0.089	0.089	0.089	0.089
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.14	0.12	0.10	0.09	0.07	0.05	0.03	0.02	0.00
		Mz	-0.21	-0.18	-0.16	-0.13	-0.10	-0.08	-0.05	-0.03	0.00
	V(0°) H1	N	3.458	3.458	3.458	3.458	3.458	3.458	3.458	3.458	3.458
		Vy	-3.810	-3.810	-3.810	-3.810	-3.810	-3.810	-3.810	-3.810	-3.810
		Vz	-10.954	-11.940	-12.875	-13.751	-14.563	-15.308	-15.996	-16.650	-18.469



Esfuerzos en barras, por hipótesis												
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.000 m	0.193 m	0.387 m	0.580 m	0.773 m	0.966 m	1.160 m	1.353 m	1.546 m	
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	-22.27	-20.05	-17.65	-15.08	-12.34	-9.46	-6.43	-3.28	0.00	
		Mz	-5.89	-5.15	-4.42	-3.68	-2.95	-2.21	-1.47	-0.74	0.00	
	V(0°) H2	N	-7.123	-7.123	-7.123	-7.123	-7.123	-7.123	-7.123	-7.123	-7.123	-7.123
		Vy	-4.827	-4.827	-4.827	-4.827	-4.827	-4.827	-4.827	-4.827	-4.827	-4.827
		Vz	-10.855	-11.841	-12.776	-13.651	-14.463	-15.208	-15.897	-16.550	-18.369	
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
		My	-22.11	-19.92	-17.54	-14.98	-12.27	-9.40	-6.39	-3.26	0.00	
		Mz	-7.46	-6.53	-5.60	-4.66	-3.73	-2.80	-1.87	-0.93	0.00	
	V(90°) H1	N	18.626	18.626	18.626	18.626	18.626	18.626	18.626	18.626	18.626	
		Vy	0.059	0.059	0.059	0.059	0.059	0.059	0.059	0.059	0.059	
		Vz	6.674	7.475	8.236	8.958	9.639	10.282	10.884	11.447	13.044	
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
		My	14.74	13.37	11.85	10.19	8.39	6.47	4.42	2.26	0.00	
		Mz	0.09	0.08	0.07	0.06	0.05	0.03	0.02	0.01	0.00	
	V(180°) H1	N	12.014	12.014	12.014	12.014	12.014	12.014	12.014	12.014	12.014	
		Vy	4.076	4.076	4.076	4.076	4.076	4.076	4.076	4.076	4.076	
		Vz	-8.741	-9.545	-10.327	-11.075	-11.794	-12.484	-13.143	-13.774	-15.591	
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
		My	-18.11	-16.34	-14.42	-12.35	-10.14	-7.80	-5.32	-2.72	0.00	
		Mz	6.30	5.51	4.73	3.94	3.15	2.36	1.58	0.79	0.00	
	V(180°) H2	N	4.984	4.984	4.984	4.984	4.984	4.984	4.984	4.984	4.984	
		Vy	4.823	4.823	4.823	4.823	4.823	4.823	4.823	4.823	4.823	
		Vz	-8.665	-9.468	-10.250	-10.999	-11.717	-12.407	-13.067	-13.697	-15.515	
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
		My	-17.99	-16.24	-14.33	-12.28	-10.09	-7.75	-5.29	-2.70	0.00	
		Mz	7.46	6.52	5.59	4.66	3.73	2.80	1.86	0.93	0.00	
V(270°) H1	N	10.477	10.477	10.477	10.477	10.477	10.477	10.477	10.477	10.477		
	Vy	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008		
	Vz	-1.949	-2.296	-2.626	-2.939	-3.235	-3.513	-3.774	-4.018	-4.710		
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
	My	-4.93	-4.52	-4.04	-3.51	-2.91	-2.26	-1.55	-0.80	0.00		
	Mz	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00		
N(ED)	N	-20.115	-20.115	-20.115	-20.115	-20.115	-20.115	-20.115	-20.115	-20.115		
	Vy	-0.305	-0.305	-0.305	-0.305	-0.305	-0.305	-0.305	-0.305	-0.305		
	Vz	0.201	0.201	0.201	0.201	0.201	0.201	0.201	0.201	0.201		
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
	My	0.31	0.27	0.23	0.19	0.16	0.12	0.08	0.04	0.00		
	Mz	-0.47	-0.41	-0.35	-0.29	-0.24	-0.18	-0.12	-0.06	0.00		

Esfuerzos en barras, por hipótesis											
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.500 m	1.000 m	1.500 m	2.000 m	2.500 m	3.000 m	3.500 m	4.000 m
N59/N127	Peso propio	N	-57.914	-56.691	-55.468	-54.245	-53.022	-51.799	-50.576	-49.353	-48.130
		Vy	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009
		Vz	0.611	0.611	0.611	0.611	0.611	0.611	0.611	0.611	0.611
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	1.58	1.27	0.96	0.66	0.35	0.05	-0.26	-0.56	-0.87
		Mz	0.02	0.01	0.01	0.00	0.00	-0.01	-0.01	-0.01	-0.02
	Q 1 (Uso C)	N	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00



Esfuerzos en barras, por hipótesis											
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.500 m	1.000 m	1.500 m	2.000 m	2.500 m	3.000 m	3.500 m	4.000 m
Q 1 (Uso G1)		My	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	N	-22.353	-22.353	-22.353	-22.353	-22.353	-22.353	-22.353	-22.353	-22.353	-22.353
		Vy	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007
		Vz	0.538	0.538	0.538	0.538	0.538	0.538	0.538	0.538	0.538
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	1.31	1.04	0.77	0.50	0.23	-0.03	-0.30	-0.57	-0.84
		Mz	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	-0.01	-0.01	-0.01	-0.02
	V(0°) H1	N	20.025	20.025	20.025	20.025	20.025	20.025	20.025	20.025	20.025
		Vy	1.429	1.429	1.429	1.429	1.429	1.429	1.429	1.429	1.429
		Vz	34.329	31.910	29.492	27.073	24.654	22.235	19.816	17.397	14.978
		Mt	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
My		79.78	63.22	47.87	33.73	20.79	9.07	-1.44	-10.74	-18.84	
Mz		6.58	5.86	5.15	4.43	3.72	3.01	2.29	1.58	0.86	
V(0°) H2	N	-2.423	-2.423	-2.423	-2.423	-2.423	-2.423	-2.423	-2.423	-2.423	
	Vy	1.566	1.566	1.566	1.566	1.566	1.566	1.566	1.566	1.566	
	Vz	34.863	32.444	30.025	27.606	25.188	22.769	20.350	17.931	15.512	
	Mt	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	
	My	81.07	64.24	48.62	34.22	21.02	9.03	-1.75	-11.32	-19.68	
	Mz	7.61	6.83	6.05	5.26	4.48	3.70	2.91	2.13	1.35	
V(90°) H1	N	30.622	30.622	30.622	30.622	30.622	30.622	30.622	30.622	30.622	
	Vy	-0.015	-0.015	-0.015	-0.015	-0.015	-0.015	-0.015	-0.015	-0.015	
	Vz	-32.416	-30.293	-28.170	-26.047	-23.923	-21.800	-19.677	-17.553	-15.430	
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	My	-88.57	-72.89	-58.27	-44.72	-32.23	-20.80	-10.43	-1.12	7.13	
	Mz	-0.02	-0.01	0.00	0.01	0.01	0.02	0.03	0.03	0.04	
V(180°) H1	N	19.872	19.872	19.872	19.872	19.872	19.872	19.872	19.872	19.872	
	Vy	-1.442	-1.442	-1.442	-1.442	-1.442	-1.442	-1.442	-1.442	-1.442	
	Vz	34.362	31.943	29.524	27.105	24.687	22.268	19.849	17.430	15.011	
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	My	80.19	63.62	48.25	34.09	21.14	9.40	-1.12	-10.44	-18.55	
	Mz	-6.60	-5.88	-5.16	-4.44	-3.72	-3.00	-2.27	-1.55	-0.83	
V(180°) H2	N	-2.564	-2.564	-2.564	-2.564	-2.564	-2.564	-2.564	-2.564	-2.564	
	Vy	-1.565	-1.565	-1.565	-1.565	-1.565	-1.565	-1.565	-1.565	-1.565	
	Vz	34.899	32.480	30.061	27.642	25.223	22.804	20.385	17.966	15.548	
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	My	81.52	64.68	49.04	34.62	21.40	9.39	-1.41	-10.99	-19.37	
	Mz	-7.61	-6.83	-6.05	-5.26	-4.48	-3.70	-2.92	-2.13	-1.35	
V(270°) H1	N	10.954	10.954	10.954	10.954	10.954	10.954	10.954	10.954	10.954	
	Vy	-0.009	-0.009	-0.009	-0.009	-0.009	-0.009	-0.009	-0.009	-0.009	
	Vz	14.165	13.244	12.324	11.403	10.483	9.562	8.642	7.721	6.801	
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	My	45.80	38.95	32.56	26.63	21.16	16.14	11.59	7.50	3.87	
	Mz	-0.01	-0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.02	0.02	
N(ED)	N	-50.292	-50.292	-50.292	-50.292	-50.292	-50.292	-50.292	-50.292	-50.292	
	Vy	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	
	Vz	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	My	2.94	2.34	1.73	1.13	0.52	-0.08	-0.69	-1.29	-1.90	
	Mz	0.03	0.02	0.01	0.00	-0.01	-0.02	-0.02	-0.03	-0.04	



Esfuerzos en barras, por hipótesis												
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.000 m	0.500 m	1.000 m	1.500 m	2.000 m	2.500 m	3.000 m	3.500 m	4.000 m	
N127/N124	Peso propio	N	-45.479	-44.256	-43.033	-41.810	-40.587	-39.364	-38.141	-36.918	-35.695	
		Vy	-0.014	-0.014	-0.014	-0.014	-0.014	-0.014	-0.014	-0.014	-0.014	-0.014
		Vz	0.611	0.611	0.611	0.611	0.611	0.611	0.611	0.611	0.611	0.611
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	-0.87	-1.17	-1.48	-1.79	-2.09	-2.40	-2.70	-3.01	-3.31	-3.61
		Mz	-0.02	-0.01	0.00	0.01	0.01	0.02	0.03	0.04	0.04	0.04
	Q 1 (Uso C)	N	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Q 1 (Uso G1)	N	-22.353	-22.353	-22.353	-22.353	-22.353	-22.353	-22.353	-22.353	-22.353	-22.353
		Vy	-0.014	-0.014	-0.014	-0.014	-0.014	-0.014	-0.014	-0.014	-0.014	-0.014
		Vz	0.538	0.538	0.538	0.538	0.538	0.538	0.538	0.538	0.538	0.538
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	-0.84	-1.11	-1.38	-1.65	-1.92	-2.19	-2.46	-2.72	-2.99	-3.26
		Mz	-0.02	-0.01	0.00	0.01	0.01	0.02	0.03	0.03	0.03	0.04
	V(0°) H1	N	20.025	20.025	20.025	20.025	20.025	20.025	20.025	20.025	20.025	20.025
		Vy	1.567	1.567	1.567	1.567	1.567	1.567	1.567	1.567	1.567	1.567
		Vz	14.978	12.559	10.140	7.721	5.302	2.884	0.465	-1.954	-4.373	-7.792
		Mt	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
		My	-18.84	-25.72	-31.40	-35.86	-39.12	-41.16	-42.00	-41.63	-40.05	-37.47
		Mz	0.84	0.06	-0.72	-1.51	-2.29	-3.08	-3.86	-4.64	-5.43	-6.22
	V(0°) H2	N	-2.423	-2.423	-2.423	-2.423	-2.423	-2.423	-2.423	-2.423	-2.423	-2.423
		Vy	2.032	2.032	2.032	2.032	2.032	2.032	2.032	2.032	2.032	2.032
		Vz	15.512	13.093	10.674	8.255	5.836	3.417	0.998	-1.420	-3.839	-7.258
Mt		0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	
My		-19.68	-26.83	-32.77	-37.51	-41.03	-43.34	-44.45	-44.34	-43.03	-40.64	
Mz		1.28	0.27	-0.75	-1.76	-2.78	-3.80	-4.81	-5.83	-6.84	-7.85	
V(90°) H1	N	30.622	30.622	30.622	30.622	30.622	30.622	30.622	30.622	30.622	30.622	
	Vy	0.032	0.032	0.032	0.032	0.032	0.032	0.032	0.032	0.032	0.032	
	Vz	-15.430	-13.307	-11.184	-9.060	-6.937	-4.814	-2.691	-0.567	1.556	3.679	
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	My	7.13	14.31	20.43	25.49	29.49	32.43	34.31	35.12	34.87	33.62	
	Mz	0.04	0.02	0.00	-0.01	-0.03	-0.04	-0.06	-0.08	-0.09	-0.09	
V(180°) H1	N	19.872	19.872	19.872	19.872	19.872	19.872	19.872	19.872	19.872	19.872	
	Vy	-1.545	-1.545	-1.545	-1.545	-1.545	-1.545	-1.545	-1.545	-1.545	-1.545	
	Vz	15.011	12.592	10.173	7.754	5.335	2.916	0.497	-1.921	-4.340	-7.759	
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	My	-18.55	-25.46	-31.15	-35.63	-38.90	-40.96	-41.82	-41.46	-39.90	-37.41	
	Mz	-0.82	-0.05	0.73	1.50	2.27	3.04	3.82	4.59	5.36	6.13	
V(180°) H2	N	-2.564	-2.564	-2.564	-2.564	-2.564	-2.564	-2.564	-2.564	-2.564	-2.564	
	Vy	-2.037	-2.037	-2.037	-2.037	-2.037	-2.037	-2.037	-2.037	-2.037	-2.037	
	Vz	15.548	13.129	10.710	8.291	5.872	3.453	1.034	-1.385	-3.804	-7.223	
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	My	-19.37	-26.54	-32.50	-37.25	-40.79	-43.12	-44.24	-44.16	-42.86	-41.56	
	Mz	-1.29	-0.27	0.75	1.77	2.78	3.80	4.82	5.84	6.86	7.87	
V(270°) H1	N	10.954	10.954	10.954	10.954	10.954	10.954	10.954	10.954	10.954	10.954	
	Vy	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	
	Vz	6.801	5.880	4.960	4.039	3.119	2.198	1.278	0.357	-0.563	-1.483	
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	



Esfuerzos en barras, por hipótesis											
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.500 m	1.000 m	1.500 m	2.000 m	2.500 m	3.000 m	3.500 m	4.000 m
		My	3.87	0.70	-2.01	-4.26	-6.05	-7.38	-8.25	-8.65	-8.60
		Mz	0.02	0.01	0.00	-0.01	-0.01	-0.02	-0.03	-0.04	-0.05
	N(EI)	N	-50.292	-50.292	-50.292	-50.292	-50.292	-50.292	-50.292	-50.292	-50.292
	Vy	-0.031	-0.031	-0.031	-0.031	-0.031	-0.031	-0.031	-0.031	-0.031	-0.031
	Vz	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	My	-1.90	-2.50	-3.11	-3.71	-4.32	-4.92	-5.53	-6.13	-6.74	-7.34
	Mz	-0.03	-0.02	0.00	0.01	0.03	0.04	0.06	0.07	0.09	0.10

Esfuerzos en barras, por hipótesis											
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.394 m	0.788 m	1.379 m	1.773 m	2.167 m	2.758 m	3.152 m	3.546 m
N124/N5	Peso propio	N	-33.043	-32.080	-31.116	-29.670	-28.707	-27.750	-26.449	-25.684	-25.000
		Vy	0.049	0.049	0.049	0.049	0.049	0.049	0.049	0.049	0.049
		Vz	0.611	0.611	0.611	0.611	0.611	0.611	0.611	0.611	0.611
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	-3.31	-3.56	-3.80	-4.16	-4.40	-4.64	-5.00	-5.24	-5.48
		Mz	0.03	0.01	0.00	-0.03	-0.05	-0.07	-0.10	-0.12	-0.14
	Q 1 (Uso C)	N	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003
		Vy	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
		Vz	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Q 1 (Uso G1)	N	-22.353	-22.353	-22.353	-22.353	-22.353	-22.353	-22.353	-22.353	-22.353
		Vy	0.041	0.041	0.041	0.041	0.041	0.041	0.041	0.041	0.041
		Vz	0.538	0.538	0.538	0.538	0.538	0.538	0.538	0.538	0.538
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	-2.99	-3.21	-3.42	-3.74	-3.95	-4.16	-4.48	-4.69	-4.90
		Mz	0.03	0.02	0.00	-0.02	-0.04	-0.06	-0.08	-0.10	-0.11
	V(0°) H1	N	20.025	20.025	20.025	20.025	20.025	20.025	20.025	20.025	20.025
		Vy	-1.687	-1.687	-1.687	-1.687	-1.687	-1.687	-1.687	-1.687	-1.687
		Vz	-4.373	-6.279	-8.185	-11.045	-12.951	-14.823	-17.021	-18.017	-18.887
		Mt	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
		My	-40.05	-37.95	-35.10	-29.42	-24.69	-19.21	-9.76	-2.85	4.39
		Mz	-4.99	-4.32	-3.66	-2.66	-2.00	-1.33	-0.33	0.33	1.00
V(0°) H2	N	-2.423	-2.423	-2.423	-2.423	-2.423	-2.423	-2.423	-2.423	-2.423	
	Vy	-2.282	-2.282	-2.282	-2.282	-2.282	-2.282	-2.282	-2.282	-2.282	
	Vz	-3.839	-5.745	-7.652	-10.511	-12.417	-14.289	-16.487	-17.483	-18.353	
	Mt	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	
	My	-43.03	-41.14	-38.50	-33.13	-28.62	-23.35	-14.21	-7.51	-0.49	
	Mz	-6.26	-5.36	-4.46	-3.12	-2.22	-1.32	0.03	0.93	1.83	
V(90°) H1	N	30.622	30.622	30.622	30.622	30.622	30.622	30.622	30.622	30.622	
	Vy	-0.089	-0.089	-0.089	-0.089	-0.089	-0.089	-0.089	-0.089	-0.089	
	Vz	1.556	3.229	4.902	7.412	9.085	10.729	12.658	13.532	14.296	
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	My	34.87	33.93	32.33	28.69	25.44	21.53	14.59	9.42	3.97	
	Mz	-0.08	-0.04	-0.01	0.05	0.08	0.12	0.17	0.21	0.24	
V(180°) H1	N	19.872	19.872	19.872	19.872	19.872	19.872	19.872	19.872	19.872	
	Vy	1.619	1.619	1.619	1.619	1.619	1.619	1.619	1.619	1.619	
	Vz	-4.340	-6.246	-8.153	-11.012	-12.918	-14.790	-16.988	-17.984	-18.854	
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	My	-39.90	-37.81	-34.97	-29.31	-24.60	-19.13	-9.70	-2.80	4.42	



Esfuerzos en barras, por hipótesis												
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.000 m	0.394 m	0.788 m	1.379 m	1.773 m	2.167 m	2.758 m	3.152 m	3.546 m	
	V(180°) H2	Mz	4.94	4.30	3.66	2.70	2.07	1.43	0.47	-0.17	-0.80	
		N	-2.564	-2.564	-2.564	-2.564	-2.564	-2.564	-2.564	-2.564	-2.564	-2.564
		Vy	2.293	2.293	2.293	2.293	2.293	2.293	2.293	2.293	2.293	2.293
		Vz	-3.804	-5.710	-7.616	-10.475	-12.381	-14.254	-16.452	-17.447	-18.317	
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	-42.86	-40.99	-38.36	-33.01	-28.51	-23.26	-14.14	-7.45	-0.45	
	V(270°) H1	Mz	6.27	5.37	4.47	3.11	2.21	1.30	-0.05	-0.96	-1.86	
		N	10.954	10.954	10.954	10.954	10.954	10.954	10.954	10.954	10.954	10.954
		Vy	-0.047	-0.047	-0.047	-0.047	-0.047	-0.047	-0.047	-0.047	-0.047	-0.047
		Vz	-0.563	-1.289	-2.014	-3.102	-3.828	-4.540	-5.377	-5.756	-6.087	
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	-8.60	-8.24	-7.59	-6.07	-4.71	-3.06	-0.11	2.08	4.40	
	N(ED)	Mz	-0.04	-0.02	0.00	0.03	0.05	0.07	0.09	0.11	0.13	
		N	-50.292	-50.292	-50.292	-50.292	-50.292	-50.292	-50.292	-50.292	-50.292	-50.292
		Vy	0.093	0.093	0.093	0.093	0.093	0.093	0.093	0.093	0.093	0.093
		Vz	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	-6.74	-7.21	-7.69	-8.41	-8.88	-9.36	-10.07	-10.55	-11.03	
		Mz	0.07	0.04	0.00	-0.05	-0.09	-0.13	-0.18	-0.22	-0.26	

4.3.3.1.2 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 relativa xy		Flecha máxima absoluta xz Flecha máxima relativa xz		Flecha activa absoluta xy Flecha activa relativa xy		Flecha activa absoluta xz Flecha activa relativa xz		
	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	
	N1/N2	2.500 6.274	0.38 L(>1000)	2.500 2.500	0.76 L(>1000)	5.592 6.274	0.61 L(>1000)	2.500 2.500	1.32 L(>1000)
N59/N5	7.500 7.500	1.49 L(>1000)	6.750 6.750	6.80 L(>1000)	7.750 7.500	2.97 L(>1000)	7.000 6.750	9.91 L(>1000)	
N2/N123	2.679 -	0.00 L(>1000)	3.571 3.571	1.00 L(>1000)	6.697 -	0.00 L(>1000)	7.141 -	0.00 L(>1000)	
N123/N124	4.219 -	0.00 L(>1000)	3.750 3.750	1.22 L(>1000)	4.219 -	0.00 L(>1000)	7.031 -	0.00 L(>1000)	
N61/N126	7.142 -	0.00 L(>1000)	3.571 3.571	1.00 L(>1000)	7.142 -	0.00 L(>1000)	6.250 -	0.00 L(>1000)	
N126/N127	3.281 -	0.00 L(>1000)	3.750 3.750	1.22 L(>1000)	3.281 -	0.00 L(>1000)	7.031 -	0.00 L(>1000)	
N60/N56	7.000 7.000	1.04 L(>1000)	5.500 5.500	2.73 L(>1000)	7.250 7.000	1.84 L(>1000)	5.750 5.500	4.05 L(>1000)	
N2/N5	3.424 3.424	6.58 L(>1000)	3.043 3.043	1.61 L(>1000)	3.424 3.424	10.10 L(>1000)	3.043 3.043	1.97 L(>1000)	



4.3.3.1.3 Comprobaciones E.L.U. (Completo)

Barra N1/N2

Perfil: HE 400 B		Material: Acero (S275)						
		Nudos		Características mecánicas				
		Inicial	Final	Longitud (m)	Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)
		N1	N2	8.000	197.80	57680.00	10820.00	355.70
		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.			
b		0.70	1.40	0.00	0.00			
L _K		5.600	11.200	0.000	0.000			
C _m		1.000	1.000	1.000	1.000			
C ₁		-		1.000				
Notación: b: Coeficiente de pandeo L _K : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico								
Situación de incendio Resistencia requerida: R 60 Factor de forma: 103.02 m ⁻¹ Temperatura máx. de la barra: 623.5 °C Pintura intumescente: 0.6 mm								

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - TEMPERATURA AMBIENTE														Estado	
	λ	I _w	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
N1/N2	λ < 2.0 Cumplido	I _w ≤ I _{w,máx} Cumplido	x: 7.637 m h = 0.2	x: 0 m h = 1.1	x: 0 m h = 16.1	x: 0 m h = 14.7	x: 0 m h = 2.8	x: 0 m h = 1.2	h < 0.1	h < 0.1	x: 0 m h = 31.1	h < 0.1	h = 1.2	h = 0.7	h < 0.1	CUMPLIDO h = 31.1
Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - SITUACIÓN DE INCENDIO														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			
N1/N2	x: 7.639 m h < 0.1	x: 0 m h = 2.1	x: 0 m h = 13.3	x: 0 m h = 11.1	x: 0 m h = 2.3	x: 0 m h = 0.9	h < 0.1	h < 0.1	x: 0 m h = 25.3	h < 0.1	h = 1.0	x: 7.639 m h = 1.1	x: 0 m h = 0.3	CUMPLIDO h = 25.3		
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 _Y V _Z : Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados M _Z V _Y : Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados NM _Y M _Z : Resistencia a flexión y axil combinados NM _Y M _Z V _Y V _Z : Resistencia a flexión, axil y cortante combinados M _t : Resistencia a torsión M _t V _Z : Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados M _t V _Y : Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados x: Distancia al origen de la barra h: Coeficiente de aprovechamiento (%)																



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

La esbeltez reducida λ_1 de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

$$\lambda_1 : \underline{0.86} \quad \checkmark$$

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 :** 1

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A :** 197.80 cm²

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y :** 265.00 MPa

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico. **N_{cr} :** 7151.06 kN

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} :** 9530.34 kN

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. **N_{cr,z} :** 7151.06 kN

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión. **N_{cr,T} :** ∞

Donde:

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. **I_y :** 57680.00 cm⁴

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. **I_z :** 10820.00 cm⁴

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme. **I_t :** 355.70 cm⁴

I_w: Constante de alabeo de la sección. **I_w :** 3817000.00 cm⁶

E: Módulo de elasticidad. **E :** 210000 MPa

G: Módulo de elasticidad transversal. **G :** 81000 MPa

L_{ky}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y. **L_{ky} :** 11.200 m

L_{kz}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z. **L_{kz} :** 5.600 m

L_{kt}: Longitud efectiva de pandeo por torsión. **L_{kt} :** 0.000 m

i₀: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión. **i₀ :** 18.61 cm



Siendo:

i_y, i_z : Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.	i_y : <u>17.08</u> cm
	i_z : <u>7.40</u> 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 : <u>0.00</u> mm
	z_0 : <u>0.00</u> mm

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

Se debe satisfacer:

$$26.07 \leq 193.14 \quad \checkmark$$

Donde:

h_w : Altura del alma.	h_w : <u>352.00</u> mm
t_w : Espesor del alma.	t_w : <u>13.50</u> mm
A_w : Área del alma.	A_w : <u>47.52</u> cm ²
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida.	$A_{fc,ef}$: <u>72.00</u> cm ²
k : Coeficiente que depende de la clase de la sección.	k : <u>0.30</u>
E : Módulo de elasticidad.	E : <u>210000</u> MPa
f_{yf} : Límite elástico del acero del ala comprimida.	f_{yf} : <u>265.00</u> MPa

Siendo:

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

Se debe satisfacer:

$$h : \underline{0.002} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 7.637 m del nudo N1, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(90°)H1.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.	$N_{t,Ed}$: <u>9.03</u> kN
--	-----------------------------

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



$$N_{t,Rd} : \underline{4992.10} \text{ kN}$$

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra.	A : $\underline{197.80} \text{ cm}^2$
f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.	f_{yd} : $\underline{252.38} \text{ MPa}$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	f_y : $\underline{265.00} \text{ MPa}$
g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material.	g_{M0} : $\underline{1.05}$

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

Se debe satisfacer:

$$h : \underline{0.007} \quad \checkmark$$

$$h : \underline{0.011} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N1, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.9·V(180°)H2+1.5·N(ED).

N_{c,Ed}: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.	N_{c,Ed} : $\underline{36.83} \text{ kN}$
--	--

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

$$N_{c,Rd} : \underline{4992.10} \text{ kN}$$

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 : $\underline{1}$
A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.	A : $\underline{197.80} \text{ cm}^2$
f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.	f_{yd} : $\underline{252.38} \text{ MPa}$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	f_y : $\underline{265.00} \text{ MPa}$
g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material.	g_{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:

$$N_{b,Rd} : \underline{3440.74 \text{ kN}}$$

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{197.80 \text{ cm}^2}$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{252.38 \text{ MPa}}$$

Siendo:

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

$$f_y : \underline{265.00 \text{ MPa}}$$

g_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$g_{M1} : \underline{1.05}$$

c: Coeficiente de reducción por pandeo.

$$c_y : \underline{0.83}$$

$$c_z : \underline{0.69}$$

Siendo:

$$f_y : \underline{0.83}$$

$$f_z : \underline{0.98}$$

a: Coeficiente de imperfección elástica.

$$a_y : \underline{0.21}$$

$$a_z : \underline{0.34}$$

λ : Esbeltez reducida.

$$\lambda_y : \underline{0.74}$$

$$\lambda_z : \underline{0.86}$$

N_{cr} : Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

$$N_{cr} : \underline{7151.06 \text{ kN}}$$

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$$N_{cr,y} : \underline{9530.34 \text{ kN}}$$

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$$N_{cr,z} : \underline{7151.06 \text{ kN}}$$

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} : \underline{\text{¥}}$$

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

Se debe satisfacer:

$$h : \underline{0.161} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:



Proyecto Estructural de edificio industrial de $1500m^2$ situado en Mora de Rubielos

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N1, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot V(0^\circ)H2 + 1.05 \cdot N(EI)$.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo. $M_{Ed}^+ : \underline{131.48} \text{ kN}\cdot\text{m}$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N1, para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.05 \cdot Q1(C) + 1.5 \cdot V(180^\circ)H1$.

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo. $M_{Ed}^- : \underline{57.87} \text{ kN}\cdot\text{m}$

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

$M_{c,Rd} : \underline{815.70} \text{ kN}\cdot\text{m}$

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

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,y} : \underline{3232.00} \text{ cm}^3$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. $f_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$

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

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 - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$h : \underline{0.147} \checkmark$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N1, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot V(90^\circ)H1 + 1.05 \cdot N(EI)$.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo. $M_{Ed}^+ : \underline{30.32} \text{ kN}\cdot\text{m}$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N1, para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V(0^\circ)H1$.

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo. $M_{Ed}^- : \underline{40.83} \text{ kN}\cdot\text{m}$

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



$$M_{c,Rd} : \underline{278.63} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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} :** 1104.00 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd} :** 252.38 MPa

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y :** 265.00 MPa

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

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

Se debe satisfacer:

$$h : \underline{0.028} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N1, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(0°)H2+1.05·N(EI).

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed} :** 28.80 kN

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

$$V_{c,Rd} : \underline{1019.99} \text{ kN}$$

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. **A_v :** 70.00 cm²

Siendo:

h: Canto de la sección. **h :** 400.00 mm

t_w: Espesor del alma. **t_w :** 13.50 mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd} :** 252.38 MPa

Siendo:



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

$$f_y : \underline{265.00 \text{ MPa}}$$

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

$$g_{M0} : \underline{1.05}$$

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:

$$22.07 < 65.92 \quad \checkmark$$

Donde:

l_w : Esbeltez del alma.

$$l_w : \underline{22.07}$$

$l_{m\acute{a}x}$: Esbeltez máxima.

$$l_{m\acute{a}x} : \underline{65.92}$$

e : Factor de reducción.

$$e : \underline{0.94}$$

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia.

$$f_{ref} : \underline{235.00 \text{ MPa}}$$

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

$$f_y : \underline{265.00 \text{ MPa}}$$

Resistencia a corte Y - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$h : \underline{0.012} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N1, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(0°)H1.

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

$$V_{Ed} : \underline{25.68 \text{ kN}}$$

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

$$V_{c,Rd} : \underline{2189.76 \text{ kN}}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{150.28 \text{ cm}^2}$$



Proyecto Estructural de edificio industrial de 1500m² situado en Mora de Rubielos

Siendo:

A: Área de la sección bruta. **A :** 197.80 cm²
d: Altura del alma. **d :** 352.00 mm
t_w: Espesor del alma. **t_w :** 13.50 mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd} :** 252.38 MPa

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y :** 265.00 MPa
g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **g_{M0} :** 1.05

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados - Temperatura ambiente
 (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}**.

28.80 kN £ 509.99 kN ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(0°)H2+1.05·N(EI).

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed} :** 28.80 kN

V_{c,Rd}: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. **V_{c,Rd} :** 1019.99 kN

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados - Temperatura ambiente
 (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}**.

25.68 kN £ 1094.88 kN ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(0°)H1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed} :** 25.68 kN



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

Se debe satisfacer:

h : 0.311 ✓

h : 0.256 ✓

h : 0.251 ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo p^{ésimos} se producen en el nudo N1, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(0°)H2+1.05·N(EI).

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo p^{ésimo}.

$N_{c,Ed}$: 31.02 kN

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo p^{ésimos}, según los ejes Y y Z, respectivamente.

$M_{y,Ed}^+$: 131.48 kN·m

$M_{z,Ed}^-$: 39.92 kN·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.

$N_{pl,Rd}$: 4992.10 kN

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

$M_{pl,Rd,y}$: 815.70 kN·m

$M_{pl,Rd,z}$: 278.63 kN·m

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A : Área de la sección bruta.

A : 197.80 cm²

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$W_{pl,y}$: 3232.00 cm³

$W_{pl,z}$: 1104.00 cm³

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 252.38 MPa

Siendo:

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

f_y : 265.00 MPa

g_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

g_{M1} : 1.05

k_y , k_z : Coeficientes de interacción.



$$k_y : \underline{1.00}$$

$$k_z : \underline{1.01}$$

$C_{m,y}$, $C_{m,z}$: Factores de momento flector uniforme equivalente.

$$C_{m,y} : \underline{1.00}$$

$$C_{m,z} : \underline{1.00}$$

c_y , c_z : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$c_y : \underline{0.83}$$

$$c_z : \underline{0.69}$$

λ_y , λ_z : Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\lambda_y : \underline{0.74}$$

$$\lambda_z : \underline{0.86}$$

a_y , a_z : Factores dependientes de la clase de la sección.

$$a_y : \underline{0.60}$$

$$a_z : \underline{0.60}$$

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados - Temperatura ambiente (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 $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot V(0^\circ)H2 + 1.05 \cdot N(EI)$.

$$28.80 \text{ kN} \leq 509.18 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

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

$$V_{Ed,z} : \underline{28.80} \text{ kN}$$

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

$$V_{c,Rd,z} : \underline{1018.35} \text{ kN}$$

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

Se debe satisfacer:

$$h : \underline{0.012} \quad \checkmark$$



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(0°)H2+1.05·N(ED).

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.26} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento torsor resistente de cálculo $M_{T,Rd}$ viene dado por:

$$M_{T,Rd} : \underline{21.60} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : \underline{148.21} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

Siendo:

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

$$f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

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

$$g_{M0} : \underline{1.05}$$

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

Se debe satisfacer:

$$h : \underline{0.007} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q1(G1).

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

$$V_{Ed} : \underline{6.66} \text{ kN}$$

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.09} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$V_{pl,T,Rd} : \underline{1018.35} \text{ kN}$$

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{pl,Rd} : \underline{1019.99} \text{ kN}$$

$t_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión.

$$t_{T,Ed} : \underline{0.58} \text{ MPa}$$

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : \underline{148.21} \text{ cm}^3$$

 f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 252.38 MPa

Siendo:

 f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 265.00 MPa g_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : 1.05

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

Se debe satisfacer:

$$h < \underline{0.001} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q1(G1).

 V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 0.07 kN $M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $M_{T,Ed}$: 0.09 kN·m

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

 $V_{pl,T,Rd}$: 2186.26 kN

Donde:

 $V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{pl,Rd}$: 2189.76 kN $t_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión. $t_{T,Ed}$: 0.58 MPa

Siendo:

 W_T : Módulo de resistencia a torsión. W_T : 148.21 cm³ f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 252.38 MPa

Siendo:

 f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 265.00 MPa g_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : 1.05



Perfil: HE 400 B		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	8.000	197.80	57680.00	10820.00	355.70
	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	0.70	1.40	0.00	0.00		
	L _K	5.600	11.200	0.000	0.000		
	C _m	1.000	1.000	1.000	1.000		
	C ₁	-		1.000			
Notación: β: Coeficiente de pandeo L _K : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico							
Situación de incendio							
Resistencia requerida: R 60 Factor de forma: 103.02 m-1 Temperatura máx. de la barra: 623.5 °C Pintura intumescente: 0.6 mm							

COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - TEMPERATURA AMBIENTE																
Barra	φ	λ _w	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	Estado
N1/N2	φ < 2.0 Cumpl e	λ _w ≤ λ _{w,máx} Cumple	x: 7.637 m η = 0.2	x: 0 m η = 1.1	x: 0 m η = 16.1	x: 0 m η = 14.7	x: 0 m η = 2.8	x: 0 m η = 1.2	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 31.1	η < 0.1	η = 1.2	η = 0.7	η < 0.1	CUMPL E η = 31.1
COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - SITUACIÓN DE INCENDIO																
Barra	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	Estado		
N1/N2	x: 7.639 m η < 0.1	x: 0 m η = 2.1	x: 0 m η = 13.3	x: 0 m η = 11.1	x: 0 m η = 2.3	x: 0 m η = 0.9	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 25.3	η < 0.1	η = 1.0	x: 7.639 m η = 1.1	x: 0 m η = 0.3	CUMPL E η = 25.3		
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 _Y V _Z : Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados M _Z V _Y : Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados NM _Y M _Z : Resistencia a flexión y axil combinados NM _Y M _Z V _Y V _Z : Resistencia a flexión, axil y cortante combinados M _t : Resistencia a torsión M _t V _Z : Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados M _t V _Y : Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados x: Distancia al origen de la barra η: Coeficiente de aprovechamiento (%)																

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

La esbeltez reducida φ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

$$\phi : \underline{0.86} \quad \checkmark$$

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 :** 1

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A :** 197.80 cm²

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y :** 265.00 MPa

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico. **N_{cr} :** 7151.06 kN

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} :** 9530.34 kN

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. **N_{cr,z} :** 7151.06 kN

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión. **N_{cr,T} :** ∞

Donde:

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. **I_y :** 57680.00 cm⁴

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. **I_z :** 10820.00 cm⁴

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme. **I_t :** 355.70 cm⁴

I_w: Constante de alabeo de la sección. **I_w :** 3817000.00 cm⁶

E: Módulo de elasticidad. **E :** 210000 MPa

G: Módulo de elasticidad transversal. **G :** 81000 MPa

L_{ky}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y. **L_{ky} :** 11.200 m

L_{kz}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z. **L_{kz} :** 5.600 m

L_{kt}: Longitud efectiva de pandeo por torsión. **L_{kt} :** 0.000 m

i₀: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión. **i₀ :** 18.61 cm

Siendo:

i_y , i_z: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z. **i_y :** 17.08 cm

i_z : 7.40 cm

y₀ : 0.00 mm



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.

$$z_0 : \underline{0.00} \text{ mm}$$

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

Se debe satisfacer:

$$26.07 \leq 193.14 \checkmark$$

Donde:

h_w : Altura del alma.

$$h_w : \underline{352.00} \text{ mm}$$

t_w : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{13.50} \text{ mm}$$

A_w : Área del alma.

$$A_w : \underline{47.52} \text{ cm}^2$$

$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida.

$$A_{fc,ef} : \underline{72.00} \text{ cm}^2$$

k : Coeficiente que depende de la clase de la sección.

$$k : \underline{0.30}$$

E : Módulo de elasticidad.

$$E : \underline{210000} \text{ MPa}$$

f_{yf} : Límite elástico del acero del ala comprimida.

$$f_{yf} : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

Siendo:

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.002} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 7.637 m del nudo N1, para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V(90^\circ)H1$.

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

$$N_{t,Ed} : \underline{9.03} \text{ kN}$$

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

$$N_{t,Rd} : \underline{4992.10} \text{ kN}$$

Donde:



Proyecto Estructural de edificio industrial de $1500m^2$ situado en Mora de Rubielos

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

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$A : \underline{197.80} \text{ cm}^2$$

$$f_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

Siendo:

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

$$f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

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

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

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.007} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.011} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N1, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 0.9 \cdot V(180^\circ)H2 + 1.5 \cdot N(EI)$.

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{c,Ed} : \underline{36.83} \text{ kN}$$

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

$$N_{c,Rd} : \underline{4992.10} \text{ kN}$$

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.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{197.80} \text{ cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

Siendo:

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

$$f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

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:



$$N_{b,Rd} : \underline{3440.74 \text{ kN}}$$

Donde:

$$A : \text{Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.} \quad A : \underline{197.80 \text{ cm}^2}$$

$$f_{yd} : \text{Resistencia de cálculo del acero.} \quad f_{yd} : \underline{252.38 \text{ MPa}}$$

Siendo:

$$f_y : \text{Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} \quad f_y : \underline{265.00 \text{ MPa}}$$

$$\gamma_{MI} : \text{Coeficiente parcial de seguridad del material.} \quad \gamma_{MI} : \underline{1.05}$$

λ : Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\lambda_y : \underline{0.83}$$

$$\lambda_z : \underline{0.69}$$

Siendo:

$$\phi_y : \underline{0.83}$$

$$\phi_z : \underline{0.98}$$

α : Coeficiente de imperfección elástica.

$$\alpha_y : \underline{0.21}$$

$$\alpha_z : \underline{0.34}$$

ϕ : Esbeltez reducida.

$$\phi_y : \underline{0.74}$$

$$\phi_z : \underline{0.86}$$

N_{cr} : Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

$$N_{cr} : \underline{7151.06 \text{ kN}}$$

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$$N_{cr,y} : \underline{9530.34 \text{ kN}}$$

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$$N_{cr,z} : \underline{7151.06 \text{ kN}}$$

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} : \underline{\infty}$$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.161} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N1, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(0°)H2+1.05·N(EI).

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{131.48 \text{ kN}\cdot\text{m}}$$

Proyecto Estructural de edificio industrial de 1500m² situado en Mora de Rubielos

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N1, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.05·Q1(C)+1.5·V(180°)H1.

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{57.87} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$M_{c,Rd} : \underline{815.70} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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.

$$W_{pl,y} : \underline{3232.00} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

Siendo:

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

$$f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

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 - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.147} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N1, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(90°)H1+1.05·N(EI).

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{30.32} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N1, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(0°)H1.

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{40.83} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$M_{c,Rd} : \underline{278.63} \text{ kN}\cdot\text{m}$$



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} :** 1104.00 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd} :** 252.38 MPa

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y :** 265.00 MPa

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

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.028} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N1, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(0°)H2+1.05·N(EI).

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed} :** 28.80 kN

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

$$\mathbf{V_{c,Rd}} : \underline{1019.99} \text{ kN}$$

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. **A_v :** 70.00 cm²

Siendo:

h: Canto de la sección. **h :** 400.00 mm

t_w: Espesor del alma. **t_w :** 13.50 mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd} :** 252.38 MPa

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y :** 265.00 MPa

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:

$$22.07 < 65.92 \quad \checkmark$$

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma.

$$\lambda_w : \underline{22.07}$$

$\lambda_{m\acute{a}x}$: Esbeltez máxima.

$$\lambda_{m\acute{a}x} : \underline{65.92}$$

ϵ : Factor de reducción.

$$\epsilon : \underline{0.94}$$

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia.

$$f_{ref} : \underline{235.00} \text{ MPa}$$

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

$$f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

Resistencia a corte Y - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.012} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N1, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(0°)H1.

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

$$V_{Ed} : \underline{25.68} \text{ kN}$$

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

$$V_{c,Rd} : \underline{2189.76} \text{ kN}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{150.28} \text{ cm}^2$$

Siendo:

A : Área de la sección bruta.

$$A : \underline{197.80} \text{ cm}^2$$

d : Altura del alma.

$$d : \underline{352.00} \text{ mm}$$



t_w : Espesor del alma.

t_w : 13.50 mm

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 252.38 MPa

Siendo:

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

f_y : 265.00 MPa

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

γ_{M0} : 1.05

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados - Temperatura ambiente (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 $V_{c,Rd}$.

$$28.80 \text{ kN} \leq 509.99 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(0°)H2+1.05·N(EI).

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

V_{Ed} : 28.80 kN

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

$V_{c,Rd}$: 1019.99 kN

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados - Temperatura ambiente (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 $V_{c,Rd}$.

$$25.68 \text{ kN} \leq 1094.88 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(0°)H1.

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

V_{Ed} : 25.68 kN

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

$V_{c,Rd}$: 2189.76 kN



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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.311} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.256} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.251} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo p_{ésimos} se producen en el nudo N1, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(0°)H2+1.05·N(EI).

Donde:

N_{c,Ed}: Axil de compresión solicitante de cálculo p_{ésimo}.

$$N_{c,Ed} : \underline{31.02} \text{ kN}$$

M_{y,Ed}, **M_{z,Ed}**: Momentos flectores solicitantes de cálculo p_{ésimos}, según los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{y,Ed}^+ : \underline{131.48} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{z,Ed}^- : \underline{39.92} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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.

$$N_{pl,Rd} : \underline{4992.10} \text{ kN}$$

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.

$$M_{pl,Rd,y} : \underline{815.70} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{pl,Rd,z} : \underline{278.63} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A: Área de la sección bruta.

$$A : \underline{197.80} \text{ cm}^2$$

W_{pl,y}, **W_{pl,z}**: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$W_{pl,y} : \underline{3232.00} \text{ cm}^3$$

$$W_{pl,z} : \underline{1104.00} \text{ cm}^3$$

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

Siendo:

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

$$f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

k_y, **k_z**: Coeficientes de interacción.

$$k_y : \underline{1.00}$$



$$k_z : \underline{1.01}$$

$C_{m,y}$, $C_{m,z}$: Factores de momento flector uniforme equivalente.

$$C_{m,y} : \underline{1.00}$$

$$C_{m,z} : \underline{1.00}$$

λ_y , λ_z : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\lambda_y : \underline{0.83}$$

$$\lambda_z : \underline{0.69}$$

ϕ_y , ϕ_z : Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\phi_y : \underline{0.74}$$

$$\phi_z : \underline{0.86}$$

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 - Temperatura ambiente (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·PP+1.5·V(0°)H2+1.05·N(EI).

$$28.80 \text{ kN} \leq 509.18 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

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

$$V_{Ed,z} : \underline{28.80} \text{ kN}$$

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

$$V_{c,Rd,z} : \underline{1018.35} \text{ kN}$$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.012} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(0°)H2+1.05·N(EI).

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.26} \text{ kN}\cdot\text{m}$$



El momento torsor resistente de cálculo $M_{T,Rd}$ viene dado por:

$$M_{T,Rd} : \underline{21.60} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : \underline{148.21} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

Siendo:

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

$$f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

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

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

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.007} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q1(G1).

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

$$V_{Ed} : \underline{6.66} \text{ kN}$$

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.09} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$V_{pl,T,Rd} : \underline{1018.35} \text{ kN}$$

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{pl,Rd} : \underline{1019.99} \text{ kN}$$

$\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión.

$$\tau_{T,Ed} : \underline{0.58} \text{ MPa}$$

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : \underline{148.21} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

Siendo:

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

$$f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

 γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.05**Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados - Temperatura ambiente** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta < \underline{0.001} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q1(G1).

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

V_{Ed} : 0.07 kN

 $M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$M_{T,Ed}$: 0.09 kN·m

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

$V_{pl,T,Rd}$: 2186.26 kN

Donde:

 $V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$V_{pl,Rd}$: 2189.76 kN

 $\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión.

$\tau_{T,Ed}$: 0.58 MPa

Siendo:

 W_T : Módulo de resistencia a torsión.

W_T : 148.21 cm³

 f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 252.38 MPa

Siendo:

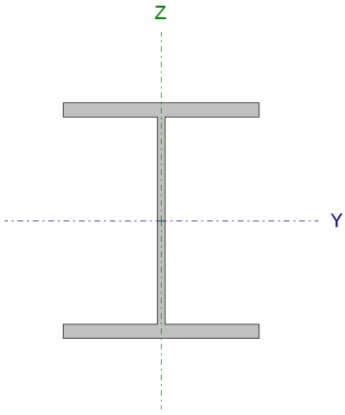
 f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 265.00 MPa

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

γ_{M0} : 1.05



Perfil: HE 360 B 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)	
N59	N5	12.000	180.60	43190.00	10140.00	292.50	
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.			
	b	1.00	0.70	0.00	0.00		
	L _K	12.000	8.400	0.000	0.000		
	C _m	1.000	1.000	1.000	1.000		
C ₁	-		1.000				
Notación: b: Coeficiente de pandeo L _K : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico							
Situación de incendio							
Resistencia requerida: R 60 Factor de forma: 108.67 m-1 Temperatura máx. de la barra: 640.5 °C Pintura intumescente: 0.6 mm							

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - TEMPERATURA AMBIENTE														Estado	
	λ	I _w	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
N59/N5	λ < 2.0 Cumple	I _w ≤ I _{w,max} Cumple	x: 11.544 m h = 0.2	x: 0 m h = 10.2	x: 0 m h = 26.7	x: 0 m h = 5.6	x: 0 m h = 7.0	h = 0.1	h < 0.1	h < 0.1	x: 0 m h = 33.7	h < 0.1	h < 0.1	x: 0 m h = 2.4	h = 0.1	CUMPL E h = 33.7
Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - SITUACIÓN DE INCENDIO														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			
N59/N5	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m h = 21.9	x: 0 m h = 24.0	x: 0 m h = 5.2	x: 0 m h = 6.2	h = 0.1	h < 0.1	h < 0.1	x: 0 m h = 39.6	h < 0.1	h < 0.1	x: 0 m h = 3.0	h = 0.1	CUMPL E h = 39.6		

Comprobaciones que no proceden (N.P.):

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

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
- x: Distancia al origen de la barra
- h: Coeficiente de aprovechamiento (%)
- N.P.: No procede

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



La esbeltez reducida λ_1 de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

$$\lambda_1 : \underline{1.81} \quad \checkmark$$

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 :** 1

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A :** 180.60 cm²

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y :** 265.00 MPa

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico. **N_{cr} :** 1459.47 kN

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} :** 12686.55 kN

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. **N_{cr,z} :** 1459.47 kN

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión. **N_{cr,T} :** ∞

Donde:

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. **I_y :** 43190.00 cm⁴

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. **I_z :** 10140.00 cm⁴

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme. **I_t :** 292.50 cm⁴

I_w: Constante de alabeo de la sección. **I_w :** 2883000.00 cm⁶

E: Módulo de elasticidad. **E :** 210000 MPa

G: Módulo de elasticidad transversal. **G :** 81000 MPa

L_{ky}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y. **L_{ky} :** 8.400 m

L_{kz}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z. **L_{kz} :** 12.000 m

L_{kt}: Longitud efectiva de pandeo por torsión. **L_{kt} :** 0.000 m

i₀: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión. **i₀ :** 17.18 cm

Siendo:

$$i_y : \underline{15.46} \quad \text{cm}$$



i_y, i_z : Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.

$$i_z : \underline{7.49} \text{ cm}$$

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.

$$y_0 : \underline{0.00} \text{ mm}$$

$$z_0 : \underline{0.00} \text{ mm}$$

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

Se debe satisfacer:

$$25.20 \leq 181.57 \checkmark$$

Donde:

h_w : Altura del alma.

$$h_w : \underline{315.00} \text{ mm}$$

t_w : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{12.50} \text{ mm}$$

A_w : Área del alma.

$$A_w : \underline{39.38} \text{ cm}^2$$

$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida.

$$A_{fc,ef} : \underline{67.50} \text{ cm}^2$$

k : Coeficiente que depende de la clase de la sección.

$$k : \underline{0.30}$$

E : Módulo de elasticidad.

$$E : \underline{210000} \text{ MPa}$$

f_{yf} : Límite elástico del acero del ala comprimida.

$$f_{yf} : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

Siendo:

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

Se debe satisfacer:

$$h : \underline{0.002} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 11.544 m del nudo N59, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(90°)H1.

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

$$N_{t,Ed} : \underline{9.92} \text{ kN}$$

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



$$N_{t,Rd} : \underline{4558.00} \text{ kN}$$

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra.	A : $\underline{180.60} \text{ cm}^2$
f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.	f_{yd} : $\underline{252.38} \text{ MPa}$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	f_y : $\underline{265.00} \text{ MPa}$
g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material.	g_{M0} : $\underline{1.05}$

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

Se debe satisfacer:

$$h : \underline{0.024} \quad \checkmark$$

$$h : \underline{0.102} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N59, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.9·V(0°)H2+1.5·N(ED).

N_{c,Ed}: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.	N_{c,Ed} : $\underline{108.25} \text{ kN}$
--	---

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

$$N_{c,Rd} : \underline{4558.00} \text{ kN}$$

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 : $\underline{1}$
A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.	A : $\underline{180.60} \text{ cm}^2$
f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.	f_{yd} : $\underline{252.38} \text{ MPa}$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	f_y : $\underline{265.00} \text{ MPa}$
g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material.	g_{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:

$$N_{b,Rd} : \underline{1058.23} \text{ kN}$$

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{180.60} \text{ cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

Siendo:

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

$$f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

g_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$g_{M1} : \underline{1.05}$$

c: Coeficiente de reducción por pandeo.

$$c_y : \underline{0.83}$$

$$c_z : \underline{0.23}$$

Siendo:

$$f_y : \underline{0.76}$$

$$f_z : \underline{2.53}$$

a: Coeficiente de imperfección elástica.

$$a_y : \underline{0.34}$$

$$a_z : \underline{0.49}$$

λ : Esbeltez reducida.

$$\lambda_y : \underline{0.61}$$

$$\lambda_z : \underline{1.81}$$

N_{cr} : Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

$$N_{cr} : \underline{1459.47} \text{ kN}$$

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$$N_{cr,y} : \underline{12686.55} \text{ kN}$$

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$$N_{cr,z} : \underline{1459.47} \text{ kN}$$

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} : \underline{\text{¥}}$$

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

Se debe satisfacer:

$$h : \underline{0.267} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:



Proyecto Estructural de edificio industrial de 1500m² situado en Mora de Rubielos

Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N59, para la combinación de acciones

$$1.35 \cdot PP + 1.05 \cdot Q1(C) + 1.5 \cdot V(180^\circ)H2 + 1.05 \cdot N(EI).$$

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{181.08} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N59, para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V(90^\circ)H1$.

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{149.54} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$M_{c,Rd} : \underline{677.14} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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.

$$W_{pl,y} : \underline{2683.00} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

Siendo:

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

$$f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

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

$$g_{M0} : \underline{1.05}$$

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 - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$h : \underline{0.056} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N59, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot V(0^\circ)H2 + 1.05 \cdot N(EI)$.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{14.62} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N59, para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V(180^\circ)H1$.

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{6.36} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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



$$M_{c,Rd} : \underline{260.46} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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} :** 1032.00 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd} :** 252.38 MPa

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y :** 265.00 MPa

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

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

Se debe satisfacer:

$$h : \underline{0.070} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N59, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.05·Q1(C)+1.5·V(180°)H2+1.05·N(EI).

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed} :** 62.04 kN

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

$$V_{c,Rd} : \underline{882.47} \text{ kN}$$

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. **A_v :** 60.56 cm²

Siendo:

h: Canto de la sección. **h :** 360.00 mm

t_w: Espesor del alma. **t_w :** 12.50 mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd} :** 252.38 MPa



Proyecto Estructural de edificio industrial de 1500m² situado en Mora de Rubielos

Siendo:

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

f_y : 265.00 MPa

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

g_{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:

$$20.88 < 65.92 \quad \checkmark$$

Donde:

I_w : Esbeltez del alma.

I_w : 20.88

$I_{m\acute{a}x}$: Esbeltez máxima.

$I_{m\acute{a}x}$: 65.92

e : Factor de reducción.

e : 0.94

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia.

f_{ref} : 235.00 MPa

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

f_y : 265.00 MPa

Resistencia a corte Y - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$h : \underline{0.001} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(0°)H2+1.05·N(EI).

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

V_{Ed} : 2.35 kN

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

$V_{c,Rd}$: 2057.82 kN

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

A_v : 141.23 cm²

Siendo:

A: Área de la sección bruta. **A:** 180.60 cm²**d:** Altura del alma. **d:** 315.00 mm**t_w:** Espesor del alma. **t_w:** 12.50 mm**f_{yd}:** Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}:** 252.38 MPa

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y:** 265.00 MPa**g_{M0}:** Coeficiente parcial de seguridad del material. **g_{M0}:** 1.05

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados - Temperatura ambiente (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}**.

62.04 kN £ **441.23 kN** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones

1.35·PP+1.05·Q1(C)+1.5·V(180°)H2+1.05·N(EI).

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}:** 62.04 kN

V_{c,Rd}: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. **V_{c,Rd}:** 882.47 kN

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados - Temperatura ambiente (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}**.

2.35 kN £ **1028.91 kN** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(0°)H2+1.05·N(EI).



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

$$V_{Ed} : \underline{2.35} \text{ kN}$$

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

$$V_{c,Rd} : \underline{2057.82} \text{ kN}$$

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

Se debe satisfacer:

$$h : \underline{0.337} \checkmark$$

$$h : \underline{0.325} \checkmark$$

$$h : \underline{0.310} \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N59, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.05·Q1(C)+1.5·V(0°)H2+1.05·N(EI).

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{c,Ed} : \underline{94.63} \text{ kN}$$

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{y,Ed}^+ : \underline{175.93} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{z,Ed}^+ : \underline{14.62} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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.

$$N_{pl,Rd} : \underline{4558.00} \text{ kN}$$

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{pl,Rd,y} : \underline{677.14} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{pl,Rd,z} : \underline{260.46} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A: Área de la sección bruta.

$$A : \underline{180.60} \text{ cm}^2$$

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$W_{pl,y} : \underline{2683.00} \text{ cm}^3$$

$$W_{pl,z} : \underline{1032.00} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

Siendo:

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

$$f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$



g_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$g_{M1} : \underline{1.05}$$

k_y, k_z : Coeficientes de interacción.

$$k_y : \underline{1.01}$$

$$k_z : \underline{1.13}$$

$C_{m,y}, C_{m,z}$: Factores de momento flector uniforme equivalente.

$$C_{m,y} : \underline{1.00}$$

$$C_{m,z} : \underline{1.00}$$

c_y, c_z : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$c_y : \underline{0.83}$$

$$c_z : \underline{0.23}$$

λ_y, λ_z : Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\lambda_y : \underline{0.61}$$

$$\lambda_z : \underline{1.81}$$

a_y, a_z : Factores dependientes de la clase de la sección.

$$a_y : \underline{0.60}$$

$$a_z : \underline{0.60}$$

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados - Temperatura ambiente (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 $1.35 \cdot PP + 1.05 \cdot Q1(C) + 1.5 \cdot V(180^\circ)H2 + 1.05 \cdot N(EI)$.

$$62.04 \text{ kN} \leq 441.23 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

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

$$V_{Ed,z} : \underline{62.04} \text{ kN}$$

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

$$V_{c,Rd,z} : \underline{882.47} \text{ kN}$$

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

Se debe satisfacer:

$$h < \underline{0.001} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(0°)H1.

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.01} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento torsor resistente de cálculo $M_{T,Rd}$ viene dado por:

$$M_{T,Rd} : \underline{18.94} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : \underline{130.00} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

Siendo:

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

$$f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

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

$$g_{M0} : \underline{1.05}$$

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

Se debe satisfacer:

$$h : \underline{0.024} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N59, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q1(C)+0.9·V(270°)H1+1.05·N(EI).

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

$$V_{Ed} : \underline{21.21} \text{ kN}$$

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$V_{pl,T,Rd} : \underline{882.41} \text{ kN}$$

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{pl,Rd} : \underline{882.47} \text{ kN}$$

$t_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión.

$$t_{T,Ed} : \underline{0.02} \text{ MPa}$$

Siendo:

$$\begin{aligned} \mathbf{W}_T: & \text{Módulo de resistencia a torsión.} & \mathbf{W}_T: & \underline{130.00} \text{ cm}^3 \\ \mathbf{f}_{yd}: & \text{Resistencia de cálculo del acero.} & \mathbf{f}_{yd}: & \underline{252.38} \text{ MPa} \end{aligned}$$

Siendo:

$$\begin{aligned} \mathbf{f}_y: & \text{Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} & \mathbf{f}_y: & \underline{265.00} \text{ MPa} \\ \mathbf{g}_{M0}: & \text{Coeficiente parcial de seguridad del material.} & \mathbf{g}_{M0}: & \underline{1.05} \end{aligned}$$

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

Se debe satisfacer:

$$\mathbf{h}: \underline{0.001} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones

$$1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot Q1(C) + 0.9 \cdot V(270^\circ)H1 + 1.05 \cdot N(EI).$$

$$\mathbf{V}_{Ed}: \text{Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.} \quad \mathbf{V}_{Ed}: \underline{1.12} \text{ kN}$$

$$\mathbf{M}_{T,Ed}: \text{Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.} \quad \mathbf{M}_{T,Ed}: \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $\mathbf{V}_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$$\mathbf{V}_{pl,T,Rd}: \underline{2057.68} \text{ kN}$$

Donde:

$$\begin{aligned} \mathbf{V}_{pl,Rd}: & \text{Esfuerzo cortante resistente de cálculo.} & \mathbf{V}_{pl,Rd}: & \underline{2057.82} \text{ kN} \\ \mathbf{t}_{T,Ed}: & \text{Tensiones tangenciales por torsión.} & \mathbf{t}_{T,Ed}: & \underline{0.02} \text{ MPa} \end{aligned}$$

Siendo:

$$\begin{aligned} \mathbf{W}_T: & \text{Módulo de resistencia a torsión.} & \mathbf{W}_T: & \underline{130.00} \text{ cm}^3 \\ \mathbf{f}_{yd}: & \text{Resistencia de cálculo del acero.} & \mathbf{f}_{yd}: & \underline{252.38} \text{ MPa} \end{aligned}$$

Siendo:

$$\begin{aligned} \mathbf{f}_y: & \text{Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} & \mathbf{f}_y: & \underline{265.00} \text{ MPa} \\ \mathbf{g}_{M0}: & \text{Coeficiente parcial de seguridad del material.} & \mathbf{g}_{M0}: & \underline{1.05} \end{aligned}$$



Perfil: IPE 400																														
Material: Acero (S275)																														
	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Nudos</th> <th rowspan="2">Longitud (m)</th> <th colspan="4">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> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>N2</td> <td>N5</td> <td>15.524</td> <td>84.50</td> <td>23130.00</td> <td>1318.00</td> <td>51.10</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)	N2	N5	15.524	84.50	23130.00	1318.00	51.10									
	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)																							
	N2	N5	15.524	84.50	23130.00	1318.00	51.10																							
	<p>Notas:</p> <p>⁽¹⁾ Inercia respecto al eje indicado</p> <p>⁽²⁾ Momento de inercia a torsión uniforme</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>15.520</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> <tr> <td>C₁</td> <td colspan="2">-</td> <td colspan="2">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	15.520	0.000	0.000	C _m	1.000	1.000	1.000	1.000	C ₁	-		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	15.520	0.000	0.000																									
C _m	1.000	1.000	1.000	1.000																										
C ₁	-		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> <p>C₁: Factor de modificación para el momento crítico</p>																														
<p>Situación de incendio</p> <p>Resistencia requerida: R 60</p> <p>Factor de forma: 186.27 m-1</p> <p>Temperatura máx. de la barra: 649.5 °C</p> <p>Pintura intumescente: 1.0 mm</p>																														

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - TEMPERATURA AMBIENTE															Estado
	φ	λ _w	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	
N2/N5	φ < 2.0 Cumple	λ _w ≤ λ _{w,máx} Cumple	x: 15.313 m η = 1.4	x: 0.154 m η = 1.2	x: 15.315 m η = 24.5	x: 6.218 m η = 30.7	x: 15.315 m η = 6.5	x: 0.154 m η = 1.3	η < 0.1	η < 0.1	x: 6.218 m η = 50.7	η < 0.1	η = 0.5	x: 15.315 m η = 3.6	x: 0.154 m η = 0.3	CUMPLE η = 50.7
Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - SITUACIÓN DE INCENDIO															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			
N2/N5	x: 15.313 m η = 1.3	x: 0.154 m η = 2.3	x: 15.315 m η = 28.4	x: 6.218 m η = 27.9	x: 15.315 m η = 7.5	x: 0.154 m η = 1.2	η < 0.1	η < 0.1	x: 6.218 m η = 49.3	η < 0.1	η = 0.4	x: 15.315 m η = 3.6	x: 0.154 m η = 0.4	CUMPLE η = 49.3		
<p>Notación:</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>V_Z: Resistencia a corte Z</p> <p>V_Y: Resistencia a corte Y</p> <p>M_YV_Z: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados</p> <p>M_ZV_Y: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados</p> <p>NM_YM_Z: Resistencia a flexión y axil combinados</p> <p>NM_YM_ZV_YV_Z: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados</p> <p>M_t: Resistencia a torsión</p> <p>M_tV_Z: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados</p> <p>M_tV_Y: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados</p> <p>x: Distancia al origen de la barra</p> <p>η: Coeficiente de aprovechamiento (%)</p>																

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

La esbeltez reducida φ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.



$$\phi : \underline{1.08} \quad \checkmark$$

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 :** 3

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A :** 84.50 cm²

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y :** 275.00 MPa

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico. **N_{cr} :** 1990.27 kN

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} :** 1990.27 kN

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. **N_{cr,z} :** ∞

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión. **N_{cr,T} :** ∞

Donde:

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. **I_y :** 23130.00 cm⁴

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. **I_z :** 1318.00 cm⁴

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme. **I_t :** 51.10 cm⁴

I_w: Constante de alabeo de la sección. **I_w :** 490000.00 cm⁶

E: Módulo de elasticidad. **E :** 210000 MPa

G: Módulo de elasticidad transversal. **G :** 81000 MPa

L_{ky}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y. **L_{ky} :** 15.520 m

L_{kz}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z. **L_{kz} :** 0.000 m

L_{kt}: Longitud efectiva de pandeo por torsión. **L_{kt} :** 0.000 m

i₀: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión. **i₀ :** 17.01 cm

Siendo:

i_y , i_z: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z. **i_y :** 16.54 cm

i_z : 3.95 cm

y₀ : 0.00 mm



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.

$$z_0 : \underline{0.00} \text{ mm}$$

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

Se debe satisfacer:

$$43.37 \leq 263.21 \quad \checkmark$$

Donde:

h_w : Altura del alma.

$$h_w : \underline{373.00} \text{ mm}$$

t_w : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{8.60} \text{ mm}$$

A_w : Área del alma.

$$A_w : \underline{32.08} \text{ cm}^2$$

$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida.

$$A_{fc,ef} : \underline{24.30} \text{ cm}^2$$

k : Coeficiente que depende de la clase de la sección.

$$k : \underline{0.30}$$

E : Módulo de elasticidad.

$$E : \underline{210000} \text{ MPa}$$

f_{yf} : Límite elástico del acero del ala comprimida.

$$f_{yf} : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

Siendo:

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.014} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 15.313 m del nudo N2, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(90°)H1+1.05·N(EI).

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

$$N_{t,Ed} : \underline{31.71} \text{ kN}$$

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

$$N_{t,Rd} : \underline{2213.10} \text{ kN}$$

Donde:

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

$$A : \underline{84.50} \text{ cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

$$f_y: \text{Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} \quad f_y: \underline{275.00} \text{ MPa}$$

$$Y_{M0}: \text{Coeficiente parcial de seguridad del material.} \quad Y_{M0}: \underline{1.05}$$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta: \underline{0.007} \quad \checkmark$$

$$\eta: \underline{0.012} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.154 m del nudo N2, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.05·Q1(C)+1.5·V(180°)H2+1.05·N(EI).

$$N_{c,Ed}: \text{Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.} \quad N_{c,Ed}: \underline{15.67} \text{ kN}$$

La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

$$N_{c,Rd}: \underline{2213.10} \text{ kN}$$

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:** 84.50 cm²

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd} :** 261.90 MPa

Siendo:

$$f_y: \text{Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} \quad f_y: \underline{275.00} \text{ MPa}$$

$$Y_{M0}: \text{Coeficiente parcial de seguridad del material.} \quad Y_{M0}: \underline{1.05}$$

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:

$$N_{b,Rd}: \underline{1348.66} \text{ kN}$$



Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : 84.50 cm²
f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : 261.90 MPa

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : 275.00 MPa
γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M1}** : 1.05

λ: Coeficiente de reducción por pandeo.

λ_y : 0.61

Siendo:

φ_y : 1.18

α: Coeficiente de imperfección elástica.

α_y : 0.21

φ: Esbeltez reducida.

φ_y : 1.08

N_{cr}: Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

N_{cr} : 1990.27 kN

N_{cr,y}: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

N_{cr,y} : 1990.27 kN

N_{cr,z}: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

N_{cr,z} : ∞

N_{cr,T}: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

N_{cr,T} : ∞

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

Se debe satisfacer:

η : 0.245 ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 15.315 m del nudo N2, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(90°)H1.

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

M_{Ed}⁺ : 37.01 kN·m

Para flexión negativa:



Proyecto Estructural de edificio industrial de 1500m^2 situado en Mora de Rubielos

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 15.315 m del nudo N2, para la combinación de acciones $1.35 \cdot \text{PP} + 0.9 \cdot \text{V}(0^\circ)\text{H2} + 1.5 \cdot \text{N}(\text{EI})$.

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{\text{Ed}}^- : \underline{83.92} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$M_{\text{c,Rd}} : \underline{342.31} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

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

$$W_{\text{pl,y}} : \underline{1307.00} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{\text{yd}} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

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

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

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

$$\gamma_{\text{M0}} : \underline{1.05}$$

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 - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.307} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 6.218 m del nudo N2, para la combinación de acciones $0.8 \cdot \text{PP} + 1.5 \cdot \text{V}(90^\circ)\text{H1}$.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{\text{Ed}}^+ : \underline{15.28} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 6.218 m del nudo N2, para la combinación de acciones $1.35 \cdot \text{PP} + 1.5 \cdot \text{V}(0^\circ)\text{H2} + 1.05 \cdot \text{N}(\text{EI})$.

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{\text{Ed}}^- : \underline{18.44} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$M_{\text{c,Rd}} : \underline{59.98} \text{ kN}\cdot\text{m}$$



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} :** 229.00 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd} :** 261.90 MPa

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y :** 275.00 MPa

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

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.065} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 15.315 m del nudo N2, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.9·V(0°)H2+1.5·N(EI).

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed} :** 41.73 kN

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

$$\mathbf{V_{c,Rd}} : \underline{646.14} \text{ kN}$$

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. **A_v :** 42.73 cm²

Siendo:

h: Canto de la sección. **h :** 400.00 mm

t_w: Espesor del alma. **t_w :** 8.60 mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd} :** 261.90 MPa

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y :** 275.00 MPa



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:

38.49 < 64.71 ✓

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma.

$\lambda_w : \underline{38.49}$

$\lambda_{m\acute{a}x}$: Esbeltez máxima.

$\lambda_{m\acute{a}x} : \underline{64.71}$

ϵ : Factor de reducción.

$\epsilon : \underline{0.92}$

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia.

$f_{ref} : \underline{235.00}$ MPa

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

$f_y : \underline{275.00}$ MPa

Resistencia a corte Y - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$\eta : \underline{0.013}$ ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.154 m del nudo N2, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(0°)H2+1.05·N(EI).

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

$V_{Ed} : \underline{10.30}$ kN

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

$V_{c,Rd} : \underline{792.68}$ kN

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

$A_v : \underline{52.42}$ cm²



Proyecto Estructural de edificio industrial de 1500m² situado en Mora de Rubielos

Siendo:

A: Área de la sección bruta.

A : 84.50 cm²

d: Altura del alma.

d : 373.00 mm

t_w: Espesor del alma.

t_w : 8.60 mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 261.90 MPa

Siendo:

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

f_y : 275.00 MPa

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

γ_{M0} : 1.05

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados - Temperatura ambiente (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}**.

$$38.89 \text{ kN} \leq 323.07 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+0.9·V(0°)H2+1.5·N(EI).

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

V_{Ed} : 38.89 kN

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

V_{c,Rd} : 646.14 kN

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados - Temperatura ambiente (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}**.

$$10.30 \text{ kN} \leq 396.34 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(0°)H2+1.05·N(EI).

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

V_{Ed} : 10.30 kN



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

Se debe satisfacer:

η : 0.507 ✓

η : 0.499 ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 6.218 m del nudo N2, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(0°)H2+1.05·N(EI).

Donde:

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

$N_{t,Ed}$: 9.27 kN

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.

$M_{y,Ed}^+$: 66.73 kN·m

$M_{z,Ed}^-$: 18.44 kN·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 tracción.

$N_{pl,Rd}$: 2213.10 kN

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

$M_{pl,Rd,y}$: 342.31 kN·m

$M_{pl,Rd,z}$: 59.98 kN·m

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.1)

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

$M_{ef,Ed}$: 65.59 kN·m

Siendo:

$\sigma_{com,Ed}$: Tensión combinada en la fibra extrema comprimida.

$\sigma_{com,Ed}$: 50.18 MPa

$W_{y,com}$: Módulo resistente de la sección referido a la fibra extrema comprimida, alrededor del eje Y.

$W_{y,com}$: 1307.00 cm³

A: Área de la sección bruta.

A : 84.50 cm²

$M_{b,Rd,y}$: Momento flector resistente de cálculo.

$M_{b,Rd,y}$: 342.31 kN·m



Resistencia a flexión, axil y cortante combinados - Temperatura ambiente (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 $1.35 \cdot PP + 0.9 \cdot V(0^\circ)H2 + 1.5 \cdot N(EI)$.

$$38.89 \text{ kN} \leq 323.07 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

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

$$V_{Ed,z} : \underline{38.89} \text{ kN}$$

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

$$V_{c,Rd,z} : \underline{646.14} \text{ kN}$$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.005} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V(0^\circ)H2 + 1.05 \cdot N(EI)$.

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.03} \text{ kN} \cdot \text{m}$$

El momento torsor resistente de cálculo $M_{T,Rd}$ viene dado por:

$$M_{T,Rd} : \underline{5.72} \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Donde:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : \underline{37.85} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

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

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

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

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


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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.036} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 15.315 m del nudo N2, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q1(C)+0.9·V(270°)H1+1.05·N(EI).

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

$$V_{Ed} : \underline{23.49} \text{ kN}$$

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.01} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$V_{pl,T,Rd} : \underline{645.74} \text{ kN}$$

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{pl,Rd} : \underline{646.14} \text{ kN}$$

$T_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión.

$$T_{T,Ed} : \underline{0.24} \text{ MPa}$$

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : \underline{37.85} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

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

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

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

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

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.003} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.154 m del nudo N2, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q1(C)+0.9·V(270°)H1+1.05·N(EI).



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

$V_{Ed} : \underline{2.18} \text{ kN}$

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$M_{T,Ed} : \underline{0.01} \text{ kN}\cdot\text{m}$

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

$V_{pl,T,Rd} : \underline{792.18} \text{ kN}$

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$V_{pl,Rd} : \underline{792.68} \text{ kN}$

$\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión.

$\tau_{T,Ed} : \underline{0.24} \text{ MPa}$

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

$W_T : \underline{37.85} \text{ cm}^3$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$

Siendo:

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

$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$

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

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

Barra N61/N127

Perfil: IPE 270																														
Material: Acero (S275)																														
	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Nudos</th> <th rowspan="2">Longitud (m)</th> <th colspan="4">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> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>N61</td> <td>N127</td> <td>15.000</td> <td>45.90</td> <td>5790.00</td> <td>420.00</td> <td>15.90</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)	N61	N127	15.000	45.90	5790.00	420.00	15.90									
	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)																							
	N61	N127	15.000	45.90	5790.00	420.00	15.90																							
	<p>Notas:</p> <p>⁽¹⁾ Inercia respecto al eje indicado</p> <p>⁽²⁾ Momento de inercia a torsión uniforme</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>15.000</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> <tr> <td>C_1</td> <td colspan="2">-</td> <td colspan="2">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	15.000	0.000	0.000	C_m	1.000	1.000	1.000	1.000	C_1	-		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	15.000	0.000	0.000																									
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000																										
C_1	-		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> <p>C_1: Factor de modificación para el momento crítico</p>																														
<p>Situación de incendio</p> <p>Resistencia requerida: R 60</p> <p>Factor de forma: 242.38 m⁻¹</p> <p>Temperatura máx. de la barra: 674.5 °C</p> <p>Pintura intumescente: 1.2 mm</p>																														



Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - TEMPERATURA AMBIENTE														Estado	
	ϕ	λ_w	N_t	N_c	M_Y	M_Z	V_Z	V_Y	$M_Y V_Z$	$M_Z V_Y$	$N M_Y M_Z$	$N M_Y M_Z V_Y V_Z$	M_t	$M_t V_Z$		$M_t V_Y$
N61/N127	$\phi < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 1.2$	$\eta = 0.3$	x: 14.85 m $\eta = 17.6$	x: 0.2 m $\eta = 4.7$	x: 14.85 m $\eta = 1.6$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 14.85 m $\eta = 19.7$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.1$	x: 14.85 m $\eta = 1.2$	$\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 19.7$
Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - SITUACIÓN DE INCENDIO														Estado	
	N_t	N_c	M_Y	M_Z	V_Z	V_Y	$M_Y V_Z$	$M_Z V_Y$	$N M_Y M_Z$	$N M_Y M_Z V_Y V_Z$	M_t	$M_t V_Z$	$M_t V_Y$			
N61/N127	$\eta = 1.7$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 14.85 m $\eta = 28.9$	x: 0.2 m $\eta = 5.2$	x: 14.85 m $\eta = 3.2$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 14.85 m $\eta = 31.6$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.1$	x: 14.85 m $\eta = 2.7$	$\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 31.6$		

Comprobaciones que no proceden (N.P.):
⁽¹⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.

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
 $M_Y V_Z$: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados
 $M_Z V_Y$: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados
 $N M_Y M_Z$: Resistencia a flexión y axil combinados
 $N M_Y M_Z V_Y V_Z$: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados
 M_t : Resistencia a torsión
 $M_t V_Z$: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados
 $M_t V_Y$: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados
x: Distancia al origen de la barra
 η : Coeficiente de aprovechamiento (%)
N.P.: No procede

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

La esbeltez reducida ϕ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

ϕ : 1.54 ✓

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 : 45.90 cm²

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

f_y : 275.00 MPa

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico.

N_{cr} : 533.35 kN

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} : 533.35 kN

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

N_{cr,z} : ∞

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} : \infty$$

Donde:

I_y : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.	$I_y : 5790.00 \text{ cm}^4$
I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.	$I_z : 420.00 \text{ cm}^4$
I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.	$I_t : 15.90 \text{ cm}^4$
I_w : Constante de alabeo de la sección.	$I_w : 70600.00 \text{ cm}^6$
E: Módulo de elasticidad.	$E : 210000 \text{ MPa}$
G: Módulo de elasticidad transversal.	$G : 81000 \text{ MPa}$
L_{ky} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.	$L_{ky} : 15.000 \text{ m}$
L_{kz} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.	$L_{kz} : 0.000 \text{ m}$
L_{kt} : Longitud efectiva de pandeo por torsión.	$L_{kt} : 0.000 \text{ m}$
i_0 : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.	$i_0 : 11.63 \text{ cm}$

Siendo:

i_y, i_z : Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.	$i_y : 11.23 \text{ cm}$
	$i_z : 3.02 \text{ cm}$
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.	$y_0 : 0.00 \text{ mm}$
	$z_0 : 0.00 \text{ mm}$

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

Se debe satisfacer:

$$37.82 \leq 250.57 \checkmark$$

Donde:

h_w : Altura del alma.	$h_w : 249.60 \text{ mm}$
t_w : Espesor del alma.	$t_w : 6.60 \text{ mm}$
A_w : Área del alma.	$A_w : 16.47 \text{ cm}^2$
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida.	$A_{fc,ef} : 13.77 \text{ cm}^2$



Proyecto Estructural de edificio industrial de $1500m^2$ situado en Mora de Rubielos

k: Coeficiente que depende de la clase de la sección.

E: Módulo de elasticidad.

f_{yt}: Límite elástico del acero del ala comprimida.

Siendo:

$$k : \underline{0.30}$$

$$E : \underline{210000} \text{ MPa}$$

$$f_{yt} : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.012} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 0.9 \cdot V(0^\circ)H2 + 1.5 \cdot N(EI)$.

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

$$N_{t,Ed} : \underline{13.90} \text{ kN}$$

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

$$N_{t,Rd} : \underline{1202.14} \text{ kN}$$

Donde:

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

$$A : \underline{45.90} \text{ cm}^2$$

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

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

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

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

$$Y_{M0} : \underline{1.05}$$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.001} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.003} \quad \checkmark$$



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(180°)H1.

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{c,Ed} : \underline{1.47} \text{ kN}$$

La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

$$N_{c,Rd} : \underline{1202.14} \text{ kN}$$

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.

$$A : \underline{45.90} \text{ cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

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

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

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:

$$N_{b,Rd} : \underline{428.80} \text{ kN}$$

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{45.90} \text{ cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

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

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

λ : Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\lambda_y : \underline{0.36}$$

Siendo:

$$\phi_y : \underline{1.82}$$



Proyecto Estructural de edificio industrial de 1500m² situado en Mora de Rubielos

Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

α : Coeficiente de imperfección elástica.

α_y : 0.21

ϕ : Esbeltez reducida.

ϕ_y : 1.54

N_{cr} : Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

N_{cr} : 533.35 kN

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$N_{cr,y}$: 533.35 kN

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$N_{cr,z}$: ∞

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$N_{cr,T}$: ∞

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

Se debe satisfacer:

η : 0.176 ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 14.850 m del nudo N154, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(180°)H1.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

M_{Ed}^+ : 0.50 kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 14.850 m del nudo N154, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(0°)H2+1.05·N(EI).

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

M_{Ed}^- : 22.26 kN·m

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

$M_{c,Rd}$: 126.76 kN·m

Donde:

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

Clase: 1

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

$W_{pl,y}$: 484.00 cm³

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 261.90 MPa

Siendo:

 f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 275.00 MPa 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 - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

η : 0.047 ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.200 m del nudo N154, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(90°)H1.

 M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^+ : 0.96 kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.200 m del nudo N154, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(0°)H2+1.05·N(EI).

 M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^- : 1.20 kN·mEl momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por: $M_{c,Rd}$: 25.40 kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.**Clase:** 1 $W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,z}$: 97.00 cm³ f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 261.90 MPa

Siendo:

 f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 275.00 MPa γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.05

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.016} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 14.850 m del nudo N154, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot V(0^\circ)H2 + 1.05 \cdot N(EI)$.

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

$$V_{Ed} : \underline{5.43} \text{ kN}$$

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

$$V_{c,Rd} : \underline{334.07} \text{ kN}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{22.09} \text{ cm}^2$$

Siendo:

h : Canto de la sección.

$$h : \underline{270.00} \text{ mm}$$

t_w : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{6.60} \text{ mm}$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

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

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

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:

$$33.27 < 64.71 \quad \checkmark$$

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma.

$$\lambda_w : \underline{33.27}$$

$\lambda_{m\acute{a}x}$: Esbeltez máxima.

$$\lambda_{m\acute{a}x} : \underline{64.71}$$

ϵ : Factor de reducción.

$$\epsilon : \underline{0.92}$$

Siendo:

 f_{ref} : Límite elástico de referencia.

$f_{ref} : \underline{235.00} \text{ MPa}$

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

$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$

Resistencia a corte Y - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$\eta < \underline{0.001} \quad \checkmark$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(0°)H2+1.05·N(EI).

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

$V_{Ed} : \underline{0.06} \text{ kN}$

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

$V_{c,Rd} : \underline{444.96} \text{ kN}$

Donde:

 A_v : Área transversal a cortante.

$A_v : \underline{29.43} \text{ cm}^2$

Siendo:

 A : Área de la sección bruta.

$A : \underline{45.90} \text{ cm}^2$

 d : Altura del alma.

$d : \underline{249.60} \text{ mm}$

 t_w : Espesor del alma.

$t_w : \underline{6.60} \text{ mm}$

 f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$

Siendo:

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

$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$

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

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

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



Proyecto Estructural de edificio industrial de $1500m^2$ situado en Mora de Rubielos

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 $V_{c,Rd}$.

$$4.19 \text{ kN} \leq 167.04 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot V(180^\circ)H1$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed} : \underline{4.19} \text{ kN}$

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd} : \underline{334.07} \text{ kN}$

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados - Temperatura ambiente (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 $V_{c,Rd}$.

$$0.06 \text{ kN} \leq 222.48 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V(0^\circ)H2 + 1.05 \cdot N(EI)$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed} : \underline{0.06} \text{ kN}$

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd} : \underline{444.96} \text{ kN}$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.197} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.178} \quad \checkmark$$



Proyecto Estructural de edificio industrial de 1500m² situado en Mora de Rubielos

Los esfuerzos solicitantes de cálculo p^{ésimos} se producen en un punto situado a una distancia de 14.850 m del nudo N154, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(0°)H2+1.05·N(EI).

Donde:

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo p ^{ésimo} .	$N_{t,Ed} : \underline{12.58} \text{ kN}$
$M_{y,Ed}, M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo p ^{ésimos} , según los ejes Y y Z, respectivamente.	$M_{y,Ed} : \underline{22.26} \text{ kN}\cdot\text{m}$ $M_{z,Ed} : \underline{0.28} \text{ kN}\cdot\text{m}$
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 : $\underline{1}$
$N_{pl,Rd}$: Resistencia a tracción.	$N_{pl,Rd} : \underline{1202.14} \text{ kN}$
$M_{pl,Rd,y}, M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.	$M_{pl,Rd,y} : \underline{126.76} \text{ kN}\cdot\text{m}$ $M_{pl,Rd,z} : \underline{25.40} \text{ kN}\cdot\text{m}$
Resistencia a pandeo : (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.1)	
$M_{ef,Ed}$: Momento flector solicitante de cálculo p ^{ésimo} .	$M_{ef,Ed} : \underline{-21.20} \text{ kN}\cdot\text{m}$

Siendo:

$\sigma_{com,Ed}$: Tensión combinada en la fibra extrema comprimida.	$\sigma_{com,Ed} : \underline{43.81} \text{ MPa}$
$W_{y,com}$: Módulo resistente de la sección referido a la fibra extrema comprimida, alrededor del eje Y.	$W_{y,com} : \underline{484.00} \text{ cm}^3$
A: Área de la sección bruta.	$A : \underline{45.90} \text{ cm}^2$
$M_{b,Rd,y}$: Momento flector resistente de cálculo.	$M_{b,Rd,y} : \underline{126.76} \text{ kN}\cdot\text{m}$

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados - Temperatura ambiente (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 p^{ésimo} V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo p^{ésimos} se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(180°)H1.

$$4.19 \text{ kN} \leq 167.04 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo p ^{ésimo} .	$V_{Ed,z} : \underline{4.19} \text{ kN}$
$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.	$V_{c,Rd,z} : \underline{334.07} \text{ kN}$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.001} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(90°)H1.

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento torsor resistente de cálculo $M_{T,Rd}$ viene dado por:

$$M_{T,Rd} : \underline{2.36} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : \underline{15.59} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

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

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

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

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

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.012} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 14.850 m del nudo N154, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q1(C)+0.9·V(180°)H2+1.05·N(EI).

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

$$V_{Ed} : \underline{4.16} \text{ kN}$$

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$V_{pl,T,Rd} : \underline{334.02} \text{ kN}$$



Proyecto Estructural de edificio industrial de 1500m² situado en Mora de Rubielos

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{pl,Rd} : \underline{334.07} \text{ kN}$$

$T_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión.

$$T_{T,Ed} : \underline{0.06} \text{ MPa}$$

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : \underline{15.59} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

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

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

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

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

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

Se debe satisfacer:

$$\eta < \underline{0.001} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones

$$1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot Q1(C) + 0.9 \cdot V(180^\circ)H2 + 1.05 \cdot N(EI).$$

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

$$V_{Ed} : \underline{0.03} \text{ kN}$$

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$V_{pl,T,Rd} : \underline{444.89} \text{ kN}$$

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{pl,Rd} : \underline{444.96} \text{ kN}$$

$T_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión.

$$T_{T,Ed} : \underline{0.06} \text{ MPa}$$

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : \underline{15.59} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

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

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$



Barra N2/N124

Perfil: IPE 270		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)
	N2	N124	15.000	45.90	5790.00	420.00	15.90
	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	0.00	1.00	0.00	0.00		
	L _K	0.000	15.000	0.000	0.000		
C _m	1.000	1.000	1.000	1.000			
C ₁	-		1.000				
Notación:							
β : Coeficiente de pandeo							
L _K : Longitud de pandeo (m)							
C _m : Coeficiente de momentos							
C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico							
Situación de incendio							
Resistencia requerida: R 60							
Factor de forma: 242.38 m-1							
Temperatura máx. de la barra: 674.5 °C							
Pintura intumescente: 1.2 mm							

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - TEMPERATURA AMBIENTE													Estado		
	ϕ	λ_w	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
N2/N124	$\phi < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 0.4$	$\eta = 3.4$	x: 14.85 m $\eta = 18.1$	x: 1.047 m $\eta = 24.8$	x: 14.85 m $\eta = 1.8$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 1.047 m $\eta = 35.1$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.1$	x: 14.85 m $\eta = 1.3$	$\eta = 0.1$	CUMPLE $\eta = 35.1$
Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - SITUACIÓN DE INCENDIO													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			
N2/N124	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	$\eta = 8.0$	x: 14.85 m $\eta = 29.0$	x: 1.047 m $\eta = 27.2$	x: 14.85 m $\eta = 3.3$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 14.85 m $\eta = 40.3$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.1$	x: 14.85 m $\eta = 2.7$	$\eta = 0.1$	CUMPLE $\eta = 40.3$		

Comprobaciones que no proceden (N.P.):

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

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

x: Distancia al origen de la barra

η : Coeficiente de aprovechamiento (%)

N.P.: No procede



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

La esbeltez reducida ϕ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

$$\phi : \underline{1.54} \quad \checkmark$$

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.

$$\text{Clase} : \underline{2}$$

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{45.90} \text{ cm}^2$$

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

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico.

$$N_{cr} : \underline{533.35} \text{ kN}$$

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.

$$N_{cr,y} : \underline{533.35} \text{ kN}$$

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$$N_{cr,z} : \underline{\infty}$$

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} : \underline{\infty}$$

Donde:

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.

$$I_y : \underline{5790.00} \text{ cm}^4$$

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.

$$I_z : \underline{420.00} \text{ cm}^4$$

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme.

$$I_t : \underline{15.90} \text{ cm}^4$$

I_w: Constante de alabeo de la sección.

$$I_w : \underline{70600.00} \text{ cm}^6$$

E: Módulo de elasticidad.

$$E : \underline{210000} \text{ MPa}$$

G: Módulo de elasticidad transversal.

$$G : \underline{81000} \text{ MPa}$$

L_{ky}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.

$$L_{ky} : \underline{15.000} \text{ m}$$

L_{kz}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.

$$L_{kz} : \underline{0.000} \text{ m}$$

L_{kt}: Longitud efectiva de pandeo por torsión.

$$L_{kt} : \underline{0.000} \text{ m}$$

i₀: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.

$$i_0 : \underline{11.63} \text{ cm}$$

Siendo:



i_y, i_z : Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.	i_y : <u>11.23</u> cm
	i_z : <u>3.02</u> 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 : <u>0.00</u> mm
	z_0 : <u>0.00</u> mm

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

Se debe satisfacer:

$$37.82 \leq 250.57 \quad \checkmark$$

Donde:

h_w : Altura del alma.	h_w : <u>249.60</u> mm
t_w : Espesor del alma.	t_w : <u>6.60</u> mm
A_w : Área del alma.	A_w : <u>16.47</u> cm ²
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida.	$A_{fc,ef}$: <u>13.77</u> cm ²
k : Coeficiente que depende de la clase de la sección.	k : <u>0.30</u>
E : Módulo de elasticidad.	E : <u>210000</u> MPa
f_{yf} : Límite elástico del acero del ala comprimida.	f_{yf} : <u>275.00</u> MPa
Siendo:	

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.004} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(180°)H1.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.	$N_{t,Ed}$: <u>5.10</u> kN
--	-----------------------------

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

$$N_{t,Rd} : \underline{1202.14} \text{ kN}$$



Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. **A:** 45.90 cm²
f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}:** 261.90 MPa

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y:** 275.00 MPa
γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}:** 1.05

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.012} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.034} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(0°)H2+1.05·N(ED).

N_{c,Ed}: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. **N_{c,Ed}:** 14.39 kN

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

$$\mathbf{N_{c,Rd}} : \underline{1202.14} \text{ kN}$$

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:** 45.90 cm²
f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}:** 261.90 MPa

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y:** 275.00 MPa
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:

$$N_{b,Rd} : \underline{428.80 \text{ kN}}$$

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{45.90 \text{ cm}^2}$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.90 \text{ MPa}}$$

Siendo:

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

$$f_y : \underline{275.00 \text{ MPa}}$$

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

$$\gamma_{MI} : \underline{1.05}$$

λ : Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\lambda_y : \underline{0.36}$$

Siendo:

$$\phi_y : \underline{1.82}$$

α : Coeficiente de imperfección elástica.

$$\alpha_y : \underline{0.21}$$

ϕ : Esbeltez reducida.

$$\phi_y : \underline{1.54}$$

N_{cr} : Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

$$N_{cr} : \underline{533.35 \text{ kN}}$$

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$$N_{cr,y} : \underline{533.35 \text{ kN}}$$

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$$N_{cr,z} : \underline{\infty}$$

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} : \underline{\infty}$$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.181} \quad \checkmark$$



Proyecto Estructural de edificio industrial de 1500m² situado en Mora de Rubielos

Para flexión positiva:

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

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

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 14.850 m del nudo N2, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.9·V(0°)H2+1.5·N(EI).

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{22.92} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$M_{c,Rd} : \underline{126.76} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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.

$$W_{pl,y} : \underline{484.00} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

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

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

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 - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.248} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 1.047 m del nudo N2, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(90°)H1.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{5.10} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 1.047 m del nudo N2, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(0°)H2+1.05·N(EI).

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{6.30} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Proyecto Estructural de edificio industrial de 1500m² situado en Mora de Rubielos

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

$$M_{c,Rd} : \underline{25.40} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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.

$$W_{pl,z} : \underline{97.00} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

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

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

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

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

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.018} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 14.850 m del nudo N2, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.9·V(0°)H2+1.5·N(EI).

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

$$V_{Ed} : \underline{5.86} \text{ kN}$$

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

$$V_{c,Rd} : \underline{334.07} \text{ kN}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{22.09} \text{ cm}^2$$

Siendo:

h : Canto de la sección.

$$h : \underline{270.00} \text{ mm}$$

t_w : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{6.60} \text{ mm}$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

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

$f_y : \underline{275.00 \text{ MPa}}$

 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:

$33.27 < 64.71$ ✓

Donde:

 λ_w : Esbeltez del alma.

$\lambda_w : \underline{33.27}$

 $\lambda_{m\acute{a}x}$: Esbeltez máxima.

$\lambda_{m\acute{a}x} : \underline{64.71}$

 ϵ : Factor de reducción.

$\epsilon : \underline{0.92}$

Siendo:

 f_{ref} : Límite elástico de referencia.

$f_{ref} : \underline{235.00 \text{ MPa}}$

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

$f_y : \underline{275.00 \text{ MPa}}$

Resistencia a corte Y - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$\eta : \underline{0.001}$ ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(0°)H2+1.05·N(ED).

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

$V_{Ed} : \underline{0.50 \text{ kN}}$

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

$V_{c,Rd} : \underline{444.96 \text{ kN}}$

Donde:



A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{29.43} \text{ cm}^2$$

Siendo:

A : Área de la sección bruta.

$$A : \underline{45.90} \text{ cm}^2$$

d : Altura del alma.

$$d : \underline{249.60} \text{ mm}$$

t_w : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{6.60} \text{ mm}$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

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

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

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

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

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados - Temperatura ambiente (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 $V_{c,Rd}$.

$$4.21 \text{ kN} \leq 167.04 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot V(180^\circ)H1$.

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

$$V_{Ed} : \underline{4.21} \text{ kN}$$

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

$$V_{c,Rd} : \underline{334.07} \text{ kN}$$

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados - Temperatura ambiente (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 $V_{c,Rd}$.

$$0.50 \text{ kN} \leq 222.48 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot V(0^\circ)H2 + 1.05 \cdot N(EI)$.



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

$$V_{Ed} : \underline{0.50} \text{ kN}$$

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

$$V_{c,Rd} : \underline{444.96} \text{ kN}$$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.351} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.274} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.315} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 1.047 m del nudo N2, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(0°)H2+1.05·N(ED).

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{c,Ed} : \underline{12.95} \text{ kN}$$

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{y,Ed}^+ : \underline{11.89} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{z,Ed}^- : \underline{6.27} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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.

$$N_{pl,Rd} : \underline{1202.14} \text{ kN}$$

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{pl,Rd,y} : \underline{126.76} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{pl,Rd,z} : \underline{25.40} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A : Área de la sección bruta.

$$A : \underline{45.90} \text{ cm}^2$$

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$W_{pl,y} : \underline{484.00} \text{ cm}^3$$

$$W_{pl,z} : \underline{97.00} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

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

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$



γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

k_y, k_z : Coeficientes de interacción.

$$k_y : \underline{1.02}$$

$$k_z : \underline{1.00}$$

$C_{m,y}, C_{m,z}$: Factores de momento flector uniforme equivalente.

$$C_{m,y} : \underline{1.00}$$

$$C_{m,z} : \underline{1.00}$$

λ_y, λ_z : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\lambda_y : \underline{0.36}$$

$$\lambda_z : \underline{1.00}$$

ϕ_y, ϕ_z : Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\phi_y : \underline{1.54}$$

$$\phi_z : \underline{0.00}$$

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 - Temperatura ambiente (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·PP+1.5·V(180°)H1.

$$4.21 \text{ kN} \leq 167.04 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

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

$$V_{Ed,z} : \underline{4.21} \text{ kN}$$

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

$$V_{c,Rd,z} : \underline{334.07} \text{ kN}$$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.001} \quad \checkmark$$



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(90°)H1.

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento torsor resistente de cálculo $M_{T,Rd}$ viene dado por:

$$M_{T,Rd} : \underline{2.36} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : \underline{15.59} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

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

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

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

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

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.013} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 14.850 m del nudo N2, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q1(C)+0.9·V(90°)H1+1.05·N(EI).

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

$$V_{Ed} : \underline{4.34} \text{ kN}$$

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$V_{pl,T,Rd} : \underline{333.97} \text{ kN}$$

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{pl,Rd} : \underline{334.07} \text{ kN}$$

$\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión.

$$\tau_{T,Ed} : \underline{0.11} \text{ MPa}$$

Siendo:

$$\begin{aligned} W_T: \text{Módulo de resistencia a torsión.} & & W_T: \underline{15.59} \text{ cm}^3 \\ f_{yd}: \text{Resistencia de cálculo del acero.} & & f_{yd}: \underline{261.90} \text{ MPa} \end{aligned}$$

Siendo:

$$\begin{aligned} f_y: \text{Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} & & f_y: \underline{275.00} \text{ MPa} \\ \gamma_{M0}: \text{Coeficiente parcial de seguridad del material.} & & \gamma_{M0}: \underline{1.05} \end{aligned}$$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta: \underline{0.001} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q1(C)+0.9·V(90°)H1+1.05·N(EI).

$$V_{Ed}: \text{Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.} \quad V_{Ed}: \underline{0.24} \text{ kN}$$

$$M_{T,Ed}: \text{Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.} \quad M_{T,Ed}: \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$V_{pl,T,Rd}: \underline{444.83} \text{ kN}$$

Donde:

$$\begin{aligned} V_{pl,Rd}: \text{Esfuerzo cortante resistente de cálculo.} & & V_{pl,Rd}: \underline{444.96} \text{ kN} \\ T_{T,Ed}: \text{Tensiones tangenciales por torsión.} & & T_{T,Ed}: \underline{0.11} \text{ MPa} \end{aligned}$$

Siendo:

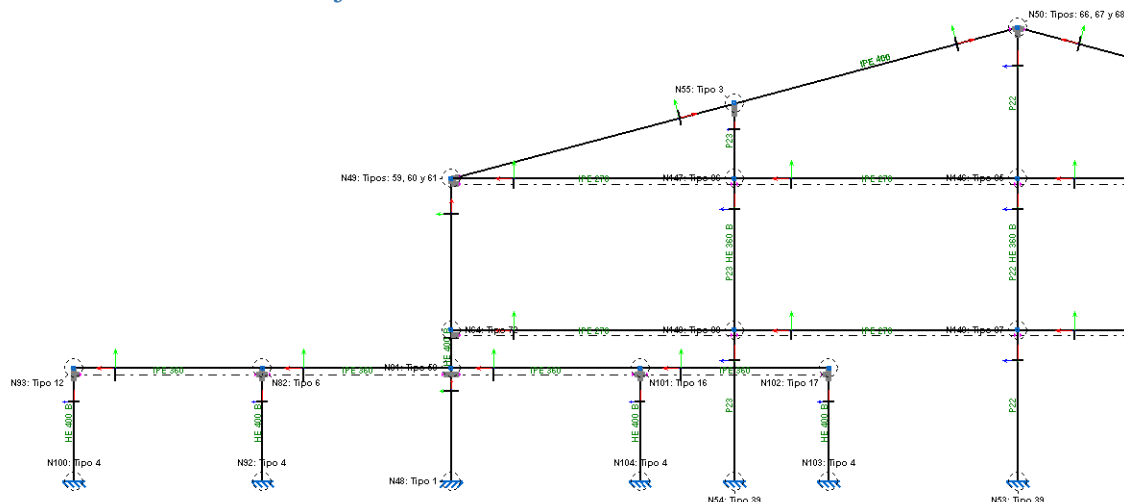
$$\begin{aligned} W_T: \text{Módulo de resistencia a torsión.} & & W_T: \underline{15.59} \text{ cm}^3 \\ f_{yd}: \text{Resistencia de cálculo del acero.} & & f_{yd}: \underline{261.90} \text{ MPa} \end{aligned}$$

Siendo:

$$\begin{aligned} f_y: \text{Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} & & f_y: \underline{275.00} \text{ MPa} \\ \gamma_{M0}: \text{Coeficiente parcial de seguridad del material.} & & \gamma_{M0}: \underline{1.05} \end{aligned}$$



4.4 Pórtico trasero + Forjado secundario



4.4.1 GEOMETRÍA

4.4.1.1 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				Indeformable origen	Deformable	Indeformable extremo				
Acero laminado	S275	N48/N81	N48/N49	HE 400 B (HEB)	-	3.000	-	1.87	3.73	-	-
		N81/N64	N48/N49	HE 400 B (HEB)	-	1.000	-	5.60	11.20	-	-
		N64/N49	N48/N49	HE 400 B (HEB)	-	3.846	0.154	1.40	2.80	-	-
		N49/N55	N49/N50	IPE 400 (IPE)	0.207	7.555	-	0.00	1.00	-	-
		N55/N50	N49/N50	IPE 400 (IPE)	-	7.606	0.156	0.00	1.00	-	-
		N53/N149	N53/N50	HE 360 B (HEB)	-	4.000	-	1.00	2.10	-	-
		N149/N146	N53/N50	HE 360 B (HEB)	-	4.000	-	1.00	2.10	-	-
		N146/N50	N53/N50	HE 360 B (HEB)	-	3.730	0.270	1.00	2.10	-	-
		N54/N148	N54/N55	HE 360 B (HEB)	-	4.000	-	1.00	2.10	-	-
		N148/N147	N54/N55	HE 360 B (HEB)	-	4.000	-	1.00	2.10	-	-
		N147/N55	N54/N55	HE 360 B (HEB)	-	1.640	0.360	1.00	4.20	-	-
		N81/N82	N81/N82	IPE 360 (IPE)	0.200	4.650	0.150	0.00	1.00	-	-
		N92/N82	N92/N82	HE 400 B (HEB)	-	2.640	0.360	0.70	1.40	-	-
		N82/N93	N82/N93	IPE 360 (IPE)	0.150	4.700	0.150	0.00	1.00	-	-



Descripción											
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)			β_{xy}	β_{xz}	Lb _{Sup.} (m)	Lb _{Inf.} (m)
Tipo	Designación				Indeformable origen	Deformable	Indeformable extremo				
		N100/N93	N100/N93	HE 400 B (HEB)	-	2.640	0.360	0.70	1.40	-	-
		N101/N81	N101/N81	IPE 360 (IPE)	0.150	4.650	0.200	0.00	1.00	-	-
		N102/N101	N102/N101	IPE 360 (IPE)	0.150	4.700	0.150	0.00	1.00	-	-
		N103/N102	N103/N102	HE 400 B (HEB)	-	2.640	0.360	0.70	1.40	-	-
		N104/N101	N104/N101	HE 400 B (HEB)	-	2.640	0.360	0.70	1.40	-	-
		N148/N64	N148/N64	IPE 270 (IPE)	-	7.300	0.200	0.00	1.00	-	-
		N149/N148	N149/N148	IPE 270 (IPE)	-	7.500	-	0.00	1.00	-	-
		N146/N147	N146/N147	IPE 270 (IPE)	-	7.500	-	0.00	1.00	-	-
		N147/N49	N147/N49	IPE 270 (IPE)	-	7.300	0.200	0.00	1.00	-	-

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

4.4.2 CARGAS

Referencias:

'P1', 'P2':

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

'L1', 'L2':

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

Unidades:

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



4.4.3 RESULTADOS

4.4.3.1 Barras

4.4.3.1.1 Esfuerzos

Esfuerzos en barras, por hipótesis											
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.377 m	0.754 m	0.943 m	1.320 m	1.697 m	2.074 m	2.263 m	2.640 m
N100/N93	Peso propio	N	-22.984	-22.410	-21.835	-21.548	-20.974	-20.399	-19.825	-19.537	-18.963
		Vy	1.808	1.808	1.808	1.808	1.808	1.808	1.808	1.808	1.808
		Vz	-0.873	-0.873	-0.873	-0.873	-0.873	-0.873	-0.873	-0.873	-0.873
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	-0.49	-0.16	0.17	0.33	0.66	0.99	1.32	1.48	1.81
		Mz	1.27	0.59	-0.10	-0.44	-1.12	-1.80	-2.48	-2.82	-3.50
	Q 1 (Uso C)	N	-30.301	-30.301	-30.301	-30.301	-30.301	-30.301	-30.301	-30.301	-30.301
		Vy	3.691	3.691	3.691	3.691	3.691	3.691	3.691	3.691	3.691
		Vz	-1.384	-1.384	-1.384	-1.384	-1.384	-1.384	-1.384	-1.384	-1.384
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	-0.78	-0.26	0.27	0.53	1.05	1.57	2.09	2.35	2.88
		Mz	3.27	1.87	0.48	-0.21	-1.61	-3.00	-4.39	-5.09	-6.48
	Q 1 (Uso G1)	N	0.176	0.176	0.176	0.176	0.176	0.176	0.176	0.176	0.176
		Vy	-0.441	-0.441	-0.441	-0.441	-0.441	-0.441	-0.441	-0.441	-0.441
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	-0.79	-0.62	-0.46	-0.37	-0.21	-0.04	0.13	0.21	0.38
V(0°) H1	N	-1.439	-1.439	-1.439	-1.439	-1.439	-1.439	-1.439	-1.439	-1.439	
	Vy	3.610	3.610	3.610	3.610	3.610	3.610	3.610	3.610	3.610	
	Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	Mz	6.46	5.10	3.74	3.06	1.69	0.33	-1.03	-1.71	-3.07	
V(0°) H2	N	-1.499	-1.499	-1.499	-1.499	-1.499	-1.499	-1.499	-1.499	-1.499	
	Vy	3.764	3.764	3.764	3.764	3.764	3.764	3.764	3.764	3.764	
	Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	Mz	6.74	5.32	3.90	3.19	1.77	0.35	-1.07	-1.78	-3.20	
V(90°) H1	N	-0.204	-0.204	-0.204	-0.204	-0.204	-0.204	-0.204	-0.204	-0.204	
	Vy	0.514	0.514	0.514	0.514	0.514	0.514	0.514	0.514	0.514	
	Vz	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	My	0.04	0.04	0.03	0.03	0.02	0.02	0.01	0.01	0.00	
	Mz	0.92	0.73	0.53	0.44	0.24	0.05	-0.15	-0.24	-0.44	
V(180°) H1	N	1.169	1.169	1.169	1.169	1.169	1.169	1.169	1.169	1.169	
	Vy	-2.935	-2.935	-2.935	-2.935	-2.935	-2.935	-2.935	-2.935	-2.935	
	Vz	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	Mz	-5.25	-4.15	-3.04	-2.48	-1.38	-0.27	0.84	1.39	2.50	
V(180°) H2	N	1.574	1.574	1.574	1.574	1.574	1.574	1.574	1.574	1.574	
	Vy	-3.951	-3.951	-3.951	-3.951	-3.951	-3.951	-3.951	-3.951	-3.951	
	Vz	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	Mz	-7.07	-5.58	-4.09	-3.34	-1.85	-0.36	1.13	1.87	3.36	



Esfuerzos en barras, por hipótesis												
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.000 m	0.377 m	0.754 m	0.943 m	1.320 m	1.697 m	2.074 m	2.263 m	2.640 m	
	V(270°) H1	N	-0.204	-0.204	-0.204	-0.204	-0.204	-0.204	-0.204	-0.204	-0.204	-0.204
		Vy	0.504	0.504	0.504	0.504	0.504	0.504	0.504	0.504	0.504	0.504
		Vz	-0.016	-0.016	-0.016	-0.016	-0.016	-0.016	-0.016	-0.016	-0.016	-0.016
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	-0.05	-0.04	-0.03	-0.03	-0.02	-0.02	-0.01	-0.01	-0.01	0.00
		Mz	0.90	0.71	0.52	0.42	0.23	0.04	-0.15	-0.24	-0.43	-0.43
	N(EI)	N	-5.034	-5.034	-5.034	-5.034	-5.034	-5.034	-5.034	-5.034	-5.034	-5.034
		Vy	-0.386	-0.386	-0.386	-0.386	-0.386	-0.386	-0.386	-0.386	-0.386	-0.386
		Vz	-0.249	-0.249	-0.249	-0.249	-0.249	-0.249	-0.249	-0.249	-0.249	-0.249
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	-0.14	-0.05	0.05	0.10	0.19	0.28	0.38	0.42	0.52	0.52
		Mz	-1.29	-1.15	-1.00	-0.93	-0.78	-0.64	-0.49	-0.42	-0.27	-0.27

Esfuerzos en barras, por hipótesis												
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.000 m	0.377 m	0.754 m	0.943 m	1.320 m	1.697 m	2.074 m	2.263 m	2.640 m	
N92/N82	Peso propio	N	-43.212	-42.638	-42.063	-41.776	-41.201	-40.627	-40.053	-39.765	-39.191	
		Vy	-0.398	-0.398	-0.398	-0.398	-0.398	-0.398	-0.398	-0.398	-0.398	-0.398
		Vz	-1.627	-1.627	-1.627	-1.627	-1.627	-1.627	-1.627	-1.627	-1.627	-1.627
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	-0.91	-0.30	0.31	0.62	1.23	1.85	2.46	2.77	3.38	3.38
		Mz	-0.72	-0.57	-0.42	-0.34	-0.19	-0.04	0.11	0.18	0.33	0.33
	Q 1 (Uso C)	N	-65.355	-65.355	-65.355	-65.355	-65.355	-65.355	-65.355	-65.355	-65.355	-65.355
		Vy	0.109	0.109	0.109	0.109	0.109	0.109	0.109	0.109	0.109	0.109
		Vz	-2.768	-2.768	-2.768	-2.768	-2.768	-2.768	-2.768	-2.768	-2.768	-2.768
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	-1.55	-0.51	0.53	1.05	2.10	3.14	4.19	4.71	5.75	5.75
		Mz	0.05	0.01	-0.03	-0.05	-0.09	-0.13	-0.17	-0.19	-0.24	-0.24
	Q 1 (Uso G1)	N	-0.120	-0.120	-0.120	-0.120	-0.120	-0.120	-0.120	-0.120	-0.120	-0.120
		Vy	-0.573	-0.573	-0.573	-0.573	-0.573	-0.573	-0.573	-0.573	-0.573	-0.573
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	-0.92	-0.70	-0.49	-0.38	-0.16	0.05	0.27	0.38	0.59	0.59
	V(0°) H1	N	0.957	0.957	0.957	0.957	0.957	0.957	0.957	0.957	0.957	0.957
		Vy	4.726	4.726	4.726	4.726	4.726	4.726	4.726	4.726	4.726	4.726
		Vz	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	7.55	5.76	3.98	3.09	1.31	-0.48	-2.26	-3.15	-4.93	-4.93
V(0°) H2	N	0.994	0.994	0.994	0.994	0.994	0.994	0.994	0.994	0.994	0.994	
	Vy	4.934	4.934	4.934	4.934	4.934	4.934	4.934	4.934	4.934	4.934	
	Vz	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	Mz	7.87	6.01	4.15	3.22	1.36	-0.50	-2.36	-3.29	-5.15	-5.15	
V(90°) H1	N	0.133	0.133	0.133	0.133	0.133	0.133	0.133	0.133	0.133	0.133	
	Vy	0.677	0.677	0.677	0.677	0.677	0.677	0.677	0.677	0.677	0.677	
	Vz	-0.032	-0.032	-0.032	-0.032	-0.032	-0.032	-0.032	-0.032	-0.032	-0.032	
	Mt	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	
	My	-0.09	-0.08	-0.07	-0.06	-0.05	-0.04	-0.02	-0.02	-0.01	-0.01	
	Mz	1.08	0.82	0.57	0.44	0.18	-0.07	-0.33	-0.45	-0.71	-0.71	
V(180°) H1	N	-0.774	-0.774	-0.774	-0.774	-0.774	-0.774	-0.774	-0.774	-0.774	-0.774	



Esfuerzos en barras, por hipótesis											
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.377 m	0.754 m	0.943 m	1.320 m	1.697 m	2.074 m	2.263 m	2.640 m
		Vy	-3.848	-3.848	-3.848	-3.848	-3.848	-3.848	-3.848	-3.848	-3.848
		Vz	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	-6.14	-4.69	-3.24	-2.51	-1.06	0.39	1.84	2.57	4.02
	V(180°) H2	N	-1.046	-1.046	-1.046	-1.046	-1.046	-1.046	-1.046	-1.046	-1.046
		Vy	-5.173	-5.173	-5.173	-5.173	-5.173	-5.173	-5.173	-5.173	-5.173
		Vz	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	V(270°) H1	N	0.152	0.152	0.152	0.152	0.152	0.152	0.152	0.152	0.152
		Vy	0.630	0.630	0.630	0.630	0.630	0.630	0.630	0.630	0.630
		Vz	0.034	0.034	0.034	0.034	0.034	0.034	0.034	0.034	0.034
		Mt	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01
		My	0.10	0.08	0.07	0.06	0.05	0.04	0.03	0.02	0.01
N(EI)	N	-12.048	-12.048	-12.048	-12.048	-12.048	-12.048	-12.048	-12.048	-12.048	
	Vy	-1.347	-1.347	-1.347	-1.347	-1.347	-1.347	-1.347	-1.347	-1.347	
	Vz	-0.499	-0.499	-0.499	-0.499	-0.499	-0.499	-0.499	-0.499	-0.499	
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	My	-0.28	-0.09	0.09	0.19	0.38	0.57	0.75	0.85	1.04	
Mz	-2.18	-1.67	-1.16	-0.91	-0.40	0.11	0.62	0.87	1.38		

Esfuerzos en barras, por hipótesis											
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.429 m	0.857 m	1.071 m	1.500 m	1.929 m	2.357 m	2.571 m	3.000 m
N48/N81	Peso propio	N	-70.870	-70.067	-69.263	-68.861	-68.058	-67.254	-66.451	-66.049	-65.245
		Vy	-0.107	-0.107	-0.107	-0.107	-0.107	-0.107	-0.107	-0.107	-0.107
		Vz	0.568	0.568	0.568	0.568	0.568	0.568	0.568	0.568	0.568
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	-1.38	-1.62	-1.87	-1.99	-2.23	-2.48	-2.72	-2.84	-3.09
	Q 1 (Uso C)	N	-58.697	-58.697	-58.697	-58.697	-58.697	-58.697	-58.697	-58.697	-58.697
		Vy	-0.009	-0.009	-0.009	-0.009	-0.009	-0.009	-0.009	-0.009	-0.009
		Vz	0.072	0.072	0.072	0.072	0.072	0.072	0.072	0.072	0.072
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.15	0.12	0.09	0.07	0.04	0.01	-0.02	-0.04	-0.07
	Q 1 (Uso G1)	N	-6.813	-6.813	-6.813	-6.813	-6.813	-6.813	-6.813	-6.813	-6.813
		Vy	-0.095	-0.095	-0.095	-0.095	-0.095	-0.095	-0.095	-0.095	-0.095
		Vz	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	-2.16	-2.18	-2.20	-2.21	-2.23	-2.25	-2.27	-2.28	-2.29
V(0°) H1	N	1.534	1.534	1.534	1.534	1.534	1.534	1.534	1.534	1.534	
	Vy	1.635	1.203	0.771	0.555	0.123	-0.309	-0.741	-0.957	-1.389	
	Vz	-0.394	-0.688	-0.982	-1.129	-1.423	-1.716	-2.010	-2.157	-2.451	
	Mt	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	
	My	17.50	17.74	18.09	18.32	18.87	19.54	20.34	20.78	21.77	
V(0°) H2	N	-5.266	-5.266	-5.266	-5.266	-5.266	-5.266	-5.266	-5.266	-5.266	
	Vy	1.538	1.106	0.674	0.458	0.026	-0.406	-0.838	-1.054	-1.486	

TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA



Proyecto Estructural de edificio industrial de 1500m² situado en Mora de Rubielos

Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

Esfuerzos en barras, por hipótesis											
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.429 m	0.857 m	1.071 m	1.500 m	1.929 m	2.357 m	2.571 m	3.000 m
		Vz	-0.949	-1.243	-1.536	-1.683	-1.977	-2.271	-2.564	-2.711	-3.005
		Mt	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
		My	17.90	18.37	18.97	19.31	20.09	21.00	22.04	22.61	23.83
		Mz	1.03	0.46	0.08	-0.04	-0.15	-0.06	0.20	0.40	0.95
	V(90°) H1	N	-15.121	-15.121	-15.121	-15.121	-15.121	-15.121	-15.121	-15.121	-15.121
		Vy	2.414	2.151	1.888	1.757	1.494	1.231	0.968	0.836	0.573
		Vz	1.909	1.477	1.046	0.830	0.398	-0.034	-0.466	-0.682	-1.114
		Mt	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
		My	3.57	2.85	2.31	2.11	1.84	1.77	1.87	2.00	2.38
		Mz	5.38	4.40	3.53	3.14	2.45	1.86	1.39	1.20	0.90
	V(180°) H1	N	9.180	9.180	9.180	9.180	9.180	9.180	9.180	9.180	9.180
		Vy	3.905	2.869	1.833	1.315	0.279	-0.757	-1.793	-2.311	-3.348
		Vz	-1.435	-0.813	-0.191	0.120	0.742	1.364	1.986	2.297	2.919
		Mt	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07
		My	-15.18	-14.70	-14.48	-14.47	-14.66	-15.11	-15.83	-16.29	-17.40
		Mz	2.62	1.16	0.16	-0.18	-0.52	-0.42	0.13	0.57	1.78
	V(180°) H2	N	0.543	0.543	0.543	0.543	0.543	0.543	0.543	0.543	0.543
		Vy	3.814	2.778	1.742	1.223	0.187	-0.849	-1.885	-2.403	-3.439
		Vz	-0.761	-0.139	0.483	0.794	1.416	2.038	2.660	2.971	3.593
		Mt	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07
		My	-19.77	-19.58	-19.65	-19.79	-20.27	-21.01	-22.01	-22.62	-24.02
		Mz	2.58	1.17	0.20	-0.12	-0.42	-0.28	0.31	0.77	2.02
	V(270°) H1	N	24.097	24.097	24.097	24.097	24.097	24.097	24.097	24.097	24.097
		Vy	-3.509	-2.902	-2.295	-1.992	-1.385	-0.779	-0.172	0.131	0.738
		Vz	5.647	4.610	3.574	3.056	2.020	0.984	-0.052	-0.570	-1.606
		Mt	-0.07	-0.07	-0.07	-0.07	-0.07	-0.07	-0.07	-0.07	-0.07
		My	5.65	3.45	1.70	0.99	-0.10	-0.75	-0.95	-0.88	-0.41
		Mz	-6.16	-4.79	-3.68	-3.22	-2.49	-2.03	-1.83	-1.82	-2.01
N(EI)	N	-20.620	-20.620	-20.620	-20.620	-20.620	-20.620	-20.620	-20.620	-20.620	
	Vy	-0.216	-0.216	-0.216	-0.216	-0.216	-0.216	-0.216	-0.216	-0.216	
	Vz	-0.245	-0.245	-0.245	-0.245	-0.245	-0.245	-0.245	-0.245	-0.245	
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	My	-5.36	-5.26	-5.15	-5.10	-4.99	-4.89	-4.78	-4.73	-4.63	
	Mz	-0.09	0.00	0.09	0.14	0.23	0.32	0.42	0.46	0.56	

Esfuerzos en barras, por hipótesis							
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.000 m	0.250 m	0.500 m	0.750 m	1.000 m
N81/N64	Peso propio	N	-23.728	-23.216	-22.703	-22.190	-21.678
		Vy	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083
		Vz	-2.145	-2.145	-2.145	-2.145	-2.145
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	-2.01	-1.47	-0.94	-0.40	0.14
		Mz	0.23	0.21	0.19	0.17	0.15
	Q 1 (Uso C)	N	-0.137	-0.137	-0.137	-0.137	-0.137
		Vy	0.012	0.012	0.012	0.012	0.012
		Vz	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	-0.07	-0.06	-0.05	-0.04	-0.02
		Mz	0.00	0.00	0.00	-0.01	-0.01
	Q 1 (Uso G1)	N	-6.822	-6.822	-6.822	-6.822	-6.822
		Vy	0.071	0.071	0.071	0.071	0.071
		Vz	-1.997	-1.997	-1.997	-1.997	-1.997



Esfuerzos en barras, por hipótesis							
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.000 m	0.250 m	0.500 m	0.750 m	1.000 m
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	-1.95	-1.45	-0.95	-0.45	0.05
		Mz	0.22	0.20	0.18	0.16	0.15
	V(0°) H1	N	1.567	1.567	1.567	1.567	1.567
		Vy	-0.508	-0.895	-1.282	-1.669	-2.056
		Vz	14.275	14.104	13.932	13.761	13.590
		Mt	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
		My	18.96	15.41	11.91	8.45	5.03
		Mz	0.54	0.72	0.99	1.36	1.82
	V(0°) H2	N	-5.236	-5.236	-5.236	-5.236	-5.236
		Vy	-0.437	-0.824	-1.211	-1.598	-1.985
		Vz	14.438	14.267	14.096	13.924	13.753
		Mt	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
		My	20.90	17.31	13.77	10.26	6.80
		Mz	0.76	0.92	1.17	1.52	1.97
	V(90°) H1	N	-15.124	-15.124	-15.124	-15.124	-15.124
		Vy	0.899	0.669	0.439	0.209	-0.021
		Vz	1.263	1.011	0.759	0.507	0.255
		Mt	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
		My	1.98	1.70	1.48	1.32	1.22
		Mz	0.84	0.64	0.50	0.42	0.40
V(180°) H1	N	9.161	9.161	9.161	9.161	9.161	
	Vy	-1.069	-1.937	-2.805	-3.673	-4.540	
	Vz	-10.677	-10.315	-9.952	-9.589	-9.226	
	Mt	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	
	My	-15.12	-12.49	-9.96	-7.52	-5.17	
	Mz	1.37	1.75	2.34	3.15	4.17	
V(180°) H2	N	0.509	0.509	0.509	0.509	0.509	
	Vy	-0.996	-1.864	-2.731	-3.599	-4.467	
	Vz	-14.709	-14.346	-13.983	-13.620	-13.257	
	Mt	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	
	My	-20.95	-17.31	-13.77	-10.32	-6.96	
	Mz	1.58	1.93	2.51	3.30	4.31	
V(270°) H1	N	24.122	24.122	24.122	24.122	24.122	
	Vy	-0.688	-0.157	0.374	0.904	1.435	
	Vz	0.701	0.097	-0.508	-1.112	-1.717	
	Mt	-0.07	-0.07	-0.07	-0.07	-0.07	
	My	-0.80	-0.90	-0.85	-0.65	-0.29	
	Mz	-1.75	-1.65	-1.67	-1.83	-2.12	
N(EI)	N	-15.357	-15.357	-15.357	-15.357	-15.357	
	Vy	0.162	0.162	0.162	0.162	0.162	
	Vz	-4.418	-4.418	-4.418	-4.418	-4.418	
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	My	-4.40	-3.30	-2.20	-1.09	0.01	
	Mz	0.49	0.45	0.41	0.37	0.33	

Esfuerzos en barras, por hipótesis											
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.481 m	0.962 m	1.442 m	1.923 m	2.404 m	2.885 m	3.365 m	3.846 m
N64/N49	Peso propio	N	-19.247	-18.091	-16.936	-15.781	-14.626	-13.471	-12.316	-11.161	-10.006
		Vy	-0.148	-0.148	-0.148	-0.148	-0.148	-0.148	-0.148	-0.148	-0.148
		Vz	0.564	0.564	0.564	0.564	0.564	0.564	0.564	0.564	0.564
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00



Esfuerzos en barras, por hipótesis											
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.481 m	0.962 m	1.442 m	1.923 m	2.404 m	2.885 m	3.365 m	3.846 m
Q 1 (Uso C)	N	My	0.03	-0.24	-0.51	-0.78	-1.05	-1.32	-1.59	-1.86	-2.13
		Mz	0.02	0.10	0.17	0.24	0.31	0.38	0.45	0.52	0.59
	Vy	N	-0.077	-0.077	-0.077	-0.077	-0.077	-0.077	-0.077	-0.077	-0.077
		Vy	-0.009	-0.009	-0.009	-0.009	-0.009	-0.009	-0.009	-0.009	-0.009
		Vz	-0.023	-0.023	-0.023	-0.023	-0.023	-0.023	-0.023	-0.023	-0.023
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	-0.03	-0.02	-0.01	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06
		Mz	-0.05	-0.04	-0.04	-0.04	-0.03	-0.03	-0.02	-0.02	-0.01
	Q 1 (Uso G1)	N	-6.527	-6.527	-6.527	-6.527	-6.527	-6.527	-6.527	-6.527	-6.527
		Vy	-0.133	-0.133	-0.133	-0.133	-0.133	-0.133	-0.133	-0.133	-0.133
		Vz	0.326	0.326	0.326	0.326	0.326	0.326	0.326	0.326	0.326
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
My		-0.27	-0.42	-0.58	-0.74	-0.90	-1.05	-1.21	-1.37	-1.52	
Mz		0.06	0.13	0.19	0.25	0.32	0.38	0.45	0.51	0.57	
V(0°) H1	N	0.609	0.609	0.609	0.609	0.609	0.609	0.609	0.609	0.609	
	Vy	3.389	2.645	1.901	1.157	0.412	-0.332	-1.076	-1.820	-2.803	
	Vz	4.345	4.016	3.686	3.357	3.027	2.698	2.368	2.039	1.604	
	Mt	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	
	My	6.27	4.26	2.41	0.72	-0.81	-2.19	-3.41	-4.47	-5.37	
	Mz	1.27	-0.18	-1.27	-2.00	-2.38	-2.40	-2.06	-1.37	-0.31	
V(0°) H2	N	-4.486	-4.486	-4.486	-4.486	-4.486	-4.486	-4.486	-4.486	-4.486	
	Vy	3.254	2.510	1.765	1.021	0.277	-0.467	-1.212	-1.956	-2.938	
	Vz	5.405	5.075	4.746	4.416	4.087	3.757	3.428	3.098	2.663	
	Mt	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	
	My	7.93	5.41	3.05	0.85	-1.20	-3.08	-4.81	-6.38	-7.79	
	Mz	1.34	-0.05	-1.07	-1.74	-2.06	-2.01	-1.61	-0.85	0.27	
V(90°) H1	N	-5.748	-5.748	-5.748	-5.748	-5.748	-5.748	-5.748	-5.748	-5.748	
	Vy	1.965	1.522	1.080	0.637	0.195	-0.248	-0.690	-1.133	-1.717	
	Vz	1.544	1.060	0.575	0.091	-0.394	-0.878	-1.363	-1.847	-2.487	
	Mt	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	
	My	1.05	0.42	0.03	-0.13	-0.06	0.25	0.79	1.56	2.56	
	Mz	0.14	-0.70	-1.33	-1.74	-1.94	-1.93	-1.70	-1.26	-0.61	
V(180°) H1	N	8.769	8.769	8.769	8.769	8.769	8.769	8.769	8.769	8.769	
	Vy	7.509	5.840	4.171	2.502	0.833	-0.836	-2.505	-4.174	-6.378	
	Vz	-6.456	-5.758	-5.060	-4.363	-3.665	-2.967	-2.269	-1.572	-0.650	
	Mt	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	
	My	-5.54	-2.60	0.00	2.26	4.19	5.79	7.04	7.97	8.56	
	Mz	2.89	-0.32	-2.73	-4.33	-5.13	-5.13	-4.33	-2.72	-0.31	
V(180°) H2	N	1.940	1.940	1.940	1.940	1.940	1.940	1.940	1.940	1.940	
	Vy	7.379	5.710	4.041	2.372	0.703	-0.966	-2.635	-4.304	-6.508	
	Vz	-6.576	-5.878	-5.180	-4.482	-3.785	-3.087	-2.389	-1.691	-0.770	
	Mt	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	
	My	-7.86	-4.87	-2.21	0.11	2.10	3.75	5.06	6.05	6.69	
	Mz	2.94	-0.21	-2.55	-4.09	-4.83	-4.77	-3.90	-2.24	0.24	
V(270°) H1	N	11.978	11.978	11.978	11.978	11.978	11.978	11.978	11.978	11.978	
	Vy	-4.285	-3.264	-2.243	-1.222	-0.202	0.819	1.840	2.861	4.208	
	Vz	2.695	1.532	0.370	-0.792	-1.955	-3.117	-4.279	-5.441	-6.976	
	Mt	-0.07	-0.07	-0.07	-0.07	-0.07	-0.07	-0.07	-0.07	-0.07	
	My	-0.89	-1.91	-2.36	-2.26	-1.60	-0.38	1.40	3.73	6.63	
	Mz	-1.24	0.58	1.90	2.73	3.08	2.93	2.29	1.16	-0.46	
N(EI)	N	-14.684	-14.684	-14.684	-14.684	-14.684	-14.684	-14.684	-14.684	-14.684	
	Vy	-0.301	-0.301	-0.301	-0.301	-0.301	-0.301	-0.301	-0.301	-0.301	
	Vz	0.710	0.710	0.710	0.710	0.710	0.710	0.710	0.710	0.710	
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	



Esfuerzos en barras, por hipótesis											
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.481 m	0.962 m	1.442 m	1.923 m	2.404 m	2.885 m	3.365 m	3.846 m
		My	-0.68	-1.02	-1.36	-1.70	-2.04	-2.39	-2.73	-3.07	-3.41
		Mz	0.13	0.28	0.42	0.57	0.71	0.86	1.00	1.15	1.29

Esfuerzos en barras, por hipótesis												
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.000 m	0.377 m	0.754 m	0.943 m	1.320 m	1.697 m	2.074 m	2.263 m	2.640 m	
N104/N101	Peso propio	N	-60.444	-59.670	-58.897	-58.510	-57.737	-56.963	-56.190	-55.803	-55.030	
		Vy	-0.749	-0.749	-0.749	-0.749	-0.749	-0.749	-0.749	-0.749	-0.749	-0.749
		Vz	-2.292	-2.292	-2.292	-2.292	-2.292	-2.292	-2.292	-2.292	-2.292	-2.292
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	-1.29	-0.42	0.44	0.87	1.74	2.60	3.46	3.90	4.76	4.76
		Mz	-0.94	-0.66	-0.38	-0.24	0.05	0.33	0.61	0.75	1.03	1.03
	Q I (Uso C)	N	-65.546	-65.546	-65.546	-65.546	-65.546	-65.546	-65.546	-65.546	-65.546	-65.546
		Vy	-0.297	-0.297	-0.297	-0.297	-0.297	-0.297	-0.297	-0.297	-0.297	-0.297
		Vz	-2.768	-2.768	-2.768	-2.768	-2.768	-2.768	-2.768	-2.768	-2.768	-2.768
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	-1.55	-0.51	0.53	1.05	2.10	3.14	4.19	4.71	5.75	5.75
		Mz	-0.18	-0.07	0.04	0.10	0.21	0.32	0.43	0.49	0.60	0.60
	Q I (Uso G1)	N	0.109	0.109	0.109	0.109	0.109	0.109	0.109	0.109	0.109	0.109
		Vy	-0.588	-0.588	-0.588	-0.588	-0.588	-0.588	-0.588	-0.588	-0.588	-0.588
		Vz	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	-0.93	-0.71	-0.49	-0.38	-0.16	0.07	0.29	0.40	0.62	0.62
V(0°) H1	N	-0.913	-0.913	-0.913	-0.913	-0.913	-0.913	-0.913	-0.913	-0.913	-0.913	
	Vy	4.785	4.785	4.785	4.785	4.785	4.785	4.785	4.785	4.785	4.785	
	Vz	-3.366	-2.755	-2.144	-1.838	-1.227	-0.615	-0.004	0.301	1.496	1.496	
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	My	-3.07	-1.92	-1.00	-0.62	-0.04	0.30	0.42	0.39	0.16	0.16	
	Mz	7.60	5.79	3.99	3.09	1.28	-0.52	-2.33	-3.23	-5.03	-5.03	
V(0°) H2	N	-0.954	-0.954	-0.954	-0.954	-0.954	-0.954	-0.954	-0.954	-0.954	-0.954	
	Vy	4.987	4.987	4.987	4.987	4.987	4.987	4.987	4.987	4.987	4.987	
	Vz	-3.367	-2.755	-2.144	-1.839	-1.227	-0.616	-0.005	0.301	1.495	1.495	
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	My	-3.08	-1.92	-1.00	-0.62	-0.04	0.30	0.42	0.39	0.16	0.16	
	Mz	7.92	6.04	4.16	3.22	1.34	-0.54	-2.42	-3.36	-5.24	-5.24	
V(90°) H1	N	-0.137	-0.137	-0.137	-0.137	-0.137	-0.137	-0.137	-0.137	-0.137	-0.137	
	Vy	0.672	0.672	0.672	0.672	0.672	0.672	0.672	0.672	0.672	0.672	
	Vz	-1.949	-1.601	-1.254	-1.081	-0.733	-0.386	-0.039	0.134	0.813	0.813	
	Mt	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	
	My	-1.85	-1.18	-0.64	-0.42	-0.08	0.13	0.21	0.20	0.09	0.09	
	Mz	1.07	0.82	0.57	0.44	0.19	-0.07	-0.32	-0.45	-0.70	-0.70	
V(180°) H1	N	0.749	0.749	0.749	0.749	0.749	0.749	0.749	0.749	0.749	0.749	
	Vy	-3.882	-3.882	-3.882	-3.882	-3.882	-3.882	-3.882	-3.882	-3.882	-3.882	
	Vz	-6.565	-5.373	-4.180	-3.584	-2.391	-1.199	-0.006	0.590	2.921	2.921	
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	My	-5.99	-3.74	-1.94	-1.21	-0.08	0.60	0.82	0.77	0.32	0.32	
	Mz	-6.17	-4.71	-3.24	-2.51	-1.05	0.42	1.88	2.61	4.08	4.08	
V(180°) H2	N	1.001	1.001	1.001	1.001	1.001	1.001	1.001	1.001	1.001	1.001	
	Vy	-5.234	-5.234	-5.234	-5.234	-5.234	-5.234	-5.234	-5.234	-5.234	-5.234	
	Vz	-6.566	-5.373	-4.181	-3.584	-2.392	-1.199	-0.007	0.589	2.920	2.920	
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	My	-5.99	-3.74	-1.94	-1.21	-0.08	0.60	0.82	0.77	0.32	0.32	
	Mz	-6.17	-4.71	-3.24	-2.51	-1.05	0.42	1.88	2.61	4.08	4.08	



Esfuerzos en barras, por hipótesis											
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.377 m	0.754 m	0.943 m	1.320 m	1.697 m	2.074 m	2.263 m	2.640 m
	V(270°) H1	Mz	-8.31	-6.34	-4.37	-3.38	-1.40	0.57	2.54	3.53	5.50
		N	-0.119	-0.119	-0.119	-0.119	-0.119	-0.119	-0.119	-0.119	-0.119
		Vy	0.674	0.674	0.674	0.674	0.674	0.674	0.674	0.674	0.674
		Vz	4.447	3.646	2.846	2.445	1.645	0.844	0.043	-0.357	-1.923
		Mt	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
		My	4.13	2.61	1.38	0.88	0.11	-0.36	-0.52	-0.50	-0.21
		Mz	1.06	0.81	0.55	0.43	0.17	-0.08	-0.34	-0.46	-0.72
	N(ED)	N	0.257	0.257	0.257	0.257	0.257	0.257	0.257	0.257	0.257
		Vy	-1.397	-1.397	-1.397	-1.397	-1.397	-1.397	-1.397	-1.397	-1.397
		Vz	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	-2.21	-1.68	-1.16	-0.89	-0.37	0.16	0.69	0.95	1.48

Esfuerzos en barras, por hipótesis											
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.377 m	0.754 m	0.943 m	1.320 m	1.697 m	2.074 m	2.263 m	2.640 m
N103/N102	Peso propio	N	-32.081	-31.308	-30.534	-30.147	-29.374	-28.600	-27.827	-27.440	-26.667
		Vy	-3.375	-3.375	-3.375	-3.375	-3.375	-3.375	-3.375	-3.375	-3.375
		Vz	-1.205	-1.205	-1.205	-1.205	-1.205	-1.205	-1.205	-1.205	-1.205
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	-0.68	-0.22	0.23	0.46	0.91	1.37	1.82	2.05	2.50
		Mz	-3.29	-2.01	-0.74	-0.11	1.17	2.44	3.71	4.35	5.62
	Q I (Uso C)	N	-30.238	-30.238	-30.238	-30.238	-30.238	-30.238	-30.238	-30.238	-30.238
		Vy	-3.624	-3.624	-3.624	-3.624	-3.624	-3.624	-3.624	-3.624	-3.624
		Vz	-1.384	-1.384	-1.384	-1.384	-1.384	-1.384	-1.384	-1.384	-1.384
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	-0.78	-0.26	0.27	0.53	1.05	1.57	2.09	2.35	2.88
		Mz	-3.17	-1.80	-0.43	0.25	1.62	2.98	4.35	5.03	6.40
	Q I (Uso G1)	N	-0.174	-0.174	-0.174	-0.174	-0.174	-0.174	-0.174	-0.174	-0.174
		Vy	-0.440	-0.440	-0.440	-0.440	-0.440	-0.440	-0.440	-0.440	-0.440
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	-0.79	-0.62	-0.46	-0.37	-0.21	-0.04	0.12	0.21	0.37
	V(0°) H1	N	1.427	1.427	1.427	1.427	1.427	1.427	1.427	1.427	1.427
		Vy	3.604	3.604	3.604	3.604	3.604	3.604	3.604	3.604	3.604
		Vz	-5.020	-4.108	-3.195	-2.739	-1.827	-0.915	-0.003	0.454	2.237
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	-4.58	-2.86	-1.48	-0.92	-0.06	0.46	0.63	0.59	0.25
		Mz	6.45	5.09	3.74	3.06	1.70	0.34	-1.02	-1.70	-3.06
	V(0°) H2	N	1.489	1.489	1.489	1.489	1.489	1.489	1.489	1.489	1.489
		Vy	3.758	3.758	3.758	3.758	3.758	3.758	3.758	3.758	3.758
		Vz	-5.020	-4.107	-3.195	-2.739	-1.827	-0.914	-0.002	0.454	2.237
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	-4.58	-2.85	-1.48	-0.92	-0.06	0.46	0.63	0.59	0.25
		Mz	6.73	5.31	3.89	3.19	1.77	0.35	-1.07	-1.77	-3.19
V(90°) H1	N	0.205	0.205	0.205	0.205	0.205	0.205	0.205	0.205	0.205	
	Vy	0.514	0.514	0.514	0.514	0.514	0.514	0.514	0.514	0.514	
	Vz	-1.893	-1.546	-1.198	-1.025	-0.678	-0.330	0.017	0.190	0.869	
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	My	-1.69	-1.04	-0.53	-0.32	0.00	0.19	0.25	0.23	0.10	
	Mz	0.92	0.73	0.53	0.44	0.24	0.05	-0.15	-0.24	-0.44	



Esfuerzos en barras, por hipótesis												
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.000 m	0.377 m	0.754 m	0.943 m	1.320 m	1.697 m	2.074 m	2.263 m	2.640 m	
	V(180°) H1	N	-1.162	-1.162	-1.162	-1.162	-1.162	-1.162	-1.162	-1.162	-1.162	-1.162
		Vy	-2.931	-2.931	-2.931	-2.931	-2.931	-2.931	-2.931	-2.931	-2.931	-2.931
		Vz	-5.020	-4.108	-3.196	-2.740	-1.827	-0.915	-0.003	0.453	2.236	
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	-4.58	-2.86	-1.48	-0.92	-0.06	0.46	0.63	0.59	0.25	
		Mz	-5.25	-4.14	-3.04	-2.48	-1.38	-0.27	0.83	1.38	2.49	
	V(180°) H2	N	-1.562	-1.562	-1.562	-1.562	-1.562	-1.562	-1.562	-1.562	-1.562	-1.562
		Vy	-3.944	-3.944	-3.944	-3.944	-3.944	-3.944	-3.944	-3.944	-3.944	-3.944
		Vz	-5.020	-4.108	-3.195	-2.739	-1.827	-0.915	-0.002	0.454	2.237	
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	-4.58	-2.86	-1.48	-0.92	-0.06	0.46	0.63	0.59	0.25	
		Mz	-7.06	-5.57	-4.09	-3.34	-1.86	-0.37	1.12	1.86	3.35	
	V(270°) H1	N	0.196	0.196	0.196	0.196	0.196	0.196	0.196	0.196	0.196	0.196
		Vy	0.499	0.499	0.499	0.499	0.499	0.499	0.499	0.499	0.499	0.499
		Vz	4.388	3.587	2.787	2.386	1.586	0.785	-0.016	-0.416	-1.982	
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	3.97	2.46	1.26	0.77	0.02	-0.42	-0.57	-0.53	-0.22	
		Mz	0.89	0.71	0.52	0.42	0.24	0.05	-0.14	-0.23	-0.42	
N(EI)	N	-0.412	-0.412	-0.412	-0.412	-0.412	-0.412	-0.412	-0.412	-0.412	-0.412	
	Vy	-1.043	-1.043	-1.043	-1.043	-1.043	-1.043	-1.043	-1.043	-1.043	-1.043	
	Vz	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	Mz	-1.87	-1.48	-1.08	-0.89	-0.49	-0.10	0.29	0.49	0.89		

Esfuerzos en barras, por hipótesis												
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.150 m	0.737 m	1.325 m	1.912 m	2.500 m	3.087 m	3.675 m	4.262 m	4.850 m	
N82/N93	Peso propio	N	-1.808	-1.808	-1.808	-1.808	-1.808	-1.808	-1.808	-1.808	-1.808	-1.808
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	-9.922	-7.204	-5.039	-2.874	-0.709	1.455	3.620	5.785	8.503	
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	-5.93	-1.06	2.54	4.86	5.91	5.69	4.20	1.44	-2.60	
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Q 1 (Uso C)	N	-3.691	-3.691	-3.691	-3.691	-3.691	-3.691	-3.691	-3.691	-3.691	-3.691
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	-16.574	-11.965	-8.293	-4.621	-0.949	2.722	6.394	10.066	14.676	
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	-9.47	-1.37	4.59	8.38	10.02	9.49	6.82	1.98	-5.01	
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Q 1 (Uso G1)	N	0.441	0.441	0.441	0.441	0.441	0.441	0.441	0.441	0.441	0.441
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	-0.40	-0.30	-0.19	-0.09	0.01	0.12	0.22	0.33	0.43	
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	V(0°) H1	N	-3.610	-3.610	-3.610	-3.610	-3.610	-3.610	-3.610	-3.610	-3.610	-3.610
		Vy	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
		Vz	1.439	1.439	1.439	1.439	1.439	1.439	1.439	1.439	1.439	1.439
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	3.26	2.41	1.57	0.72	-0.12	-0.97	-1.82	-2.66	-3.51	
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
V(0°) H2	N	-3.764	-3.764	-3.764	-3.764	-3.764	-3.764	-3.764	-3.764	-3.764		

TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA



Proyecto Estructural de edificio industrial de 1500m² situado en Mora de Rubielos

Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

Esfuerzos en barras, por hipótesis												
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.150 m	0.737 m	1.325 m	1.912 m	2.500 m	3.087 m	3.675 m	4.262 m	4.850 m	
		Vy	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
		Vz	1.499	1.499	1.499	1.499	1.499	1.499	1.499	1.499	1.499	1.499
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	3.39	2.51	1.63	0.75	-0.13	-1.01	-1.89	-2.77	-3.65	
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	V(90°) H1	N	-0.514	-0.514	-0.514	-0.514	-0.514	-0.514	-0.514	-0.514	-0.514	-0.514
		Vy	-0.015	-0.015	-0.015	-0.015	-0.015	-0.015	-0.015	-0.015	-0.015	-0.015
		Vz	0.204	0.204	0.204	0.204	0.204	0.204	0.204	0.204	0.204	0.204
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.46	0.34	0.22	0.10	-0.02	-0.14	-0.26	-0.38	-0.50	
		Mz	-0.07	-0.06	-0.05	-0.04	-0.03	-0.03	-0.02	-0.01	0.00	
	V(180°) H1	N	2.935	2.935	2.935	2.935	2.935	2.935	2.935	2.935	2.935	2.935
		Vy	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
		Vz	-1.169	-1.169	-1.169	-1.169	-1.169	-1.169	-1.169	-1.169	-1.169	-1.169
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	-2.64	-1.96	-1.27	-0.58	0.10	0.79	1.48	2.16	2.85	
		Mz	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	V(180°) H2	N	3.951	3.951	3.951	3.951	3.951	3.951	3.951	3.951	3.951	3.951
		Vy	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
		Vz	-1.574	-1.574	-1.574	-1.574	-1.574	-1.574	-1.574	-1.574	-1.574	-1.574
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
My		-3.56	-2.64	-1.71	-0.79	0.14	1.06	1.99	2.91	3.84		
Mz		0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
V(270°) H1	N	-0.504	-0.504	-0.504	-0.504	-0.504	-0.504	-0.504	-0.504	-0.504	-0.504	
	Vy	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	
	Vz	0.204	0.204	0.204	0.204	0.204	0.204	0.204	0.204	0.204	0.204	
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	My	0.47	0.35	0.23	0.11	-0.01	-0.13	-0.25	-0.37	-0.49		
	Mz	0.07	0.06	0.05	0.04	0.03	0.03	0.02	0.01	0.00		
N(EI)	N	0.386	0.386	0.386	0.386	0.386	0.386	0.386	0.386	0.386	0.386	
	Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
	Vz	-3.403	-2.574	-1.913	-1.252	-0.591	0.070	0.731	1.392	2.222		
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	My	-2.66	-0.95	0.37	1.30	1.84	1.99	1.75	1.13	0.12		
	Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	

Esfuerzos en barras, por hipótesis												
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.200 m	0.781 m	1.362 m	1.944 m	2.525 m	3.106 m	3.688 m	4.269 m	4.850 m	
N81/N82	Peso propio	N	-1.410	-1.410	-1.410	-1.410	-1.410	-1.410	-1.410	-1.410	-1.410	-1.410
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	-8.128	-5.249	-3.107	-0.965	1.177	3.318	5.460	7.602	10.297	
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	3.67	6.10	7.29	7.22	5.92	3.37	-0.43	-5.47	
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Q 1 (Uso C)	N	-3.800	-3.800	-3.800	-3.800	-3.800	-3.800	-3.800	-3.800	-3.800	-3.800
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	-13.720	-8.837	-5.204	-1.571	2.061	5.694	9.327	12.960	17.530	
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	6.19	10.27	12.24	12.10	9.85	5.48	-1.00	-9.59	
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Q 1 (Uso G1)	N	1.014	1.014	1.014	1.014	1.014	1.014	1.014	1.014	1.014	1.014
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA



Proyecto Estructural de edificio industrial de 1500m² situado en Mora de Rubielos

Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

Esfuerzos en barras, por hipótesis											
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.200 m	0.781 m	1.362 m	1.944 m	2.525 m	3.106 m	3.688 m	4.269 m	4.850 m
		Vz	-0.056	-0.056	-0.056	-0.056	-0.056	-0.056	-0.056	-0.056	-0.056
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.03	0.07	0.10	0.13	0.16	0.20	0.23	0.26
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
V(0°) H1		N	-8.337	-8.337	-8.337	-8.337	-8.337	-8.337	-8.337	-8.337	-8.337
		Vy	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001
		Vz	0.481	0.481	0.481	0.481	0.481	0.481	0.481	0.481	0.481
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	-0.28	-0.56	-0.84	-1.12	-1.40	-1.68	-1.96	-2.24
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
V(0°) H2		N	-8.698	-8.698	-8.698	-8.698	-8.698	-8.698	-8.698	-8.698	-8.698
		Vy	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001
		Vz	0.505	0.505	0.505	0.505	0.505	0.505	0.505	0.505	0.505
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	-0.29	-0.59	-0.88	-1.17	-1.47	-1.76	-2.06	-2.35
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
V(90°) H1		N	-1.191	-1.191	-1.191	-1.191	-1.191	-1.191	-1.191	-1.191	-1.191
		Vy	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016
		Vz	0.071	0.071	0.071	0.071	0.071	0.071	0.071	0.071	0.071
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	-0.04	-0.08	-0.12	-0.17	-0.21	-0.25	-0.29	-0.33
		Mz	0.00	-0.01	-0.02	-0.03	-0.04	-0.05	-0.06	-0.07	-0.08
V(180°) H1		N	6.783	6.783	6.783	6.783	6.783	6.783	6.783	6.783	6.783
		Vy	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001
		Vz	-0.394	-0.394	-0.394	-0.394	-0.394	-0.394	-0.394	-0.394	-0.394
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.23	0.46	0.69	0.92	1.15	1.38	1.60	1.83
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01
V(180°) H2		N	9.124	9.124	9.124	9.124	9.124	9.124	9.124	9.124	9.124
		Vy	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001
		Vz	-0.528	-0.528	-0.528	-0.528	-0.528	-0.528	-0.528	-0.528	-0.528
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.31	0.61	0.92	1.23	1.53	1.84	2.15	2.45
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01
V(270°) H1		N	-1.134	-1.134	-1.134	-1.134	-1.134	-1.134	-1.134	-1.134	-1.134
		Vy	-0.016	-0.016	-0.016	-0.016	-0.016	-0.016	-0.016	-0.016	-0.016
		Vz	0.053	0.053	0.053	0.053	0.053	0.053	0.053	0.053	0.053
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	-0.03	-0.06	-0.09	-0.12	-0.15	-0.18	-0.21	-0.24
		Mz	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.06	0.07
N(EI)		N	1.733	1.733	1.733	1.733	1.733	1.733	1.733	1.733	1.733
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	-2.605	-1.726	-1.072	-0.418	0.236	0.889	1.543	2.197	3.020
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	1.19	2.01	2.44	2.49	2.17	1.46	0.37	-1.10
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Esfuerzos en barras, por hipótesis											
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.150 m	0.731 m	1.312 m	1.894 m	2.475 m	3.056 m	3.637 m	4.219 m	4.800 m
N101/N81	Peso propio	N	-4.124	-4.124	-4.124	-4.124	-4.124	-4.124	-4.124	-4.124	-4.124
		Vy	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001
		Vz	-14.709	-10.918	-7.904	-4.891	-1.877	1.137	4.151	7.164	11.215



Esfuerzos en barras, por hipótesis											
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.150 m	0.731 m	1.312 m	1.894 m	2.475 m	3.056 m	3.637 m	4.219 m	4.800 m
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	-8.73	-1.50	3.97	7.68	9.65	9.87	8.33	5.04	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Q 1 (Uso C)	N	-3.921	-3.921	-3.921	-3.921	-3.921	-3.921	-3.921	-3.921	-3.921
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	-17.659	-13.089	-9.456	-5.823	-2.190	1.442	5.075	8.708	13.591
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	-10.19	-1.52	5.03	9.47	11.80	12.02	10.12	6.12	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Q 1 (Uso G1)	N	-1.028	-1.028	-1.028	-1.028	-1.028	-1.028	-1.028	-1.028
	Vy		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Vz		-0.065	-0.065	-0.065	-0.065	-0.065	-0.065	-0.065	-0.065	-0.065
	Mt		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	My		-0.30	-0.26	-0.23	-0.19	-0.15	-0.11	-0.08	-0.04	0.00
	Mz		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	V(0°) H1	N	8.389	8.389	8.389	8.389	8.389	8.389	8.389	8.389	8.389
		Vy	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002
		Vz	0.514	0.514	0.514	0.514	0.514	0.514	0.514	0.514	0.514
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	2.39	2.09	1.79	1.49	1.20	0.90	0.60	0.30	0.00
		Mz	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
	V(0°) H2	N	8.745	8.745	8.745	8.745	8.745	8.745	8.745	8.745	8.745
		Vy	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003
		Vz	0.535	0.535	0.535	0.535	0.535	0.535	0.535	0.535	0.535
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	2.49	2.18	1.87	1.55	1.24	0.93	0.62	0.31	0.00
		Mz	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
	V(90°) H1	N	1.186	1.186	1.186	1.186	1.186	1.186	1.186	1.186	1.186
		Vy	-0.020	-0.020	-0.020	-0.020	-0.020	-0.020	-0.020	-0.020	-0.020
		Vz	0.068	0.068	0.068	0.068	0.068	0.068	0.068	0.068	0.068
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.32	0.28	0.24	0.20	0.16	0.12	0.08	0.04	0.00
		Mz	-0.09	-0.08	-0.07	-0.06	-0.05	-0.04	-0.02	-0.01	0.00
	V(180°) H1	N	-6.813	-6.813	-6.813	-6.813	-6.813	-6.813	-6.813	-6.813	-6.813
		Vy	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004
		Vz	-0.413	-0.413	-0.413	-0.413	-0.413	-0.413	-0.413	-0.413	-0.413
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	-1.92	-1.68	-1.44	-1.20	-0.96	-0.72	-0.48	-0.24	0.00
		Mz	-0.02	-0.02	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	0.00	0.00	0.00
	V(180°) H2	N	-9.178	-9.178	-9.178	-9.178	-9.178	-9.178	-9.178	-9.178	-9.178
		Vy	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005
		Vz	-0.561	-0.561	-0.561	-0.561	-0.561	-0.561	-0.561	-0.561	-0.561
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	-2.61	-2.28	-1.96	-1.63	-1.31	-0.98	-0.65	-0.33	0.00
		Mz	-0.02	-0.02	-0.02	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	0.00	0.00
	V(270°) H1	N	1.173	1.173	1.173	1.173	1.173	1.173	1.173	1.173	1.173
		Vy	0.023	0.023	0.023	0.023	0.023	0.023	0.023	0.023	0.023
		Vz	0.077	0.077	0.077	0.077	0.077	0.077	0.077	0.077	0.077
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.36	0.31	0.27	0.22	0.18	0.13	0.09	0.04	0.00
		Mz	0.11	0.09	0.08	0.07	0.05	0.04	0.03	0.01	0.00
	N(ED)	N	-2.440	-2.440	-2.440	-2.440	-2.440	-2.440	-2.440	-2.440	-2.440
		Vy	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001
		Vz	-0.155	-0.155	-0.155	-0.155	-0.155	-0.155	-0.155	-0.155	-0.155



Esfuerzos en barras, por hipótesis											
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.150 m	0.731 m	1.312 m	1.894 m	2.475 m	3.056 m	3.637 m	4.219 m	4.800 m
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	-0.72	-0.63	-0.54	-0.45	-0.36	-0.27	-0.18	-0.09	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Esfuerzos en barras, por hipótesis												
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.150 m	0.737 m	1.325 m	1.912 m	2.500 m	3.087 m	3.675 m	4.262 m	4.850 m	
N102/N101	Peso propio	N	-3.375	-3.375	-3.375	-3.375	-3.375	-3.375	-3.375	-3.375	-3.375	-3.375
		Vy	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
		Vz	-12.267	-8.443	-5.397	-2.351	0.696	3.742	6.788	9.834	13.658	
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	-4.45	1.41	5.47	7.75	8.24	6.93	3.84	-1.04	-7.72	
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Q I (Uso C)	N	-3.624	-3.624	-3.624	-3.624	-3.624	-3.624	-3.624	-3.624	-3.624	-3.624
		Vy	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
		Vz	-14.613	-10.004	-6.332	-2.660	1.012	4.684	8.356	12.027	16.637	
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	-4.93	2.02	6.82	9.46	9.95	8.28	4.45	-1.54	-9.69	
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Q I (Uso G1)	N	-0.440	-0.440	-0.440	-0.440	-0.440	-0.440	-0.440	-0.440	-0.440	-0.440
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	-0.174	-0.174	-0.174	-0.174	-0.174	-0.174	-0.174	-0.174	-0.174	-0.174
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	-0.43	-0.32	-0.22	-0.12	-0.02	0.08	0.19	0.29	0.39	
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	V(0°) H1	N	3.604	3.604	3.604	3.604	3.604	3.604	3.604	3.604	3.604	3.604
		Vy	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
		Vz	1.427	1.427	1.427	1.427	1.427	1.427	1.427	1.427	1.427	1.427
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	3.50	2.66	1.82	0.98	0.14	-0.70	-1.54	-2.37	-3.21	
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01
V(0°) H2	N	3.758	3.758	3.758	3.758	3.758	3.758	3.758	3.758	3.758	3.758	
	Vy	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	
	Vz	1.489	1.489	1.489	1.489	1.489	1.489	1.489	1.489	1.489	1.489	
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	My	3.65	2.77	1.90	1.02	0.15	-0.73	-1.60	-2.48	-3.35		
	Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	
V(90°) H1	N	0.514	0.514	0.514	0.514	0.514	0.514	0.514	0.514	0.514	0.514	
	Vy	0.019	0.019	0.019	0.019	0.019	0.019	0.019	0.019	0.019	0.019	
	Vz	0.205	0.205	0.205	0.205	0.205	0.205	0.205	0.205	0.205	0.205	
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	My	0.50	0.38	0.26	0.14	0.02	-0.10	-0.22	-0.34	-0.46		
	Mz	0.00	-0.01	-0.02	-0.03	-0.04	-0.05	-0.07	-0.08	-0.09		
V(180°) H1	N	-2.931	-2.931	-2.931	-2.931	-2.931	-2.931	-2.931	-2.931	-2.931	-2.931	
	Vy	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	
	Vz	-1.162	-1.162	-1.162	-1.162	-1.162	-1.162	-1.162	-1.162	-1.162	-1.162	
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	My	-2.84	-2.16	-1.48	-0.80	-0.11	0.57	1.25	1.94	2.62		
	Mz	0.00	0.00	0.00	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.02	-0.02		
V(180°) H2	N	-3.944	-3.944	-3.944	-3.944	-3.944	-3.944	-3.944	-3.944	-3.944	-3.944	
	Vy	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	
	Vz	-1.562	-1.562	-1.562	-1.562	-1.562	-1.562	-1.562	-1.562	-1.562	-1.562	
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	



Esfuerzos en barras, por hipótesis											
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.150 m	0.737 m	1.325 m	1.912 m	2.500 m	3.087 m	3.675 m	4.262 m	4.850 m
		My	-3.83	-2.91	-1.99	-1.07	-0.15	0.76	1.68	2.60	3.52
		Mz	0.00	0.00	0.00	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.02	-0.02
	V(270°) H1	N	0.499	0.499	0.499	0.499	0.499	0.499	0.499	0.499	0.499
		Vy	-0.021	-0.021	-0.021	-0.021	-0.021	-0.021	-0.021	-0.021	-0.021
		Vz	0.196	0.196	0.196	0.196	0.196	0.196	0.196	0.196	0.196
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.48	0.37	0.25	0.14	0.02	-0.09	-0.21	-0.32	-0.44
		Mz	0.00	0.01	0.02	0.04	0.05	0.06	0.07	0.09	0.10
	N(ED)	N	-1.043	-1.043	-1.043	-1.043	-1.043	-1.043	-1.043	-1.043	-1.043
		Vy	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
		Vz	-0.412	-0.412	-0.412	-0.412	-0.412	-0.412	-0.412	-0.412	-0.412
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	-1.01	-0.77	-0.53	-0.29	-0.04	0.20	0.44	0.68	0.92
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Esfuerzos en barras, por hipótesis											
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.400 m	1.000 m	1.400 m	2.000 m	2.600 m	3.000 m	3.600 m	4.000 m
N54/N148	Peso propio	N	-38.800	-38.103	-37.058	-36.361	-35.315	-34.270	-33.573	-32.105	-31.127
		Vy	0.034	0.034	0.034	0.034	0.034	0.034	0.034	0.034	0.034
		Vz	-0.125	-0.125	-0.125	-0.125	-0.125	-0.125	-0.125	-0.125	-0.125
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	-1.20	-1.15	-1.08	-1.03	-0.95	-0.88	-0.83	-0.75	-0.70
		Mz	-0.37	-0.39	-0.41	-0.42	-0.44	-0.46	-0.48	-0.50	-0.51
	Q 1 (Uso C)	N	-0.057	-0.057	-0.057	-0.057	-0.057	-0.057	-0.057	-0.057	-0.057
		Vy	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009
		Vz	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
		Mz	0.02	0.02	0.01	0.01	0.00	0.00	-0.01	-0.01	-0.02
	Q 1 (Uso G1)	N	-9.393	-9.393	-9.393	-9.393	-9.393	-9.393	-9.393	-9.393	-9.393
		Vy	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006
		Vz	-0.120	-0.120	-0.120	-0.120	-0.120	-0.120	-0.120	-0.120	-0.120
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	-1.16	-1.11	-1.04	-0.99	-0.92	-0.84	-0.80	-0.72	-0.68
		Mz	-0.44	-0.44	-0.45	-0.45	-0.45	-0.46	-0.46	-0.46	-0.46
	V(0°) H1	N	11.605	11.605	11.605	11.605	11.605	11.605	11.605	11.605	11.605
		Vy	0.317	0.317	0.317	0.317	0.317	0.317	0.317	0.317	0.317
		Vz	-17.740	-17.114	-16.176	-15.550	-14.611	-13.673	-13.047	-10.493	-8.790
Mt		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
My		-39.55	-32.58	-22.59	-16.25	-7.20	1.29	6.63	13.69	17.55	
Mz		3.93	3.81	3.62	3.49	3.30	3.11	2.98	2.79	2.67	
V(0°) H2	N	4.015	4.015	4.015	4.015	4.015	4.015	4.015	4.015	4.015	
	Vy	0.284	0.284	0.284	0.284	0.284	0.284	0.284	0.284	0.284	
	Vz	-17.842	-17.216	-16.278	-15.652	-14.713	-13.775	-13.149	-10.595	-8.892	
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	My	-40.53	-33.52	-23.47	-17.09	-7.98	0.57	5.95	13.08	16.97	
	Mz	4.05	3.94	3.77	3.66	3.49	3.32	3.20	3.03	2.92	
V(90°) H1	N	10.773	10.773	10.773	10.773	10.773	10.773	10.773	10.773	10.773	
	Vy	0.019	0.019	0.019	0.019	0.019	0.019	0.019	0.019	0.019	
	Vz	-9.300	-9.055	-8.686	-8.441	-8.073	-7.705	-7.459	-6.354	-5.618	
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	My	-34.42	-30.75	-25.43	-22.00	-17.05	-12.31	-9.28	-5.14	-2.74	



Esfuerzos en barras, por hipótesis											
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.400 m	1.000 m	1.400 m	2.000 m	2.600 m	3.000 m	3.600 m	4.000 m
	V(180°) H1	Mz	0.42	0.41	0.40	0.39	0.38	0.37	0.36	0.35	0.34
		N	4.061	4.061	4.061	4.061	4.061	4.061	4.061	4.061	4.061
		Vy	-0.373	-0.373	-0.373	-0.373	-0.373	-0.373	-0.373	-0.373	-0.373
		Vz	-21.228	-20.583	-19.615	-18.970	-18.002	-17.035	-16.390	-13.190	-11.057
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	-48.92	-40.56	-28.50	-20.78	-9.69	0.82	7.51	16.38	21.23
	Mz	-3.21	-3.06	-2.83	-2.68	-2.46	-2.24	-2.09	-1.86	-1.71	
	V(180°) H2	N	-6.862	-6.862	-6.862	-6.862	-6.862	-6.862	-6.862	-6.862	-6.862
		Vy	-0.315	-0.315	-0.315	-0.315	-0.315	-0.315	-0.315	-0.315	-0.315
		Vz	-21.361	-20.716	-19.749	-19.104	-18.136	-17.168	-16.523	-13.323	-11.190
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	-50.21	-41.79	-29.65	-21.88	-10.71	-0.12	6.62	15.57	20.48
		Mz	-4.18	-4.05	-3.86	-3.73	-3.55	-3.36	-3.23	-3.04	-2.92
	V(270°) H1	N	19.102	19.102	19.102	19.102	19.102	19.102	19.102	19.102	19.102
		Vy	0.095	0.095	0.095	0.095	0.095	0.095	0.095	0.095	0.095
		Vz	19.359	18.793	17.944	17.378	16.528	15.679	15.113	12.565	10.866
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	59.22	51.59	40.57	33.51	23.34	13.67	7.52	-0.79	-5.47
Mz		0.30	0.27	0.21	0.17	0.12	0.06	0.02	-0.04	-0.07	
N(ED)	N	-21.141	-21.141	-21.141	-21.141	-21.141	-21.141	-21.141	-21.141	-21.141	
	Vy	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	
	Vz	-0.270	-0.270	-0.270	-0.270	-0.270	-0.270	-0.270	-0.270	-0.270	
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	My	-2.60	-2.49	-2.33	-2.22	-2.06	-1.90	-1.79	-1.63	-1.52	
	Mz	-1.03	-1.03	-1.03	-1.03	-1.03	-1.03	-1.03	-1.03	-1.03	

Esfuerzos en barras, por hipótesis											
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.500 m	1.000 m	1.500 m	2.000 m	2.500 m	3.000 m	3.500 m	4.000 m
N148/N147	Peso propio	N	-28.511	-27.288	-26.065	-24.842	-23.619	-22.396	-21.173	-19.950	-18.727
		Vy	-0.404	-0.404	-0.404	-0.404	-0.404	-0.404	-0.404	-0.404	-0.404
		Vz	-0.125	-0.125	-0.125	-0.125	-0.125	-0.125	-0.125	-0.125	-0.125
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	-0.70	-0.64	-0.58	-0.52	-0.45	-0.39	-0.33	-0.27	-0.20
		Mz	-0.45	-0.25	-0.05	0.15	0.36	0.56	0.76	0.96	1.16
	Q 1 (Uso C)	N	-0.057	-0.057	-0.057	-0.057	-0.057	-0.057	-0.057	-0.057	-0.057
		Vy	-0.012	-0.012	-0.012	-0.012	-0.012	-0.012	-0.012	-0.012	-0.012
		Vz	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00
		Mz	-0.01	-0.01	0.00	0.01	0.01	0.02	0.03	0.03	0.04
	Q 1 (Uso G1)	N	-9.393	-9.393	-9.393	-9.393	-9.393	-9.393	-9.393	-9.393	-9.393
		Vy	-0.382	-0.382	-0.382	-0.382	-0.382	-0.382	-0.382	-0.382	-0.382
		Vz	-0.120	-0.120	-0.120	-0.120	-0.120	-0.120	-0.120	-0.120	-0.120
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	-0.68	-0.62	-0.56	-0.50	-0.44	-0.38	-0.32	-0.26	-0.20
		Mz	-0.41	-0.22	-0.03	0.16	0.35	0.54	0.73	0.92	1.12
V(0°) H1	N	11.605	11.605	11.605	11.605	11.605	11.605	11.605	11.605	11.605	
	Vy	2.225	2.225	2.225	2.225	2.225	2.225	2.225	2.225	2.225	
	Vz	-8.790	-6.661	-4.533	-2.404	-0.275	1.853	3.982	6.111	8.239	
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	My	17.55	21.41	24.21	25.95	26.62	26.22	24.76	22.24	18.65	
	Mz	2.41	1.30	0.18	-0.93	-2.04	-3.15	-4.27	-5.38	-6.49	

TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA



Proyecto Estructural de edificio industrial de 1500m² situado en Mora de Rubielos

Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

Esfuerzos en barras, por hipótesis											
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.500 m	1.000 m	1.500 m	2.000 m	2.500 m	3.000 m	3.500 m	4.000 m
	V(0°) H2	N	4.015	4.015	4.015	4.015	4.015	4.015	4.015	4.015	4.015
		Vy	2.331	2.331	2.331	2.331	2.331	2.331	2.331	2.331	2.331
		Vz	-8.892	-6.763	-4.635	-2.506	-0.377	1.751	3.880	6.009	8.137
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	16.97	20.89	23.74	25.52	26.24	25.90	24.49	22.02	18.48
		Mz	2.64	1.48	0.31	-0.86	-2.02	-3.19	-4.35	-5.52	-6.68
	V(90°) H1	N	10.773	10.773	10.773	10.773	10.773	10.773	10.773	10.773	10.773
		Vy	0.259	0.259	0.259	0.259	0.259	0.259	0.259	0.259	0.259
		Vz	-5.618	-4.698	-3.777	-2.856	-1.936	-1.015	-0.095	0.826	1.746
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	-2.74	-0.16	1.96	3.61	4.81	5.55	5.83	5.64	5.00
		Mz	0.31	0.18	0.05	-0.08	-0.21	-0.34	-0.47	-0.60	-0.73
	V(180°) H1	N	4.061	4.061	4.061	4.061	4.061	4.061	4.061	4.061	4.061
		Vy	-1.505	-1.505	-1.505	-1.505	-1.505	-1.505	-1.505	-1.505	-1.505
		Vz	-11.057	-8.390	-5.723	-3.057	-0.390	2.277	4.943	7.610	10.276
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	21.23	26.09	29.62	31.81	32.68	32.20	30.40	27.26	22.79
		Mz	-1.56	-0.81	-0.06	0.70	1.45	2.20	2.96	3.71	4.46
	V(180°) H2	N	-6.862	-6.862	-6.862	-6.862	-6.862	-6.862	-6.862	-6.862	-6.862
		Vy	-2.369	-2.369	-2.369	-2.369	-2.369	-2.369	-2.369	-2.369	-2.369
		Vz	-11.190	-8.524	-5.857	-3.190	-0.524	2.143	4.809	7.476	10.143
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	20.48	25.40	29.00	31.26	32.19	31.78	30.05	26.98	22.57
		Mz	-2.64	-1.45	-0.27	0.92	2.10	3.29	4.47	5.65	6.84
	V(270°) H1	N	19.102	19.102	19.102	19.102	19.102	19.102	19.102	19.102	19.102
		Vy	0.072	0.072	0.072	0.072	0.072	0.072	0.072	0.072	0.072
		Vz	10.866	8.743	6.620	4.497	2.373	0.250	-1.873	-3.997	-6.120
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	-5.47	-10.38	-14.22	-17.00	-18.71	-19.37	-18.96	-17.50	-14.97
		Mz	-0.07	-0.11	-0.14	-0.18	-0.21	-0.25	-0.29	-0.32	-0.36
	N(EI)	N	-21.141	-21.141	-21.141	-21.141	-21.141	-21.141	-21.141	-21.141	-21.141
		Vy	-0.856	-0.856	-0.856	-0.856	-0.856	-0.856	-0.856	-0.856	-0.856
		Vz	-0.270	-0.270	-0.270	-0.270	-0.270	-0.270	-0.270	-0.270	-0.270
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	-1.52	-1.39	-1.25	-1.12	-0.98	-0.85	-0.71	-0.58	-0.44
		Mz	-0.91	-0.48	-0.05	0.37	0.80	1.23	1.66	2.09	2.52

Esfuerzos en barras, por hipótesis											
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.205 m	0.410 m	0.615 m	0.820 m	1.025 m	1.230 m	1.435 m	1.640 m
N147/N55	Peso propio	N	-16.111	-15.615	-15.131	-14.657	-14.194	-13.743	-13.302	-12.873	-12.455
		Vy	0.625	0.625	0.625	0.625	0.625	0.625	0.625	0.625	0.625
		Vz	-0.125	-0.125	-0.125	-0.125	-0.125	-0.125	-0.125	-0.125	-0.125
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	-0.20	-0.18	-0.15	-0.13	-0.10	-0.08	-0.05	-0.03	0.00
		Mz	1.03	0.90	0.77	0.64	0.51	0.38	0.26	0.13	0.00
	Q 1 (Uso C)	N	-0.057	-0.057	-0.057	-0.057	-0.057	-0.057	-0.057	-0.057	-0.057
		Vy	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020
		Vz	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.00	0.00
	Q 1 (Uso G1)	N	-9.393	-9.393	-9.393	-9.393	-9.393	-9.393	-9.393	-9.393	



Esfuerzos en barras, por hipótesis											
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.205 m	0.410 m	0.615 m	0.820 m	1.025 m	1.230 m	1.435 m	1.640 m
		Vy	0.599	0.599	0.599	0.599	0.599	0.599	0.599	0.599	0.599
		Vz	-0.120	-0.120	-0.120	-0.120	-0.120	-0.120	-0.120	-0.120	-0.120
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	-0.20	-0.17	-0.15	-0.12	-0.10	-0.07	-0.05	-0.02	0.00
		Mz	0.98	0.86	0.74	0.61	0.49	0.37	0.25	0.12	0.00
	V(0°) H1	N	11.605	11.605	11.605	11.605	11.605	11.605	11.605	11.605	11.605
		Vy	-3.489	-3.489	-3.489	-3.489	-3.489	-3.489	-3.489	-3.489	-3.489
		Vz	8.239	9.091	9.916	10.709	11.464	12.186	12.874	13.526	15.089
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	18.65	16.87	14.93	12.81	10.54	8.11	5.54	2.84	0.00
	V(0°) H2	N	4.015	4.015	4.015	4.015	4.015	4.015	4.015	4.015	4.015
		Vy	-3.588	-3.588	-3.588	-3.588	-3.588	-3.588	-3.588	-3.588	-3.588
		Vz	8.137	8.989	9.814	10.607	11.362	12.084	12.772	13.424	14.987
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	18.48	16.73	14.80	12.71	10.45	8.05	5.50	2.82	0.00
	V(90°) H1	N	10.773	10.773	10.773	10.773	10.773	10.773	10.773	10.773	10.773
		Vy	-0.390	-0.390	-0.390	-0.390	-0.390	-0.390	-0.390	-0.390	-0.390
		Vz	1.746	2.114	2.462	2.791	3.101	3.391	3.663	3.914	4.508
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	5.00	4.61	4.14	3.60	2.99	2.33	1.60	0.83	0.00
	V(180°) H1	N	4.061	4.061	4.061	4.061	4.061	4.061	4.061	4.061	4.061
Vy		2.399	2.399	2.399	2.399	2.399	2.399	2.399	2.399	2.399	
Vz		10.276	11.321	12.306	13.221	14.070	14.850	15.562	16.231	17.791	
Mt		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
My		22.79	20.58	18.15	15.53	12.73	9.77	6.65	3.39	0.00	
V(180°) H2	N	-6.862	-6.862	-6.862	-6.862	-6.862	-6.862	-6.862	-6.862	-6.862	
	Vy	3.673	3.673	3.673	3.673	3.673	3.673	3.673	3.673	3.673	
	Vz	10.143	11.188	12.172	13.088	13.936	14.717	15.429	16.097	17.657	
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	My	22.57	20.38	17.99	15.40	12.62	9.69	6.60	3.36	0.00	
V(270°) H1	N	19.102	19.102	19.102	19.102	19.102	19.102	19.102	19.102	19.102	
	Vy	-0.196	-0.196	-0.196	-0.196	-0.196	-0.196	-0.196	-0.196	-0.196	
	Vz	-6.120	-6.968	-7.772	-8.531	-9.245	-9.915	-10.540	-11.120	-12.490	
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	My	-14.97	-13.63	-12.11	-10.44	-8.62	-6.65	-4.56	-2.34	0.00	
N(ED)	N	-21.141	-21.141	-21.141	-21.141	-21.141	-21.141	-21.141	-21.141	-21.141	
	Vy	1.352	1.352	1.352	1.352	1.352	1.352	1.352	1.352	1.352	
	Vz	-0.270	-0.270	-0.270	-0.270	-0.270	-0.270	-0.270	-0.270	-0.270	
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	My	-0.44	-0.39	-0.33	-0.28	-0.22	-0.17	-0.11	-0.06	0.00	
		Mz	2.22	1.94	1.66	1.39	1.11	0.83	0.55	0.28	0.00

Esfuerzos en barras, por hipótesis											
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.400 m	1.000 m	1.400 m	2.000 m	2.600 m	3.000 m	3.600 m	4.000 m
N53/N149	Peso propio	N	-57.148	-56.240	-54.878	-53.970	-52.608	-51.246	-50.338	-48.870	-47.892
		Vy	-0.010	-0.010	-0.010	-0.010	-0.010	-0.010	-0.010	-0.010	-0.010



Esfuerzos en barras, por hipótesis											
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.400 m	1.000 m	1.400 m	2.000 m	2.600 m	3.000 m	3.600 m	4.000 m
		Vz	-0.891	-0.891	-0.891	-0.891	-0.891	-0.891	-0.891	-0.891	-0.891
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	-2.95	-2.59	-2.06	-1.70	-1.17	-0.63	-0.27	0.26	0.62
		Mz	-0.48	-0.48	-0.47	-0.47	-0.46	-0.45	-0.45	-0.44	-0.44
Q 1 (Uso C)		N	-0.120	-0.120	-0.120	-0.120	-0.120	-0.120	-0.120	-0.120	-0.120
		Vy	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005
		Vz	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
		Mz	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
Q 1 (Uso G1)		N	-22.075	-22.075	-22.075	-22.075	-22.075	-22.075	-22.075	-22.075	-22.075
		Vy	-0.029	-0.029	-0.029	-0.029	-0.029	-0.029	-0.029	-0.029	-0.029
		Vz	-0.809	-0.809	-0.809	-0.809	-0.809	-0.809	-0.809	-0.809	-0.809
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	-2.66	-2.33	-1.85	-1.53	-1.04	-0.55	-0.23	0.26	0.58
		Mz	-0.53	-0.52	-0.50	-0.49	-0.47	-0.45	-0.44	-0.42	-0.41
V(0°) H1		N	20.349	20.349	20.349	20.349	20.349	20.349	20.349	20.349	20.349
		Vy	0.621	0.621	0.621	0.621	0.621	0.621	0.621	0.621	0.621
		Vz	-31.759	-30.146	-27.727	-26.115	-23.696	-21.277	-19.664	-16.761	-14.826
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	-76.19	-63.80	-46.44	-35.67	-20.73	-7.24	0.95	11.88	18.19
		Mz	4.48	4.24	3.86	3.61	3.24	2.87	2.62	2.25	2.00
V(0°) H2		N	-1.696	-1.696	-1.696	-1.696	-1.696	-1.696	-1.696	-1.696	-1.696
		Vy	0.568	0.568	0.568	0.568	0.568	0.568	0.568	0.568	0.568
		Vz	-32.558	-30.946	-28.527	-26.914	-24.495	-22.076	-20.464	-17.561	-15.626
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	-78.83	-66.13	-48.29	-37.20	-21.78	-7.80	0.70	12.11	18.75
		Mz	4.55	4.33	3.99	3.76	3.42	3.08	2.85	2.51	2.28
V(90°) H1		N	10.140	10.140	10.140	10.140	10.140	10.140	10.140	10.140	10.140
		Vy	-0.007	-0.007	-0.007	-0.007	-0.007	-0.007	-0.007	-0.007	-0.007
		Vz	-13.137	-12.523	-11.602	-10.989	-10.068	-9.148	-8.534	-7.429	-6.693
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	-44.06	-38.92	-31.69	-27.17	-20.85	-15.09	-11.55	-6.76	-3.94
		Mz	0.35	0.36	0.36	0.36	0.37	0.37	0.37	0.38	0.38
V(180°) H1		N	19.218	19.218	19.218	19.218	19.218	19.218	19.218	19.218	19.218
		Vy	-0.542	-0.542	-0.542	-0.542	-0.542	-0.542	-0.542	-0.542	-0.542
		Vz	-31.794	-30.181	-27.762	-26.150	-23.731	-21.312	-19.699	-16.797	-14.862
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	-75.97	-63.58	-46.20	-35.41	-20.45	-6.94	1.27	12.21	18.55
		Mz	-3.46	-3.24	-2.92	-2.70	-2.37	-2.05	-1.83	-1.51	-1.29
V(180°) H2		N	-2.947	-2.947	-2.947	-2.947	-2.947	-2.947	-2.947	-2.947	-2.947
		Vy	-0.549	-0.549	-0.549	-0.549	-0.549	-0.549	-0.549	-0.549	-0.549
		Vz	-32.597	-30.984	-28.565	-26.953	-24.534	-22.115	-20.502	-17.600	-15.665
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	-78.60	-65.88	-48.02	-36.91	-21.47	-7.47	1.05	12.48	19.13
		Mz	-4.58	-4.36	-4.03	-3.81	-3.48	-3.15	-2.93	-2.60	-2.38
V(270°) H1		N	30.853	30.853	30.853	30.853	30.853	30.853	30.853	30.853	30.853
		Vy	-0.057	-0.057	-0.057	-0.057	-0.057	-0.057	-0.057	-0.057	-0.057
		Vz	30.670	29.254	27.131	25.716	23.592	21.469	20.053	17.506	15.807
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	87.54	75.55	58.63	48.07	33.27	19.75	11.45	0.18	-6.48
		Mz	0.01	0.04	0.07	0.09	0.13	0.16	0.19	0.22	0.24
N(ED)		N	-49.675	-49.675	-49.675	-49.675	-49.675	-49.675	-49.675	-49.675	-49.675
		Vy	-0.078	-0.078	-0.078	-0.078	-0.078	-0.078	-0.078	-0.078	-0.078



Esfuerzos en barras, por hipótesis											
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.400 m	1.000 m	1.400 m	2.000 m	2.600 m	3.000 m	3.600 m	4.000 m
		Vz	-1.821	-1.821	-1.821	-1.821	-1.821	-1.821	-1.821	-1.821	-1.821
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	-5.98	-5.25	-4.16	-3.43	-2.34	-1.25	-0.52	0.57	1.30
		Mz	-1.22	-1.19	-1.14	-1.11	-1.07	-1.02	-0.99	-0.94	-0.91

Esfuerzos en barras, por hipótesis												
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.000 m	0.500 m	1.000 m	1.500 m	2.000 m	2.500 m	3.000 m	3.500 m	4.000 m	
N149/N146	Peso propio	N	-45.241	-44.018	-42.795	-41.572	-40.349	-39.126	-37.903	-36.680	-35.457	
		Vy	-0.315	-0.315	-0.315	-0.315	-0.315	-0.315	-0.315	-0.315	-0.315	-0.315
		Vz	-0.891	-0.891	-0.891	-0.891	-0.891	-0.891	-0.891	-0.891	-0.891	-0.891
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.62	1.06	1.51	1.95	2.40	2.84	3.29	3.73	4.18	4.62
		Mz	-0.40	-0.24	-0.08	0.07	0.23	0.39	0.55	0.70	0.86	0.91
	Q I (Uso C)	N	-0.120	-0.120	-0.120	-0.120	-0.120	-0.120	-0.120	-0.120	-0.120	-0.120
		Vy	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002
		Vz	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01
	Q I (Uso G1)	N	-22.075	-22.075	-22.075	-22.075	-22.075	-22.075	-22.075	-22.075	-22.075	-22.075
		Vy	-0.305	-0.305	-0.305	-0.305	-0.305	-0.305	-0.305	-0.305	-0.305	-0.305
		Vz	-0.809	-0.809	-0.809	-0.809	-0.809	-0.809	-0.809	-0.809	-0.809	-0.809
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.58	0.98	1.39	1.79	2.20	2.60	3.01	3.41	3.82	4.22
		Mz	-0.37	-0.22	-0.07	0.08	0.24	0.39	0.54	0.69	0.84	0.99
	V(0°) H1	N	20.349	20.349	20.349	20.349	20.349	20.349	20.349	20.349	20.349	20.349
		Vy	1.747	1.747	1.747	1.747	1.747	1.747	1.747	1.747	1.747	1.747
		Vz	-14.826	-12.407	-9.988	-7.570	-5.151	-2.732	-0.313	2.106	4.525	6.944
Mt		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
My		18.19	25.00	30.60	34.99	38.17	40.14	40.90	40.45	38.80	36.15	
Mz		1.85	0.98	0.10	-0.77	-1.65	-2.52	-3.39	-4.27	-5.14	-6.01	
V(0°) H2	N	-1.696	-1.696	-1.696	-1.696	-1.696	-1.696	-1.696	-1.696	-1.696	-1.696	
	Vy	1.935	1.935	1.935	1.935	1.935	1.935	1.935	1.935	1.935	1.935	
	Vz	-15.626	-13.207	-10.788	-8.369	-5.950	-3.531	-1.112	1.307	3.726	6.145	
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	My	18.75	25.96	31.95	36.74	40.32	42.69	43.85	43.81	42.55	40.80	
	Mz	2.10	1.13	0.16	-0.81	-1.77	-2.74	-3.71	-4.68	-5.64	-6.61	
V(90°) H1	N	10.140	10.140	10.140	10.140	10.140	10.140	10.140	10.140	10.140	10.140	
	Vy	0.259	0.259	0.259	0.259	0.259	0.259	0.259	0.259	0.259	0.259	
	Vz	-6.693	-5.772	-4.852	-3.931	-3.011	-2.090	-1.170	-0.249	0.671	1.551	
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	My	-3.94	-0.82	1.84	4.03	5.77	7.04	7.86	8.21	8.11	8.01	
	Mz	0.34	0.22	0.09	-0.04	-0.17	-0.30	-0.43	-0.56	-0.69	-0.82	
V(180°) H1	N	19.218	19.218	19.218	19.218	19.218	19.218	19.218	19.218	19.218	19.218	
	Vy	-1.201	-1.201	-1.201	-1.201	-1.201	-1.201	-1.201	-1.201	-1.201	-1.201	
	Vz	-14.862	-12.443	-10.024	-7.605	-5.186	-2.767	-0.348	2.071	4.490	6.909	
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	My	18.55	25.37	30.99	35.40	38.59	40.58	41.36	40.93	39.29	36.64	
	Mz	-1.20	-0.60	0.00	0.60	1.20	1.80	2.40	3.00	3.61	4.21	
V(180°) H2	N	-2.947	-2.947	-2.947	-2.947	-2.947	-2.947	-2.947	-2.947	-2.947	-2.947	
	Vy	-1.990	-1.990	-1.990	-1.990	-1.990	-1.990	-1.990	-1.990	-1.990	-1.990	
	Vz	-15.665	-13.246	-10.827	-8.408	-5.989	-3.570	-1.151	1.268	3.687	6.106	

TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA



Proyecto Estructural de edificio industrial de 1500m² situado en Mora de Rubielos

Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

Esfuerzos en barras, por hipótesis												
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.000 m	0.500 m	1.000 m	1.500 m	2.000 m	2.500 m	3.000 m	3.500 m	4.000 m	
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	19.13	26.36	32.38	37.19	40.79	43.18	44.36	44.33	43.09	
		Mz	-2.18	-1.19	-0.19	0.80	1.80	2.79	3.79	4.78	5.78	
	V(270°) H1	N	30.853	30.853	30.853	30.853	30.853	30.853	30.853	30.853	30.853	30.853
		Vy	0.131	0.131	0.131	0.131	0.131	0.131	0.131	0.131	0.131	0.131
		Vz	15.807	13.684	11.560	9.437	7.314	5.191	3.067	0.944	-1.179	
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	-6.48	-13.85	-20.16	-25.41	-29.60	-32.73	-34.79	-35.79	-35.74	
		Mz	0.22	0.15	0.09	0.02	-0.04	-0.11	-0.17	-0.24	-0.31	
	N(ED)	N	-49.675	-49.675	-49.675	-49.675	-49.675	-49.675	-49.675	-49.675	-49.675	-49.675
		Vy	-0.684	-0.684	-0.684	-0.684	-0.684	-0.684	-0.684	-0.684	-0.684	-0.684
		Vz	-1.821	-1.821	-1.821	-1.821	-1.821	-1.821	-1.821	-1.821	-1.821	-1.821
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	1.30	2.21	3.12	4.03	4.94	5.85	6.76	7.67	8.58	
		Mz	-0.83	-0.49	-0.15	0.20	0.54	0.88	1.22	1.56	1.91	

Esfuerzos en barras, por hipótesis											
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.414 m	1.036 m	1.451 m	1.865 m	2.279 m	2.901 m	3.316 m	3.730 m
N146/N50	Peso propio	N	-32.806	-31.792	-30.271	-29.258	-28.244	-27.251	-25.924	-25.152	-24.471
		Vy	0.286	0.286	0.286	0.286	0.286	0.286	0.286	0.286	0.286
		Vz	-0.891	-0.891	-0.891	-0.891	-0.891	-0.891	-0.891	-0.891	-0.891
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	4.18	4.55	5.10	5.47	5.84	6.21	6.76	7.13	7.50
		Mz	0.78	0.66	0.48	0.36	0.25	0.13	-0.05	-0.17	-0.29
	Q 1 (Uso C)	N	-0.120	-0.120	-0.120	-0.120	-0.120	-0.120	-0.120	-0.120	-0.120
		Vy	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009
		Vz	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
		Mz	0.01	0.00	0.00	-0.01	-0.01	-0.01	-0.02	-0.02	-0.03
	Q 1 (Uso G1)	N	-22.075	-22.075	-22.075	-22.075	-22.075	-22.075	-22.075	-22.075	-22.075
		Vy	0.276	0.276	0.276	0.276	0.276	0.276	0.276	0.276	0.276
		Vz	-0.809	-0.809	-0.809	-0.809	-0.809	-0.809	-0.809	-0.809	-0.809
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	3.82	4.15	4.65	4.99	5.33	5.66	6.16	6.50	6.84
		Mz	0.77	0.65	0.48	0.37	0.25	0.14	-0.04	-0.15	-0.26
	V(0°) H1	N	20.349	20.349	20.349	20.349	20.349	20.349	20.349	20.349	20.349
		Vy	-1.439	-1.439	-1.439	-1.439	-1.439	-1.439	-1.439	-1.439	-1.439
		Vz	4.525	6.530	9.537	11.543	13.548	15.458	17.578	18.472	19.038
Mt		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
My		38.80	36.51	31.51	27.14	21.94	15.92	5.61	-1.88	-9.65	
Mz		-4.71	-4.11	-3.22	-2.62	-2.03	-1.43	-0.54	0.06	0.66	
V(0°) H2	N	-1.696	-1.696	-1.696	-1.696	-1.696	-1.696	-1.696	-1.696	-1.696	
	Vy	-1.720	-1.720	-1.720	-1.720	-1.720	-1.720	-1.720	-1.720	-1.720	
	Vz	3.726	5.731	8.738	10.743	12.748	14.659	16.779	17.672	18.239	
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	My	42.55	40.59	36.09	32.05	27.19	21.50	11.68	4.52	-2.91	
	Mz	-5.15	-4.44	-3.37	-2.65	-1.94	-1.23	-0.16	0.55	1.27	
V(90°) H1	N	10.140	10.140	10.140	10.140	10.140	10.140	10.140	10.140	10.140	
	Vy	-0.226	-0.226	-0.226	-0.226	-0.226	-0.226	-0.226	-0.226	-0.226	
	Vz	0.671	1.434	2.579	3.342	4.105	4.832	5.639	5.979	6.195	
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	



Esfuerzos en barras, por hipótesis												
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.000 m	0.414 m	1.036 m	1.451 m	1.865 m	2.279 m	2.901 m	3.316 m	3.730 m	
	V(180°) H1	My	8.11	7.67	6.42	5.20	3.65	1.80	-1.48	-3.89	-6.41	
		Mz	-0.63	-0.53	-0.39	-0.30	-0.21	-0.11	0.03	0.12	0.22	
		N	19.218	19.218	19.218	19.218	19.218	19.218	19.218	19.218	19.218	19.218
		Vy	0.936	0.936	0.936	0.936	0.936	0.936	0.936	0.936	0.936	0.936
		Vz	4.490	6.495	9.502	11.507	13.512	15.423	17.543	18.437	19.003	19.003
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	My	39.29	37.01	32.04	27.69	22.50	16.50	6.20	-1.27	-9.02	-9.02	
	Mz	3.32	2.93	2.35	1.96	1.57	1.18	0.60	0.21	-0.17	-0.17	
	V(180°) H2	N	-2.947	-2.947	-2.947	-2.947	-2.947	-2.947	-2.947	-2.947	-2.947	-2.947
		Vy	1.763	1.763	1.763	1.763	1.763	1.763	1.763	1.763	1.763	1.763
		Vz	3.687	5.692	8.699	10.704	12.709	14.620	16.740	17.634	18.200	18.200
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	43.09	41.15	36.67	32.65	27.80	22.13	12.33	5.19	-2.23	-2.23
		Mz	5.27	4.54	3.44	2.71	1.98	1.25	0.15	-0.58	-1.31	-1.31
	V(270°) H1	N	30.853	30.853	30.853	30.853	30.853	30.853	30.853	30.853	30.853	30.853
		Vy	-0.099	-0.099	-0.099	-0.099	-0.099	-0.099	-0.099	-0.099	-0.099	-0.099
		Vz	-1.179	-2.939	-5.579	-7.339	-9.099	-10.776	-12.637	-13.421	-13.919	-13.919
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	-35.74	-34.88	-32.23	-29.56	-26.15	-22.02	-14.70	-9.29	-3.63	-3.63
		Mz	-0.27	-0.23	-0.17	-0.13	-0.09	-0.05	0.01	0.05	0.09	0.09
	N(ED)	N	-49.675	-49.675	-49.675	-49.675	-49.675	-49.675	-49.675	-49.675	-49.675	-49.675
Vy		0.625	0.625	0.625	0.625	0.625	0.625	0.625	0.625	0.625	0.625	
Vz		-1.821	-1.821	-1.821	-1.821	-1.821	-1.821	-1.821	-1.821	-1.821	-1.821	
Mt		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
My		8.58	9.34	10.47	11.22	11.98	12.73	13.87	14.62	15.37	15.37	
Mz		1.73	1.47	1.08	0.82	0.56	0.31	-0.08	-0.34	-0.60	-0.60	

Esfuerzos en barras, por hipótesis											
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.912 m	1.825 m	2.737 m	3.650 m	4.563 m	5.475 m	6.388 m	7.300 m
N148/N64	Peso propio	N	2.709	2.709	2.709	2.709	2.709	2.709	2.709	2.709	2.709
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	-1.290	-0.968	-0.645	-0.323	0.000	0.323	0.645	0.968	1.361
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	1.03	1.77	2.21	2.35	2.21	1.77	1.03	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Q 1 (Uso C)	N	0.026	0.026	0.026	0.026	0.026	0.026	0.026	0.026	0.026
		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	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Q 1 (Uso G1)	N	2.323	2.323	2.323	2.323	2.323	2.323	2.323	2.323	2.323
		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	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	V(0°) H1	N	-9.244	-9.244	-9.244	-9.244	-9.244	-9.244	-9.244	-9.244	-9.244
		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		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
My		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Mz		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	

TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA



Proyecto Estructural de edificio industrial de 1500m² situado en Mora de Rubielos

Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

Esfuerzos en barras, por hipótesis												
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.000 m	0.912 m	1.825 m	2.737 m	3.650 m	4.563 m	5.475 m	6.388 m	7.300 m	
	V(0°) H2	Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		N	-8.348	-8.348	-8.348	-8.348	-8.348	-8.348	-8.348	-8.348	-8.348	-8.348
		Vy	0.000	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	0.000
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	V(90°) H1	Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		N	1.290	1.290	1.290	1.290	1.290	1.290	1.290	1.290	1.290	1.290
		Vy	0.000	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	0.000
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	V(180°) H1	Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		N	2.770	2.770	2.770	2.770	2.770	2.770	2.770	2.770	2.770	2.770
		Vy	0.000	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	0.000
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	V(180°) H2	Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		N	6.682	6.682	6.682	6.682	6.682	6.682	6.682	6.682	6.682	6.682
		Vy	0.000	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	0.000	
Mt		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
My		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
V(270°) H1	Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	N	4.411	4.411	4.411	4.411	4.411	4.411	4.411	4.411	4.411	4.411	
	Vy	0.000	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	0.000	
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
N(ED)	Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	N	5.129	5.129	5.129	5.129	5.129	5.129	5.129	5.129	5.129	5.129	
	Vy	0.000	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	0.000	
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	

Esfuerzos en barras, por hipótesis											
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.938 m	1.875 m	2.813 m	3.750 m	4.688 m	5.625 m	6.563 m	7.500 m
N149/N148	Peso propio	N	2.270	2.270	2.270	2.270	2.270	2.270	2.270	2.270	2.270
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	-1.326	-0.994	-0.663	-0.331	0.000	0.331	0.663	0.994	1.326
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	1.09	1.86	2.33	2.49	2.33	1.86	1.09	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Q 1 (Uso C)	N	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004
		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	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00



Esfuerzos en barras, por hipótesis												
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.000 m	0.938 m	1.875 m	2.813 m	3.750 m	4.688 m	5.625 m	6.563 m	7.500 m	
	Q 1 (Uso G1)	N	1.936	1.936	1.936	1.936	1.936	1.936	1.936	1.936	1.936	1.936
		Vy	0.000	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	0.000
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	V(0°) H1	N	-7.336	-7.336	-7.336	-7.336	-7.336	-7.336	-7.336	-7.336	-7.336	-7.336
		Vy	0.000	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	0.000
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	V(0°) H2	N	-6.301	-6.301	-6.301	-6.301	-6.301	-6.301	-6.301	-6.301	-6.301	-6.301
		Vy	0.000	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	0.000
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
V(90°) H1	N	1.530	1.530	1.530	1.530	1.530	1.530	1.530	1.530	1.530	1.530	
	Vy	0.000	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	0.000	
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
V(180°) H1	N	1.638	1.638	1.638	1.638	1.638	1.638	1.638	1.638	1.638	1.638	
	Vy	0.000	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	0.000	
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
V(180°) H2	N	4.628	4.628	4.628	4.628	4.628	4.628	4.628	4.628	4.628	4.628	
	Vy	0.000	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	0.000	
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
V(270°) H1	N	4.389	4.389	4.389	4.389	4.389	4.389	4.389	4.389	4.389	4.389	
	Vy	0.000	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	0.000	
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
N(EI)	N	4.274	4.274	4.274	4.274	4.274	4.274	4.274	4.274	4.274	4.274	
	Vy	0.000	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	0.000	
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	

Esfuerzos en barras, por hipótesis											
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.912 m	1.825 m	2.737 m	3.650 m	4.563 m	5.475 m	6.388 m	7.300 m
N147/N49	Peso propio	N	5.692	5.692	5.692	5.692	5.692	5.692	5.692	5.692	5.692



Esfuerzos en barras, por hipótesis											
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.912 m	1.825 m	2.737 m	3.650 m	4.563 m	5.475 m	6.388 m	7.300 m
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	-1.290	-0.968	-0.645	-0.323	0.000	0.323	0.645	0.968	1.361
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	1.03	1.77	2.21	2.35	2.21	1.77	1.03	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q 1 (Uso C)		N	-0.237	-0.237	-0.237	-0.237	-0.237	-0.237	-0.237	-0.237	-0.237
		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	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q 1 (Uso G1)		N	5.366	5.366	5.366	5.366	5.366	5.366	5.366	5.366	5.366
		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	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
V(0°) H1		N	1.842	1.842	1.842	1.842	1.842	1.842	1.842	1.842	1.842
		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	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
V(0°) H2		N	7.947	7.947	7.947	7.947	7.947	7.947	7.947	7.947	7.947
		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	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
V(90°) H1		N	2.028	2.028	2.028	2.028	2.028	2.028	2.028	2.028	2.028
		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	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
V(180°) H1		N	-9.534	-9.534	-9.534	-9.534	-9.534	-9.534	-9.534	-9.534	-9.534
		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	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
V(180°) H2		N	-6.683	-6.683	-6.683	-6.683	-6.683	-6.683	-6.683	-6.683	-6.683
		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	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
V(270°) H1		N	-6.219	-6.219	-6.219	-6.219	-6.219	-6.219	-6.219	-6.219	-6.219
		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	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
N(ED)		N	12.054	12.054	12.054	12.054	12.054	12.054	12.054	12.054	



Esfuerzos en barras, por hipótesis											
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.912 m	1.825 m	2.737 m	3.650 m	4.563 m	5.475 m	6.388 m	7.300 m
		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	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Esfuerzos en barras, por hipótesis											
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.938 m	1.875 m	2.813 m	3.750 m	4.688 m	5.625 m	6.563 m	7.500 m
N146/N147	Peso propio	N	6.722	6.722	6.722	6.722	6.722	6.722	6.722	6.722	6.722
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	-1.326	-0.994	-0.663	-0.331	0.000	0.331	0.663	0.994	1.326
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	1.09	1.86	2.33	2.49	2.33	1.86	1.09	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Q I (Uso C)	N	-0.204	-0.204	-0.204	-0.204	-0.204	-0.204	-0.204	-0.204	-0.204
		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	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Q I (Uso G1)	N	6.347	6.347	6.347	6.347	6.347	6.347	6.347	6.347	6.347
		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	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
V(0°) H1	N	-3.872	-3.872	-3.872	-3.872	-3.872	-3.872	-3.872	-3.872	-3.872	
	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	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
V(0°) H2	N	2.029	2.029	2.029	2.029	2.029	2.029	2.029	2.029	2.029	
	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	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
V(90°) H1	N	1.378	1.378	1.378	1.378	1.378	1.378	1.378	1.378	1.378	
	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	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
V(180°) H1	N	-5.630	-5.630	-5.630	-5.630	-5.630	-5.630	-5.630	-5.630	-5.630	
	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	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
V(180°) H2	N	-0.641	-0.641	-0.641	-0.641	-0.641	-0.641	-0.641	-0.641	-0.641	
	Vy	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	0.938 m	1.875 m	2.813 m	3.750 m	4.688 m	5.625 m	6.563 m	7.500 m	
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	V(270°) H1	N	-6.487	-6.487	-6.487	-6.487	-6.487	-6.487	-6.487	-6.487	-6.487	-6.487
		Vy	0.000	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	0.000
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	N(EI)	N	14.262	14.262	14.262	14.262	14.262	14.262	14.262	14.262	14.262	14.262
		Vy	0.000	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	0.000
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Esfuerzos en barras, por hipótesis											
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.207 m	1.340 m	2.096 m	3.229 m	3.985 m	5.118 m	5.873 m	7.007 m	7.762 m
N49/N55	Peso propio	N	-7.438	-7.090	-6.861	-6.523	-6.300	-5.972	-5.756	-5.437	-5.227
		Vy	0.030	0.030	0.030	0.030	0.030	0.030	0.030	0.030	0.030
		Vz	-3.851	-2.305	-1.448	-0.179	0.655	1.887	2.697	3.893	4.678
		Mt	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
		My	-1.95	1.40	2.82	3.74	3.55	2.11	0.38	-3.36	-6.59
		Mz	-0.01	-0.04	-0.06	-0.10	-0.12	-0.15	-0.18	-0.21	-0.23
	Q 1 (Uso C)	N	0.274	0.274	0.274	0.274	0.274	0.274	0.274	0.274	0.274
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.023	0.023	0.023	0.023	0.023	0.023	0.023	0.023	0.023
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.09	0.07	0.05	0.02	0.01	-0.02	-0.04	-0.06	-0.08
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Q 1 (Uso G1)	N	-6.718	-6.426	-6.232	-5.940	-5.745	-5.453	-5.258	-4.966	-4.772
		Vy	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028
		Vz	-3.300	-2.005	-1.275	-0.180	0.550	1.645	2.375	3.470	4.200
		Mt	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
		My	-1.64	1.26	2.50	3.32	3.18	1.94	0.42	-2.89	-5.79
		Mz	-0.01	-0.04	-0.06	-0.09	-0.11	-0.15	-0.17	-0.20	-0.22
	V(0°) H1	N	-15.109	-15.109	-15.109	-15.109	-15.109	-15.109	-15.109	-15.109	-15.109
		Vy	0.815	0.327	0.093	-0.203	-0.363	-0.558	-0.664	-0.783	-0.806
		Vz	1.476	0.392	-0.219	-1.136	-1.748	-2.664	-3.276	-4.193	-4.804
Mt		-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	
My		-6.16	-7.12	-7.19	-6.42	-5.33	-2.83	-0.59	3.64	7.04	
Mz		-0.13	-0.72	-0.88	-0.81	-0.59	-0.07	0.40	1.23	1.83	
V(0°) H2	N	-11.362	-11.362	-11.362	-11.362	-11.362	-11.362	-11.362	-11.362	-11.362	
	Vy	0.843	0.355	0.121	-0.175	-0.335	-0.530	-0.636	-0.755	-0.778	
	Vz	-1.427	-1.438	-1.445	-1.454	-1.460	-1.470	-1.476	-1.485	-1.492	
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	My	-8.98	-7.36	-6.27	-4.63	-3.53	-1.87	-0.75	0.92	2.05	
	Mz	-0.13	-0.76	-0.94	-0.90	-0.71	-0.21	0.23	1.03	1.61	
V(90°) H1	N	1.410	1.410	1.410	1.410	1.410	1.410	1.410	1.410	1.410	
	Vy	0.524	0.233	0.094	-0.083	-0.179	-0.290	-0.342	-0.388	-0.397	
	Vz	3.506	2.153	1.391	0.247	-0.515	-1.659	-2.422	-3.565	-4.328	



Esfuerzos en barras, por hipótesis												
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.207 m	1.340 m	2.096 m	3.229 m	3.985 m	5.118 m	5.873 m	7.007 m	7.762 m	
		Mt	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01
		My	1.96	-1.13	-2.47	-3.40	-3.30	-2.07	-0.52	2.87	5.85	
		Mz	-0.06	-0.46	-0.58	-0.58	-0.48	-0.21	0.03	0.44	0.74	
	V(180°) H1	N	-2.537	-2.537	-2.537	-2.537	-2.537	-2.537	-2.537	-2.537	-2.537	-2.537
		Vy	1.838	0.754	0.241	-0.378	-0.706	-1.034	-1.172	-1.292	-1.315	
		Vz	5.849	3.402	2.023	0.861	0.401	-0.289	-0.749	-1.439	-1.899	
		Mt	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01
		My	8.79	3.76	1.71	0.25	-0.22	-0.29	0.10	1.34	2.61	
		Mz	-0.29	-1.64	-2.01	-1.92	-1.51	-0.52	0.32	1.72	2.71	
V(180°) H2	N	7.711	7.711	7.711	7.711	7.711	7.711	7.711	7.711	7.711	7.711	
	Vy	1.866	0.782	0.269	-0.350	-0.678	-1.006	-1.144	-1.264	-1.287		
	Vz	-0.012	0.525	0.827	1.281	1.583	2.037	2.340	2.793	3.096		
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	My	7.72	7.39	6.87	5.68	4.60	2.55	0.89	-2.01	-4.24		
	Mz	-0.29	-1.68	-2.07	-2.01	-1.63	-0.66	0.15	1.53	2.49		
V(270°) H1	N	-15.791	-15.791	-15.791	-15.791	-15.791	-15.791	-15.791	-15.791	-15.791	-15.791	
	Vy	-1.239	-0.570	-0.248	0.160	0.381	0.637	0.758	0.864	0.884		
	Vz	8.173	5.168	3.474	0.933	-0.761	-3.303	-4.997	-7.535	-9.227		
	Mt	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	
	My	6.87	-0.43	-3.69	-6.19	-6.25	-3.95	-0.82	6.29	12.62		
	Mz	0.18	1.13	1.44	1.48	1.27	0.68	0.16	-0.77	-1.43		
N(EI)	N	-15.069	-14.412	-13.974	-13.317	-12.879	-12.222	-11.784	-11.127	-10.689		
	Vy	0.064	0.064	0.064	0.064	0.064	0.064	0.064	0.064	0.064	0.064	
	Vz	-7.422	-4.508	-2.865	-0.401	1.241	3.705	5.347	7.811	9.453		
	Mt	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	
	My	-3.66	2.85	5.63	7.48	7.17	4.36	0.95	-6.51	-13.03		
	Mz	-0.01	-0.09	-0.14	-0.21	-0.26	-0.33	-0.38	-0.45	-0.50		

Esfuerzos en barras, por hipótesis												
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.000 m	0.761 m	1.902 m	2.662 m	3.803 m	4.944 m	5.705 m	6.845 m	7.606 m	
N55/N50	Peso propio	N	9.250	9.485	9.832	10.060	10.398	10.730	10.948	11.270	11.481	
		Vy	0.072	0.072	0.072	0.072	0.072	0.072	0.072	0.072	0.072	0.072
		Vz	-4.736	-3.855	-2.552	-1.696	-0.430	0.814	1.631	2.839	3.793	
		Mt	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01
		My	-6.77	-3.51	0.15	1.76	2.97	2.75	1.82	-0.73	-3.19	
		Mz	0.35	0.30	0.22	0.16	0.08	-0.01	-0.06	-0.14	-0.20	
	Q 1 (Uso C)	N	0.257	0.257	0.257	0.257	0.257	0.257	0.257	0.257	0.257	
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
		Vz	-0.016	-0.016	-0.016	-0.016	-0.016	-0.016	-0.016	-0.016	-0.016	
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
		My	-0.09	-0.08	-0.06	-0.05	-0.03	-0.01	0.00	0.02	0.03	
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	Q 1 (Uso G1)	N	9.389	9.585	9.879	10.075	10.369	10.663	10.859	11.153	11.349	
		Vy	0.067	0.067	0.067	0.067	0.067	0.067	0.067	0.067	0.067	
		Vz	-4.086	-3.351	-2.249	-1.514	-0.412	0.691	1.426	2.528	3.414	
		Mt	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	
		My	-5.96	-3.13	0.06	1.50	2.59	2.43	1.63	-0.63	-2.83	
		Mz	0.33	0.28	0.20	0.15	0.07	0.00	-0.05	-0.13	-0.18	
V(0°) H1	N	-21.744	-21.744	-21.744	-21.744	-21.744	-21.744	-21.744	-21.744	-21.744		
	Vy	1.717	1.266	0.677	0.343	-0.072	-0.383	-0.532	-0.668	-0.702		
	Vz	4.311	3.695	2.772	2.157	1.234	0.311	-0.812	-3.093	-4.925		
	Mt	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02		



Esfuerzos en barras, por hipótesis											
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.761 m	1.902 m	2.662 m	3.803 m	4.944 m	5.705 m	6.845 m	7.606 m
		My	8.27	5.23	1.54	-0.34	-2.27	-3.15	-3.05	-0.82	2.11
		Mz	1.67	0.54	-0.56	-0.94	-1.09	-0.82	-0.47	0.23	0.75
	V(0°) H2	N	-1.930	-1.930	-1.930	-1.930	-1.930	-1.930	-1.930	-1.930	-1.930
		Vy	1.783	1.332	0.743	0.408	-0.007	-0.317	-0.466	-0.602	-0.636
		Vz	0.677	0.671	0.661	0.655	0.645	0.636	0.630	0.620	0.612
		Mt	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
		My	3.36	2.84	2.08	1.58	0.84	0.11	-0.37	-1.08	-1.55
		Mz	1.99	0.81	-0.37	-0.80	-1.02	-0.83	-0.52	0.09	0.57
	V(90°) H1	N	-1.720	-1.720	-1.720	-1.720	-1.720	-1.720	-1.720	-1.720	-1.720
		Vy	0.628	0.456	0.232	0.105	-0.053	-0.171	-0.228	-0.280	-0.292
		Vz	4.206	3.438	2.287	1.519	0.368	-0.784	-1.551	-2.703	-3.628
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	5.97	3.06	-0.21	-1.65	-2.73	-2.49	-1.60	0.82	3.17
		Mz	0.53	0.12	-0.27	-0.40	-0.42	-0.29	-0.14	0.15	0.37
	V(180°) H1	N	-17.729	-17.729	-17.729	-17.729	-17.729	-17.729	-17.729	-17.729	-17.729
		Vy	1.776	1.325	0.736	0.401	-0.014	-0.324	-0.473	-0.610	-0.643
		Vz	2.112	1.649	0.954	0.491	-0.204	-0.899	-1.362	-2.056	-2.614
		Mt	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
		My	1.70	0.27	-1.21	-1.76	-1.92	-1.30	-0.44	1.51	3.25
		Mz	2.09	0.91	-0.25	-0.68	-0.89	-0.69	-0.38	0.25	0.72
	V(180°) H2	N	3.865	3.865	3.865	3.865	3.865	3.865	3.865	3.865	3.865
		Vy	1.842	1.391	0.802	0.468	0.053	-0.258	-0.407	-0.543	-0.577
		Vz	-2.293	-1.989	-1.532	-1.227	-0.771	-0.314	-0.009	0.448	0.815
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
My		-5.56	-3.93	-1.92	-0.87	0.27	0.89	1.01	0.76	0.31	
Mz		2.42	1.19	-0.05	-0.53	-0.81	-0.69	-0.43	0.12	0.55	
V(270°) H1	N	-31.423	-31.423	-31.423	-31.423	-31.423	-31.423	-31.423	-31.423	-31.423	
	Vy	-1.644	-1.248	-0.731	-0.437	-0.073	0.199	0.330	0.450	0.479	
	Vz	9.242	7.539	4.984	3.281	0.726	-1.829	-3.532	-6.087	-8.140	
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	My	12.64	6.26	-0.89	-4.03	-6.32	-5.69	-3.65	1.84	7.12	
	Mz	-2.18	-1.09	0.03	0.48	0.76	0.68	0.47	0.02	-0.34	
N(EI)	N	21.155	21.596	22.258	22.699	23.360	24.022	24.463	25.124	25.565	
	Vy	0.151	0.151	0.151	0.151	0.151	0.151	0.151	0.151	0.151	
	Vz	-9.196	-7.543	-5.062	-3.409	-0.928	1.552	3.206	5.686	7.679	
	Mt	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	
	My	-13.42	-7.05	0.14	3.36	5.83	5.48	3.67	-1.41	-6.36	
	Mz	0.74	0.63	0.45	0.34	0.17	-0.01	-0.12	-0.29	-0.41	

4.4.3.1.2 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 relativa xy		Flecha máxima absoluta xz Flecha máxima relativa xz		Flecha activa absoluta xy Flecha activa relativa xy		Flecha activa absoluta xz Flecha activa relativa xz	
	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)
N48/N49	5.683	0.41	3.000	1.11	5.923	0.79	3.000	1.79
	5.683	L(>1000)	3.000	L(>1000)	5.683	L(>1000)	3.000	L(>1000)
N49/N50	3.400	4.18	3.400	2.00	3.400	6.78	3.022	2.32
	3.400	L(>1000)	3.400	L(>1000)	3.022	L(>1000)	3.400	L(>1000)
N53/N50	8.000	1.77	7.000	7.30	8.000	2.72	7.000	10.53
	8.000	L(>1000)	7.000	L(>1000)	8.000	L(>1000)	7.000	L(>1000)
N54/N55	7.500	0.97	5.500	2.62	7.500	1.40	5.750	3.92
	7.500	L(>1000)	5.500	L(>1000)	7.500	L(>1000)	5.750	L(>1000)
N81/N82	2.616	0.05	2.325	1.58	2.616	0.10	2.325	1.18
	2.616	L(>1000)	2.325	L(>1000)	2.616	L(>1000)	2.325	L(>1000)
N92/N82	0.754	0.11	1.697	0.03	0.754	0.18	1.697	0.02
	0.754	L(>1000)	1.697	L(>1000)	0.754	L(>1000)	1.697	L(>1000)
N82/N93	2.056	0.05	2.644	1.20	2.056	0.09	2.644	0.83
	2.056	L(>1000)	2.644	L(>1000)	2.056	L(>1000)	2.644	L(>1000)
N100/N93	1.320	0.21	1.697	0.01	1.131	0.24	1.697	0.01
	1.320	L(>1000)	1.697	L(>1000)	1.509	L(>1000)	1.697	L(>1000)
N101/N81	2.034	0.07	2.325	1.55	2.034	0.13	2.325	1.04
	2.034	L(>1000)	2.325	L(>1000)	2.034	L(>1000)	2.325	L(>1000)
N102/N101	2.644	0.06	2.350	1.22	2.644	0.12	2.056	0.71
	2.644	L(>1000)	2.350	L(>1000)	2.644	L(>1000)	2.056	L(>1000)
N103/N102	1.509	0.18	1.697	0.02	1.131	0.24	1.697	0.02
	1.509	L(>1000)	1.697	L(>1000)	1.509	L(>1000)	1.697	L(>1000)
N104/N101	0.754	0.11	1.697	0.04	0.754	0.18	1.697	0.03
	0.754	L(>1000)	1.697	L(>1000)	0.754	L(>1000)	1.697	L(>1000)
N148/N64	4.106	0.00	3.650	1.09	5.931	0.00	7.299	0.00
	-	L(>1000)	3.650	L(>1000)	-	L(>1000)	-	L(>1000)
N149/N148	6.094	0.00	3.750	1.22	6.094	0.00	0.000	0.00
	-	L(>1000)	3.750	L(>1000)	-	L(>1000)	-	L(>1000)
N146/N147	4.688	0.00	3.750	1.22	5.625	0.00	0.000	0.00
	-	L(>1000)	3.750	L(>1000)	-	L(>1000)	-	L(>1000)
N147/N49	7.299	0.00	3.650	1.09	6.388	0.00	7.298	0.00
	-	L(>1000)	3.650	L(>1000)	-	L(>1000)	-	L(>1000)

4.4.3.1.3. Comprobaciones E.L.U. (Completo)

Barra N53/N50



Perfil: HE 360 B							
Material: Acero (S275)							
Cotas del tramo (m)		Altura libre (m)	Características mecánicas				
Pie	Cabeza		Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)	
0.00	12.00	12.000	180.60	43190.00	10140.00	292.50	
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	1.00	0.70	0.00	0.00		
	L _K	12.000	8.400	0.000	0.000		
	C _m	1.000	1.000	1.000	1.000		
	C ₁	-		1.000			
Notación: β : Coeficiente de pandeo L _K : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico							
Situación de incendio							
Resistencia requerida: R 60 Factor de forma: 108.67 m-1 Temperatura máx. de la barra: 640.5 °C Pintura intumescente: 0.6 mm							

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

La esbeltez reducida ϕ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

ϕ : 1.81 ✓

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** : 1

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : 180.60 cm²

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : 265.00 MPa

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico. **N_{cr}** : 1459.47 kN

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}** : 12686.55 kN

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. **N_{cr,z}** : 1459.47 kN

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión. **N_{cr,T}** : ∞

Donde:

I_y : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.	I_y : <u>43190.00</u> cm ⁴
I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.	I_z : <u>10140.00</u> cm ⁴
I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.	I_t : <u>292.50</u> cm ⁴
I_w : Constante de alabeo de la sección.	I_w : <u>2883000.00</u> cm ⁶
E : Módulo de elasticidad.	E : <u>210000</u> MPa
G : Módulo de elasticidad transversal.	G : <u>81000</u> MPa
L_{ky} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.	L_{ky} : <u>8.400</u> m
L_{kz} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.	L_{kz} : <u>12.000</u> m
L_{kt} : Longitud efectiva de pandeo por torsión.	L_{kt} : <u>0.000</u> m
i₀ : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.	i₀ : <u>17.18</u> cm

Siendo:

i_y , i_z : Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.	i_y : <u>15.46</u> cm
y₀ , z₀ : 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 : <u>7.49</u> cm
	y₀ : <u>0.00</u> mm
	z₀ : <u>0.00</u> mm

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

Se debe satisfacer:

$$25.20 \leq 181.57 \checkmark$$

Donde:

h_w : Altura del alma.	h_w : <u>315.00</u> mm
t_w : Espesor del alma.	t_w : <u>12.50</u> mm
A_w : Área del alma.	A_w : <u>39.38</u> cm ²
A_{fc,ef} : Área reducida del ala comprimida.	A_{fc,ef} : <u>67.50</u> cm ²
k : Coeficiente que depende de la clase de la sección.	k : <u>0.30</u>
E : Módulo de elasticidad.	E : <u>210000</u> MPa
f_{yt} : Límite elástico del acero del ala comprimida.	f_{yt} : <u>265.00</u> MPa

Proyecto Estructural de edificio industrial de 1500m² situado en Mora de Rubielos
Siendo:

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.002} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 11.728 m del nudo 0.00, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(270°)H1.

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

$$N_{t,Ed} : \underline{8.01} \text{ kN}$$

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

$$N_{t,Rd} : \underline{4558.00} \text{ kN}$$

Donde:

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

$$A : \underline{180.60} \text{ cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

Siendo:

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

$$f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

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

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

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.021} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.092} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo 0.00, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.9·V(180°)H2+1.5·N(EI).



$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{c,Ed} : \underline{97.60} \text{ kN}$$

La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

$$N_{c,Rd} : \underline{4558.00} \text{ kN}$$

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.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{180.60} \text{ cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

Siendo:

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

$$f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

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:

$$N_{b,Rd} : \underline{1058.23} \text{ kN}$$

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{180.60} \text{ cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

Siendo:

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

$$f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

λ : Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\lambda_y : \underline{0.83}$$

$$\lambda_z : \underline{0.23}$$

Siendo:

$$\phi_y : \underline{0.76}$$

$$\phi_z : \underline{2.53}$$

α : Coeficiente de imperfección elástica.

$$\alpha_y : \underline{0.34}$$

$$\alpha_z : \underline{0.49}$$

ϕ : Esbeltez reducida.

$$\phi_y : \underline{0.61}$$



	ϕ_z :	<u>1.81</u>
N_{cr} : Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:	N_{cr} :	<u>1459.47</u> kN
$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.	$N_{cr,y}$:	<u>12686.55</u> kN
$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.	$N_{cr,z}$:	<u>1459.47</u> kN
$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.	$N_{cr,T}$:	<u>∞</u>

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.269} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo 0.00, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(270°)H1.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{149.74} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo 0.00, para la combinación de acciones

1.35·PP+1.05·Q1(C)+1.5·V(180°)H2+1.05·N(EI).

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{182.15} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$M_{c,Rd} : \underline{677.14} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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.

$$W_{pl,y} : \underline{2683.00} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

Siendo:

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

$$f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

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

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



Proyecto Estructural de edificio industrial de 1500m² situado en Mora de Rubielos

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 - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.013} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo 0.00, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(180°)H2+1.05·N(ED).

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{3.31} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo 0.00, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.05·Q1(C)+1.5·V(0°)H2.

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{2.91} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$M_{c,Rd} : \underline{260.46} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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.

$$W_{pl,z} : \underline{1032.00} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

Siendo:

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

$$f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

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

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

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.067} \quad \checkmark$$



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo 0.00, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.05 \cdot Q1(C) + 1.5 \cdot V(180^\circ)H2 + 1.05 \cdot N(EI)$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed} : \underline{59.08 \text{ kN}}$

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

$V_{c,Rd} : \underline{882.47 \text{ kN}}$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante. $A_v : \underline{60.56 \text{ cm}^2}$

Siendo:

h : Canto de la sección. $h : \underline{360.00 \text{ mm}}$

t_w : Espesor del alma. $t_w : \underline{12.50 \text{ mm}}$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. $f_{yd} : \underline{252.38 \text{ MPa}}$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_y : \underline{265.00 \text{ MPa}}$

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:

$$20.88 < 65.92 \quad \checkmark$$

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma. $\lambda_w : \underline{20.88}$

$\lambda_{m\acute{a}x}$: Esbeltez máxima. $\lambda_{m\acute{a}x} : \underline{65.92}$

ϵ : Factor de reducción. $\epsilon : \underline{0.94}$

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia. $f_{ref} : \underline{235.00 \text{ MPa}}$

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_y : \underline{265.00 \text{ MPa}}$



Resistencia a corte Y - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta < \underline{0.001} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(180°)H2+1.05·N(EI).

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

$$V_{Ed} : \underline{0.54} \text{ kN}$$

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

$$V_{c,Rd} : \underline{2057.82} \text{ kN}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{141.23} \text{ cm}^2$$

Siendo:

A : Área de la sección bruta.

$$A : \underline{180.60} \text{ cm}^2$$

d : Altura del alma.

$$d : \underline{315.00} \text{ mm}$$

t_w : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{12.50} \text{ mm}$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

Siendo:

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

$$f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

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

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

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados - Temperatura ambiente (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 $V_{c,Rd}$.

$$59.08 \text{ kN} \leq 441.23 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Proyecto Estructural de edificio industrial de 1500m² situado en Mora de Rubielos

Los esfuerzos solicitantes de cálculo p_simos se producen para la combinación de acciones

$$1.35 \cdot PP + 1.05 \cdot Q1(C) + 1.5 \cdot V(180^\circ)H2 + 1.05 \cdot N(EI).$$

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

$$V_{Ed} : \underline{59.08} \text{ kN}$$

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

$$V_{c,Rd} : \underline{882.47} \text{ kN}$$

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados - Temperatura ambiente (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 p_simo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$0.54 \text{ kN} \leq 1028.91 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo p_simos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(180°)H2+1.05·N(EI).

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

$$V_{Ed} : \underline{0.54} \text{ kN}$$

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

$$V_{c,Rd} : \underline{2057.82} \text{ kN}$$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.301} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.303} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.258} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo p_simos se producen en el nudo 0.00, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(180°)H2+1.05·N(EI).



Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.	$N_{c,Ed} : \underline{85.95 \text{ kN}}$
$M_{y,Ed}, M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.	$M_{y,Ed}^- : \underline{182.13 \text{ kN}\cdot\text{m}}$ $M_{z,Ed}^+ : \underline{3.31 \text{ kN}\cdot\text{m}}$
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 : $\underline{1}$
$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta.	$N_{pl,Rd} : \underline{4558.00 \text{ kN}}$
$M_{pl,Rd,y}, M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.	$M_{pl,Rd,y} : \underline{677.14 \text{ kN}\cdot\text{m}}$ $M_{pl,Rd,z} : \underline{260.46 \text{ kN}\cdot\text{m}}$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A : Área de la sección bruta.	A : $\underline{180.60 \text{ cm}^2}$
$W_{pl,y}, W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.	$W_{pl,y} : \underline{2683.00 \text{ cm}^3}$ $W_{pl,z} : \underline{1032.00 \text{ cm}^3}$
f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.	$f_{yd} : \underline{252.38 \text{ MPa}}$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	$f_y : \underline{265.00 \text{ MPa}}$
γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.	$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$

k_y, k_z : Coeficientes de interacción.

$$k_y : \underline{1.01}$$

$$k_z : \underline{1.11}$$

$C_{m,y}, C_{m,z}$: Factores de momento flector uniforme equivalente.

$$C_{m,y} : \underline{1.00}$$

$$C_{m,z} : \underline{1.00}$$

λ_y, λ_z : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\lambda_y : \underline{0.83}$$

$$\lambda_z : \underline{0.23}$$

ϕ_y, ϕ_z : Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\phi_y : \underline{0.61}$$

$$\phi_z : \underline{1.81}$$

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 - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)



Proyecto Estructural de edificio industrial de 1500m² situado en Mora de Rubielos

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

$$1.35 \cdot PP + 1.05 \cdot Q1(C) + 1.5 \cdot V(180^\circ)H2 + 1.05 \cdot N(EI).$$

$$59.08 \text{ kN} \leq 441.23 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

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

$$V_{Ed,z} : \frac{59.08}{\quad} \text{ kN}$$

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

$$V_{c,Rd,z} : \frac{882.47}{\quad} \text{ kN}$$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta < 0.001 \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V(180^\circ)H2 + 1.05 \cdot N(EI)$.

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : \frac{0.01}{\quad} \text{ kN} \cdot \text{m}$$

El momento torsor resistente de cálculo $M_{T,Rd}$ viene dado por:

$$M_{T,Rd} : \frac{18.94}{\quad} \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Donde:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : \frac{130.00}{\quad} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \frac{252.38}{\quad} \text{ MPa}$$

Siendo:

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

$$f_y : \frac{265.00}{\quad} \text{ MPa}$$

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

$$\gamma_{M0} : \frac{1.05}{\quad}$$

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

Proyecto Estructural de edificio industrial de 1500m² situado en Mora de Rubielos
Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.023} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo 0.00,
para la combinación de acciones
1.35·PP+1.5·Q1(C)+0.9·V(270°)H1+1.05·N(EI).

$$V_{Ed}: \text{Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.} \quad V_{Ed} : \underline{20.54} \text{ kN}$$

$$M_{T,Ed}: \text{Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.} \quad M_{T,Ed} : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$V_{pl,T,Rd} : \underline{882.44} \text{ kN}$$

Donde:

$$V_{pl,Rd}: \text{Esfuerzo cortante resistente de cálculo.} \quad V_{pl,Rd} : \underline{882.47} \text{ kN}$$

$$T_{T,Ed}: \text{Tensiones tangenciales por torsión.} \quad T_{T,Ed} : \underline{0.01} \text{ MPa}$$

Siendo:

$$W_T: \text{Módulo de resistencia a torsión.} \quad W_T : \underline{130.00} \text{ cm}^3$$

$$f_{yd}: \text{Resistencia de cálculo del acero.} \quad f_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

Siendo:

$$f_y: \text{Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} \quad f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

$$Y_{M0}: \text{Coeficiente parcial de seguridad del material.} \quad Y_{M0} : \underline{1.05}$$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta < \underline{0.001} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la
combinación de acciones
1.35·PP+1.5·Q1(C)+0.9·V(270°)H1+1.05·N(EI).

$$V_{Ed}: \text{Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.} \quad V_{Ed} : \underline{0.09} \text{ kN}$$



$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.
El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$$M_{T,Ed} : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$V_{pl,T,Rd} : \underline{2057.76} \text{ kN}$$

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{pl,Rd} : \underline{2057.82} \text{ kN}$$

$T_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión.

$$T_{T,Ed} : \underline{0.01} \text{ MPa}$$

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : \underline{130.00} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

Siendo:

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

$$f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

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

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

Barra N54/N55

Perfil: HE 360 B Material: Acero (S275)						
Cotas del tramo (m)		Altura libre (m)	Características mecánicas			
Pie	Cabeza		Área (cm ²)	$I_y^{(1)}$ (cm ⁴)	$I_z^{(1)}$ (cm ⁴)	$I_t^{(2)}$ (cm ⁴)
0.00	10.00	10.000	180.60	43190.00	10140.00	292.50
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	1.00	0.84	0.00	0.00	
	L_K	10.000	8.400	0.000	0.000	
	C_m	1.000	1.000	1.000	1.000	
	C_1	-		1.000		
Notación: β : Coeficiente de pandeo L_K : Longitud de pandeo (m) C_m : Coeficiente de momentos C_1 : Factor de modificación para el momento crítico						
Situación de incendio						
Resistencia requerida: R 60 Factor de forma: 108.67 m-1 Temperatura máx. de la barra: 640.5 °C Pintura intumescente: 0.6 mm						

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



La esbeltez reducida ϕ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

$$\phi : \underline{1.51} \quad \checkmark$$

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 :** 1

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A :** 180.60 cm²

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y :** 265.00 MPa

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico. **N_{cr} :** 2101.63 kN

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} :** 12686.55 kN

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. **N_{cr,z} :** 2101.63 kN

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión. **N_{cr,T} :** ∞

Donde:

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. **I_y :** 43190.00 cm⁴

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. **I_z :** 10140.00 cm⁴

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme. **I_t :** 292.50 cm⁴

I_w: Constante de alabeo de la sección. **I_w :** 2883000.00 cm⁶

E: Módulo de elasticidad. **E :** 210000 MPa

G: Módulo de elasticidad transversal. **G :** 81000 MPa

L_{ky}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y. **L_{ky} :** 8.400 m

L_{kz}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z. **L_{kz} :** 10.000 m

L_{kt}: Longitud efectiva de pandeo por torsión. **L_{kt} :** 0.000 m

i₀: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión. **i₀ :** 17.18 cm

Siendo:

$$i_y : \underline{15.46} \quad \text{cm}$$



i_y , i_z : Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.

$$i_z : \underline{7.49} \text{ cm}$$

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.

$$y_0 : \underline{0.00} \text{ mm}$$

$$z_0 : \underline{0.00} \text{ mm}$$

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

Se debe satisfacer:

$$25.20 \leq 181.57 \checkmark$$

Donde:

h_w : Altura del alma.

$$h_w : \underline{315.00} \text{ mm}$$

t_w : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{12.50} \text{ mm}$$

A_w : Área del alma.

$$A_w : \underline{39.38} \text{ cm}^2$$

$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida.

$$A_{fc,ef} : \underline{67.50} \text{ cm}^2$$

k : Coeficiente que depende de la clase de la sección.

$$k : \underline{0.30}$$

E : Módulo de elasticidad.

$$E : \underline{210000} \text{ MPa}$$

f_{yf} : Límite elástico del acero del ala comprimida.

$$f_{yf} : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

Siendo:

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.005} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 9.638 m del nudo 0.00, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(270°)H1.

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

$$N_{t,Ed} : \underline{20.70} \text{ kN}$$

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



$$N_{t,Rd} : \underline{4558.00} \text{ kN}$$

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra.	A : $\underline{180.60} \text{ cm}^2$
f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.	f_{yd} : $\underline{252.38} \text{ MPa}$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	f_y : $\underline{265.00} \text{ MPa}$
γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material.	γ_{M0} : $\underline{1.05}$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.019} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.062} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo 0.00, para la combinación de acciones
 $1.35 \cdot PP + 1.05 \cdot Q1(C) + 0.9 \cdot V(180^\circ)H2 + 1.5 \cdot N(EI)$.

N_{c,Ed}: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.	N_{c,Ed} : $\underline{87.62} \text{ kN}$
--	--

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

$$N_{c,Rd} : \underline{4558.00} \text{ kN}$$

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 :** $\underline{1}$

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.	A : $\underline{180.60} \text{ cm}^2$
f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.	f_{yd} : $\underline{252.38} \text{ MPa}$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	f_y : $\underline{265.00} \text{ MPa}$
γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material.	γ_{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:

$$N_{b,Rd} : \underline{1420.37} \text{ kN}$$

Donde:

$$\begin{aligned} \mathbf{A}: \text{Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.} & \quad \mathbf{A} : \underline{180.60} \text{ cm}^2 \\ \mathbf{f_{yd}}: \text{Resistencia de cálculo del acero.} & \quad \mathbf{f_{yd}} : \underline{252.38} \text{ MPa} \end{aligned}$$

Siendo:

$$\begin{aligned} \mathbf{f_y}: \text{Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} & \quad \mathbf{f_y} : \underline{265.00} \text{ MPa} \\ \mathbf{Y_{M1}}: \text{Coeficiente parcial de seguridad del material.} & \quad \mathbf{Y_{M1}} : \underline{1.05} \end{aligned}$$

λ : Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\lambda_y : \underline{0.83}$$

$$\lambda_z : \underline{0.31}$$

Siendo:

$$\phi_y : \underline{0.76}$$

$$\phi_z : \underline{1.96}$$

α : Coeficiente de imperfección elástica.

$$\alpha_y : \underline{0.34}$$

$$\alpha_z : \underline{0.49}$$

ϕ : Esbeltez reducida.

$$\phi_y : \underline{0.61}$$

$$\phi_z : \underline{1.51}$$

N_{cr} : Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

$$N_{cr} : \underline{2101.63} \text{ kN}$$

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$$N_{cr,y} : \underline{12686.55} \text{ kN}$$

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$$N_{cr,z} : \underline{2101.63} \text{ kN}$$

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} : \underline{\infty}$$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.159} \quad \checkmark$$



Proyecto Estructural de edificio industrial de 1500m² situado en Mora de Rubielos

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo 0.00, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(270°)H1.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo. $M_{Ed}^+ : \underline{103.03} \text{ kN}\cdot\text{m}$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo 0.00, para la combinación de acciones

1.35·PP+1.05·Q1(C)+1.5·V(180°)H2+1.05·N(EI).

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo. $M_{Ed}^- : \underline{107.81} \text{ kN}\cdot\text{m}$

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

$M_{c,Rd} : \underline{677.14} \text{ kN}\cdot\text{m}$

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

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,y} : \underline{2683.00} \text{ cm}^3$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. $f_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$

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 - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$\eta : \underline{0.011}$ ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo 0.00, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(180°)H2+1.05·N(EI).

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo. $M_{Ed}^+ : \underline{2.74} \text{ kN}\cdot\text{m}$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo 0.00, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.05·Q1(C)+1.5·V(0°)H2.

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo. $M_{Ed}^- : \underline{2.37} \text{ kN}\cdot\text{m}$

Proyecto Estructural de edificio industrial de 1500m² situado en Mora de Rubielos

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

$$M_{c,Rd} : \underline{260.46} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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. **$W_{pl,z}$:** 1032.00 cm³

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd} :** 252.38 MPa

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y :** 265.00 MPa

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

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.040} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo 0.00, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(180°)H2+1.05·N(ED).

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed} :** 35.41 kN

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

$$V_{c,Rd} : \underline{882.47} \text{ kN}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante. **A_v :** 60.56 cm²

Siendo:

h : Canto de la sección. **h :** 360.00 mm

t_w : Espesor del alma. **t_w :** 12.50 mm

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd} :** 252.38 MPa

Siendo:

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

$f_y : \underline{265.00 \text{ MPa}}$

 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:

$20.88 < 65.92 \quad \checkmark$

Donde:

 λ_w : Esbeltez del alma.

$\lambda_w : \underline{20.88}$

 $\lambda_{m\acute{a}x}$: Esbeltez máxima.

$\lambda_{m\acute{a}x} : \underline{65.92}$

 ϵ : Factor de reducción.

$\epsilon : \underline{0.94}$

Siendo:

 f_{ref} : Límite elástico de referencia.

$f_{ref} : \underline{235.00 \text{ MPa}}$

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

$f_y : \underline{265.00 \text{ MPa}}$

Resistencia a corte Y - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$\eta < \underline{0.001} \quad \checkmark$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(180°)H2+1.05·N(EI).

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

$V_{Ed} : \underline{0.28 \text{ kN}}$

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

$V_{c,Rd} : \underline{2057.82 \text{ kN}}$

Donde:



A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{141.23} \text{ cm}^2$$

Siendo:

A : Área de la sección bruta.

$$A : \underline{180.60} \text{ cm}^2$$

d : Altura del alma.

$$d : \underline{315.00} \text{ mm}$$

t_w : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{12.50} \text{ mm}$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

Siendo:

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

$$f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

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

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

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados - Temperatura ambiente (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 $V_{c,Rd}$.

$$35.41 \text{ kN} \leq 441.23 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo 0.00, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(180°)H2+1.05·N(EI).

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

$$V_{Ed} : \underline{35.41} \text{ kN}$$

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

$$V_{c,Rd} : \underline{882.47} \text{ kN}$$

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados - Temperatura ambiente (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 $V_{c,Rd}$.

$$0.28 \text{ kN} \leq 1028.91 \text{ kN} \quad \checkmark$$



Proyecto Estructural de edificio industrial de 1500m² situado en Mora de Rubielos

Los esfuerzos solicitantes de cálculo p_simos se producen en el nudo

0.00, para la combinación de acciones

1.35·PP+1.5·V(180°)H2+1.05·N(EI).

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

V_{Ed} : 0.28 kN

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

V_{c,Rd} : 2057.82 kN

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

Se debe satisfacer:

η : 0.187 ✓

η : 0.189 ✓

η : 0.164 ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo p_simos se producen en el nudo

0.00, para la combinación de acciones

1.35·PP+1.05·Q1(C)+1.5·V(180°)H2+1.05·N(EI).

Donde:

N_{c,Ed}: Axil de compresión solicitante de cálculo p_simo.

N_{c,Ed} : 80.32 kN

M_{y,Ed}, **M_{z,Ed}**: Momentos flectores solicitantes de cálculo p_simos, según los ejes Y y Z, respectivamente.

M_{y,Ed} : 107.81 kN·m

M_{z,Ed} : 2.73 kN·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} : 4558.00 kN

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} : 677.14 kN·m

M_{pl,Rd,z} : 260.46 kN·m

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A: Área de la sección bruta.

A : 180.60 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} : 2683.00 cm³

W_{pl,z} : 1032.00 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 252.38 MPa



Siendo:

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

$$f_y : \frac{265.00}{1} \text{ MPa}$$

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M1} : \frac{1.05}{1}$$

k_y, k_z : Coeficientes de interacción.

$$k_y : \frac{1.01}{1}$$

$$k_z : \frac{1.08}{1}$$

$C_{m,y}, C_{m,z}$: Factores de momento flector uniforme equivalente.

$$C_{m,y} : \frac{1.00}{1}$$

$$C_{m,z} : \frac{1.00}{1}$$

λ_y, λ_z : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\lambda_y : \frac{0.83}{1}$$

$$\lambda_z : \frac{0.31}{1}$$

ϕ_y, ϕ_z : Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\phi_y : \frac{0.61}{1}$$

$$\phi_z : \frac{1.51}{1}$$

α_y, α_z : Factores dependientes de la clase de la sección.

$$\alpha_y : \frac{0.60}{1}$$

$$\alpha_z : \frac{0.60}{1}$$

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados - Temperatura ambiente (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 0.00, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(180°)H2+1.05·N(ED).

$$35.41 \text{ kN} \leq 441.23 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

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

$$V_{Ed,z} : \frac{35.41}{1} \text{ kN}$$

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

$$V_{c,Rd,z} : \frac{882.47}{1} \text{ kN}$$

Resistencia a torsión - Temperatura ambiente (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 - Temperatura ambiente (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 - Temperatura ambiente (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.

Barra N90/N80

Perfil: HE 400 B		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)						
N90	N80	3.000	197.80	57680.00	10820.00	355.70					
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		1.40		0.00	0.00				
		L _K		4.200		0.000	0.000				
		C _m		1.000		1.000	1.000				
		C ₁		-			1.000				
Notación: β: Coeficiente de pandeo L _K : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico											
Situación de incendio Resistencia requerida: R 60 Factor de forma: 103.02 m-1 Temperatura máx. de la barra: 623.5 °C Pintura intumescente: 0.6 mm											

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - TEMPERATURA AMBIENTE															Estado
	φ	λ _w	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	
N90/N80	φ < 2.0 Cumple	λ _w ≤ λ _{w,máx} Cumple	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m η = 3.4	x: 2.64 m η = 1.8	x: 2.64 m η = 2.6	η = 0.7	η = 0.2	η < 0.1	η < 0.1	x: 2.64 m η = 6.8	η < 0.1	η = 0.1	η = 0.7	η = 0.1	CUMPLE η = 6.8
Comprobaciones que no proceden (N.P.): ⁽¹⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.																
Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - SITUACIÓN DE INCENDIO															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			
N90/N80	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m η = 4.5	x: 2.64 m η = 2.1	x: 2.64 m η = 2.3	η = 0.8	η = 0.2	η < 0.1	η < 0.1	x: 2.64 m η = 7.9	η < 0.1	η = 0.1	η = 0.8	η = 0.1	CUMPLE η = 7.9		
Comprobaciones que no proceden (N.P.): ⁽¹⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.																



Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - SITUACIÓN DE INCENDIO													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	
<p><i>Notación:</i></p> <p>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 x: Distancia al origen de la barra η: Coeficiente de aprovechamiento (%) N.P.: No procede</p>														

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

La esbeltez reducida ϕ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

ϕ : 0.32 ✓

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 :** 1

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A :** 197.80 cm²

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y :** 265.00 MPa

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico. **N_{cr} :** 50851.96 kN

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} :** 67771.28 kN

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. **N_{cr,z} :** 50851.96 kN

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión. **N_{cr,T} :** ∞

Donde:

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. **I_y :** 57680.00 cm⁴



I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.	I_z : <u>10820.00</u> cm ⁴
I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.	I_t : <u>355.70</u> cm ⁴
I_w : Constante de alabeo de la sección.	I_w : <u>3817000.00</u> cm ⁶
E : Módulo de elasticidad.	E : <u>210000</u> MPa
G : Módulo de elasticidad transversal.	G : <u>81000</u> MPa
L_{ky} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.	L_{ky} : <u>4.200</u> m
L_{kz} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.	L_{kz} : <u>2.100</u> m
L_{kt} : Longitud efectiva de pandeo por torsión.	L_{kt} : <u>0.000</u> m
i₀ : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.	i₀ : <u>18.61</u> cm

Siendo:

i_y , i_z : Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.	i_y : <u>17.08</u> cm
	i_z : <u>7.40</u> cm
y₀ , z₀ : Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.	y₀ : <u>0.00</u> mm
	z₀ : <u>0.00</u> mm

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

Se debe satisfacer:

$$26.07 \leq 193.14 \checkmark$$

Donde:

h_w : Altura del alma.	h_w : <u>352.00</u> mm
t_w : Espesor del alma.	t_w : <u>13.50</u> mm
A_w : Área del alma.	A_w : <u>47.52</u> cm ²
A_{fc,ef} : Área reducida del ala comprimida.	A_{fc,ef} : <u>72.00</u> cm ²
k : Coeficiente que depende de la clase de la sección.	k : <u>0.30</u>
E : Módulo de elasticidad.	E : <u>210000</u> MPa
f_{yt} : Límite elástico del acero del ala comprimida.	f_{yt} : <u>265.00</u> MPa

Siendo:

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

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

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.033} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.034} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N90, para la combinación de acciones

$$1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot Q1(C) + 0.9 \cdot V(0^\circ)H2 + 1.05 \cdot N(EI).$$

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{c,Ed} : \underline{164.33} \text{ kN}$$

La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

$$N_{c,Rd} : \underline{4992.10} \text{ kN}$$

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.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{197.80} \text{ cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

Siendo:

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

$$f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

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:

$$N_{b,Rd} : \underline{4774.11} \text{ kN}$$

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{197.80} \text{ cm}^2$$



f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

Siendo:

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

$$f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

λ : Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\lambda_y : \underline{0.98}$$

$$\lambda_z : \underline{0.96}$$

Siendo:

$$\phi_y : \underline{0.55}$$

$$\phi_z : \underline{0.57}$$

α : Coeficiente de imperfección elástica.

$$\alpha_y : \underline{0.21}$$

$$\alpha_z : \underline{0.34}$$

ϕ : Esbeltez reducida.

$$\phi_y : \underline{0.28}$$

$$\phi_z : \underline{0.32}$$

N_{cr} : Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

$$N_{cr} : \underline{50851.96} \text{ kN}$$

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$$N_{cr,y} : \underline{67771.28} \text{ kN}$$

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$$N_{cr,z} : \underline{50851.96} \text{ kN}$$

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} : \underline{\infty}$$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.018} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 2.640 m del nudo N90, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q1(C)+0.9·V(270°)H1+1.05·N(EI).

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{14.30} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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



$$M_{c,Rd} : \underline{815.70} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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,y}: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. **W_{pl,y} :** 3232.00 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd} :** 252.38 MPa

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y :** 265.00 MPa

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 - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.026} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 2.640 m del nudo N90, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(180°)H2.

M_{Ed}⁺: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}⁺ :** 6.07 kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 2.640 m del nudo N90, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.05·Q1(C)+1.5·V(0°)H2+1.05·N(EI).

M_{Ed}⁻: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}⁻ :** 7.22 kN·m

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

$$M_{c,Rd} : \underline{278.63} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$W_{pl,z} : \underline{1104.00} \text{ cm}^3$$



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

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

Siendo:

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

$$f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

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

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

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.007} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q1(C)+0.9·V(90°)H1+1.05·N(EI).

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

$$V_{Ed} : \underline{6.92} \text{ kN}$$

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

$$V_{c,Rd} : \underline{1019.99} \text{ kN}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{70.00} \text{ cm}^2$$

Siendo:

h : Canto de la sección.

$$h : \underline{400.00} \text{ mm}$$

t_w : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{13.50} \text{ mm}$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

Siendo:

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

$$f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

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:

$$22.07 < 65.92 \quad \checkmark$$

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma.

$$\lambda_w : \underline{22.07}$$

$\lambda_{m\acute{a}x}$: Esbeltez máxima.

$$\lambda_{m\acute{a}x} : \underline{65.92}$$

ε : Factor de reducción.

$$\varepsilon : \underline{0.94}$$

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia.

$$f_{ref} : \underline{235.00} \text{ MPa}$$

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

$$f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

Resistencia a corte Y - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.002} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+1.05·Q1(C)+1.5·V(0°)H2+1.05·N(EI).

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

$$V_{Ed} : \underline{5.39} \text{ kN}$$

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

$$V_{c,Rd} : \underline{2189.76} \text{ kN}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{150.28} \text{ cm}^2$$

Siendo:

A : Área de la sección bruta.

$$A : \underline{197.80} \text{ cm}^2$$

d : Altura del alma.

$$d : \underline{352.00} \text{ mm}$$

t_w : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{13.50} \text{ mm}$$



f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 252.38 MPa

Siendo:

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

f_y : 265.00 MPa

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

γ_{M0} : 1.05

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados - Temperatura ambiente (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 $V_{c,Rd}$.

$$6.92 \text{ kN} \leq 509.99 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones

$$1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot Q1(C) + 0.9 \cdot V(90^\circ)H1 + 1.05 \cdot N(EI).$$

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

V_{Ed} : 6.92 kN

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

$V_{c,Rd}$: 1019.99 kN

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados - Temperatura ambiente (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 $V_{c,Rd}$.

$$5.39 \text{ kN} \leq 1094.88 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones

$$1.35 \cdot PP + 1.05 \cdot Q1(C) + 1.5 \cdot V(0^\circ)H2 + 1.05 \cdot N(EI).$$

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

V_{Ed} : 5.39 kN

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

$V_{c,Rd}$: 2189.76 kN



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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.068} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.061} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.063} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 2.640 m del nudo N90, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q1(C)+0.9·V(0°)H2+1.05·N(EI).

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{c,Ed} : \underline{158.90} \text{ kN}$$

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{y,Ed}^+ : \underline{14.28} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{z,Ed}^- : \underline{5.22} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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.

$$N_{pl,Rd} : \underline{4992.10} \text{ kN}$$

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{pl,Rd,y} : \underline{815.70} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{pl,Rd,z} : \underline{278.63} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A : Área de la sección bruta.

$$A : \underline{197.80} \text{ cm}^2$$

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$W_{pl,y} : \underline{3232.00} \text{ cm}^3$$

$$W_{pl,z} : \underline{1104.00} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

Siendo:

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

$$f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

k_y , k_z : Coeficientes de interacción.

$$k_y : \underline{1.00}$$



$$k_z : \underline{1.00}$$

$C_{m,y}$, $C_{m,z}$: Factores de momento flector uniforme equivalente.

$$C_{m,y} : \underline{1.00}$$

$$C_{m,z} : \underline{1.00}$$

λ_y , λ_z : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\lambda_y : \underline{0.98}$$

$$\lambda_z : \underline{0.96}$$

ϕ_y , ϕ_z : Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\phi_y : \underline{0.28}$$

$$\phi_z : \underline{0.32}$$

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 - Temperatura ambiente (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

$$1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot Q1(C) + 0.9 \cdot V(90^\circ)H1 + 1.05 \cdot N(ED).$$

$$6.92 \text{ kN} \leq 509.99 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

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

$$V_{Ed,z} : \underline{6.92} \text{ kN}$$

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

$$V_{c,Rd,z} : \underline{1019.99} \text{ kN}$$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.001} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V(270^\circ)H1 + 1.05 \cdot N(ED)$.

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.02} \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Proyecto Estructural de edificio industrial de 1500m² situado en Mora de Rubielos

El momento torsor resistente de cálculo $M_{T,Rd}$ viene dado por:

$$M_{T,Rd} : \underline{21.60} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : \underline{148.21} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

Siendo:

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

$$f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

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

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

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.007} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones

$$1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot Q1(C) + 0.9 \cdot V(270^\circ)H1 + 1.05 \cdot N(EI).$$

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

$$V_{Ed} : \underline{6.79} \text{ kN}$$

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.02} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$V_{pl,T,Rd} : \underline{1019.69} \text{ kN}$$

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{pl,Rd} : \underline{1019.99} \text{ kN}$$

$\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión.

$$\tau_{T,Ed} : \underline{0.11} \text{ MPa}$$

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : \underline{148.21} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

Siendo:



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

f_y : 265.00 MPa

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

γ_{M0} : 1.05

Resistencia a cortante V y momento torsor combinados - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.001} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones

$$1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot Q1(C) + 0.9 \cdot V(270^\circ)H1 + 1.05 \cdot N(EI).$$

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

$$V_{Ed} : \underline{2.02} \text{ kN}$$

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.02} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$V_{pl,T,Rd} : \underline{2189.12} \text{ kN}$$

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{pl,Rd} : \underline{2189.76} \text{ kN}$$

$\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión.

$$\tau_{T,Ed} : \underline{0.11} \text{ MPa}$$

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : \underline{148.21} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

Siendo:

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

$$f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

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

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

TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA



Proyecto Estructural de edificio industrial de 1500m² situado en Mora de Rubielos
Barra N80/N91

Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

Perfil: IPE 360 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)
N80	N91	5.000	72.70	16270.00	1043.00	37.30
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		0.00	1.00	0.00	0.00	
L _K		0.000	5.000	0.000	0.000	
C _m		1.000	1.000	1.000	1.000	
C ₁		-		1.000		
Notación: β: Coeficiente de pandeo L _K : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico						
Situación de incendio						
Resistencia requerida: R 60						
Factor de forma: 197.86 m-1						
Temperatura máx. de la barra: 668.0 °C						
Pintura intumescente: 1.0 mm						

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - TEMPERATURA AMBIENTE														Estado	
	φ	λ _w	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	M _t	M _t V _Z		M _t V _Y
N80/N91	φ < 2.0 Cumple	λ _w ≤ λ _{w,máx} Cumple	η < 0.1	η = 0.6	x: 2.794 m η = 9.4	x: 0.15 m η = 0.6	x: 0.15 m η = 7.9	η < 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 2.5 m η = 9.9	η < 0.1	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE η = 9.9
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.																
Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - SITUACIÓN DE INCENDIO														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	M _t	M _t V _Z	M _t V _Y			
N80/N91	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	η = 1.0	x: 2.794 m η = 15.4	x: 0.15 m η = 0.6	x: 0.15 m η = 12.9	η < 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 2.794 m η = 16.4	η < 0.1	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽³⁾	CUMPLE η = 16.4		
Comprobaciones que no proceden (N.P.): ⁽¹⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción. ⁽²⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor. ⁽³⁾ No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.																



Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - SITUACIÓN DE INCENDIO													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	M _t	M _t V _Z	M _t V _Y	
<p><i>Notación:</i></p> <p>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_Y: 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 x: Distancia al origen de la barra η: Coeficiente de aprovechamiento (%) N.P.: No procede</p>														

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

La esbeltez reducida ϕ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

ϕ : 0.38 ✓

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** : 72.70 cm²

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : 275.00 MPa

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico. **N_{cr}** : 13488.59 kN

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}** : 13488.59 kN

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. **N_{cr,z}** : ∞

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión. **N_{cr,T}** : ∞

Donde:

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. **I_y** : 16270.00 cm⁴

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. **I_z** : 1043.00 cm⁴



Proyecto Estructural de edificio industrial de 1500m² situado en Mora de Rubielos

I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.	I_t : <u>37.30</u> cm ⁴
I_w : Constante de alabeo de la sección.	I_w : <u>314000.00</u> cm ⁶
E : Módulo de elasticidad.	E : <u>210000</u> MPa
G : Módulo de elasticidad transversal.	G : <u>81000</u> MPa
L_{ky} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.	L_{ky} : <u>5.000</u> m
L_{kz} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.	L_{kz} : <u>0.000</u> m
L_{kt} : Longitud efectiva de pandeo por torsión.	L_{kt} : <u>0.000</u> m
i₀ : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.	i₀ : <u>15.43</u> cm

Siendo:

i_y , i_z : Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.	i_y : <u>14.96</u> cm
y₀ , z₀ : 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 : <u>3.79</u> cm
	y₀ : <u>0.00</u> mm
	z₀ : <u>0.00</u> mm

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

Se debe satisfacer:

$$41.83 \leq 255.09 \quad \checkmark$$

Donde:

h_w : Altura del alma.	h_w : <u>334.60</u> mm
t_w : Espesor del alma.	t_w : <u>8.00</u> mm
A_w : Área del alma.	A_w : <u>26.77</u> cm ²
A_{fc,ef} : Área reducida del ala comprimida.	A_{fc,ef} : <u>21.59</u> cm ²
k : Coeficiente que depende de la clase de la sección.	k : <u>0.30</u>
E : Módulo de elasticidad.	E : <u>210000</u> MPa
f_{yf} : Límite elástico del acero del ala comprimida.	f_{yf} : <u>275.00</u> MPa

Siendo:

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

Se debe satisfacer:

$$\eta < \underline{0.001} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(180°)H2.

$$N_{t,Ed}: \text{Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.} \quad N_{t,Ed} : \underline{0.85} \text{ kN}$$

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

$$N_{t,Rd} : \underline{1904.05} \text{ kN}$$

Donde:

$$\begin{aligned} A: \text{Área bruta de la sección transversal de la barra.} & \quad A : \underline{72.70} \text{ cm}^2 \\ f_{yd}: \text{Resistencia de cálculo del acero.} & \quad f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa} \end{aligned}$$

Siendo:

$$\begin{aligned} f_y: \text{Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} & \quad f_y : \underline{275.00} \text{ MPa} \\ \gamma_{M0}: \text{Coeficiente parcial de seguridad del material.} & \quad \gamma_{M0} : \underline{1.05} \end{aligned}$$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.006} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.006} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q1(C)+0.9·V(0°)H2+1.05·N(ED).

$$N_{c,Ed}: \text{Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.} \quad N_{c,Ed} : \underline{10.50} \text{ kN}$$

La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

$$N_{c,Rd} : \underline{1904.05} \text{ kN}$$



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 :** 72.70 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd} :** 261.90 MPa

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y :** 275.00 MPa

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:

$$N_{b,Rd} : \underline{1821.59} \text{ kN}$$

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A :** 72.70 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd} :** 261.90 MPa

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y :** 275.00 MPa

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M1} :** 1.05

λ: Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\lambda_y : \underline{0.96}$$

Siendo:

$$\phi_y : \underline{0.59}$$

α: Coeficiente de imperfección elástica. **α_y :** 0.21

φ: Esbeltez reducida.

$$\phi_y : \underline{0.38}$$

N_{cr}: Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

$$N_{cr} : \underline{13488.59} \text{ kN}$$

N_{cr,y}: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$$N_{cr,y} : \underline{13488.59} \text{ kN}$$

N_{cr,z}: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$$N_{cr,z} : \underline{\infty}$$



$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} : \underline{\infty}$$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.094} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 2.794 m del nudo N80, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q1(C)+0.9·V(180°)H2+1.05·N(EI).

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{25.21} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$M_{c,Rd} : \underline{266.88} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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.

$$W_{pl,y} : \underline{1019.00} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

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

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

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 - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.006} \quad \checkmark$$



Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.150 m del nudo N80, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(270°)H1+1.05·N(ED).

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{0.30} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.150 m del nudo N80, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.05·Q1(C)+1.5·V(90°)H1.

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{0.27} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$M_{c,Rd} : \underline{50.02} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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.

$$W_{pl,z} : \underline{191.00} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

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

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

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

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

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.079} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.150 m del nudo N80, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q1(C)+0.9·V(180°)H2+1.05·N(EI).

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

$$V_{Ed} : \underline{41.78} \text{ kN}$$



Proyecto Estructural de edificio industrial de 1500m^2 situado en Mora de Rubielos

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

$$V_{c,Rd} : \underline{530.87 \text{ kN}}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{35.11 \text{ cm}^2}$$

Siendo:

h : Canto de la sección.

$$h : \underline{360.00 \text{ mm}}$$

t_w : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{8.00 \text{ mm}}$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.90 \text{ MPa}}$$

Siendo:

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

$$f_y : \underline{275.00 \text{ MPa}}$$

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:

$$37.32 < 64.71 \quad \checkmark$$

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma.

$$\lambda_w : \underline{37.32}$$

$\lambda_{m\acute{a}x}$: Esbeltez máxima.

$$\lambda_{m\acute{a}x} : \underline{64.71}$$

ϵ : Factor de reducción.

$$\epsilon : \underline{0.92}$$

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia.

$$f_{ref} : \underline{235.00 \text{ MPa}}$$

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

$$f_y : \underline{275.00 \text{ MPa}}$$

Resistencia a corte Y - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta < \underline{0.001} \quad \checkmark$$



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(270°)H1+1.05·N(EI).

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed} : \underline{0.06} \text{ kN}$

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

$V_{c,Rd} : \underline{694.54} \text{ kN}$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante. $A_v : \underline{45.93} \text{ cm}^2$

Siendo:

A : Área de la sección bruta. $A : \underline{72.70} \text{ cm}^2$

d : Altura del alma. $d : \underline{334.60} \text{ mm}$

t_w : Espesor del alma. $t_w : \underline{8.00} \text{ mm}$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. $f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$

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

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados - Temperatura ambiente (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 $V_{c,Rd}$.

$$41.78 \text{ kN} \leq 265.44 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones

1.35·PP+1.5·Q1(C)+0.9·V(180°)H2+1.05·N(EI).

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed} : \underline{41.78} \text{ kN}$

 $V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd}$: 530.87 kN

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados - Temperatura ambiente
(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 $V_{c,Rd}$.

$$0.06 \text{ kN} \leq 347.27 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(270°)H1+1.05·N(EI).

 V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 0.06 kN $V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd}$: 694.54 kN

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.099} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.099} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.062} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 2.500 m del nudo N80, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q1(C)+0.9·V(270°)H1+1.05·N(EI).

Donde:

 $N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $N_{c,Ed}$: 9.80 kN $M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. $M_{y,Ed}^+$: 24.63 kN·m $M_{z,Ed}^+$: 0.09 kN·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.

$$N_{pl,Rd} : \underline{1904.05} \text{ kN}$$

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.

$$M_{pl,Rd,y} : \underline{266.88} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{pl,Rd,z} : \underline{50.02} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A: Área de la sección bruta.

$$A : \underline{72.70} \text{ cm}^2$$

W_{pl,y}, W_{pl,z}: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$W_{pl,y} : \underline{1019.00} \text{ cm}^3$$

$$W_{pl,z} : \underline{191.00} \text{ cm}^3$$

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

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

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

k_y, k_z: Coeficientes de interacción.

$$k_y : \underline{1.00}$$

$$k_z : \underline{1.00}$$

C_{m,y}, C_{m,z}: Factores de momento flector uniforme equivalente.

$$C_{m,y} : \underline{1.00}$$

$$C_{m,z} : \underline{1.00}$$

λ_y, λ_z: Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\lambda_y : \underline{0.96}$$

$$\lambda_z : \underline{1.00}$$

φ_y, φ_z: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\phi_y : \underline{0.38}$$

$$\phi_z : \underline{0.00}$$

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 - Temperatura ambiente (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}**.

Proyecto Estructural de edificio industrial de 1500m² situado en Mora de Rubielos

Los esfuerzos solicitantes de cálculo p^{és}imos se producen para la combinación de acciones

$$1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot Q1(C) + 0.9 \cdot V(180^\circ)H2 + 1.05 \cdot N(EI).$$

$$41.78 \text{ kN} \leq 265.44 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo p^{és}imo.

$$V_{Ed,z} : \frac{41.78}{\quad} \text{ kN}$$

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

$$V_{c,Rd,z} : \frac{530.87}{\quad} \text{ kN}$$

Resistencia a torsión - Temperatura ambiente (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 - Temperatura ambiente (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 - Temperatura ambiente (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.

Barra N49/N50

Perfil: IPE 400						
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)
N49	N50	15.524	84.50	23130.00	1318.00	51.10
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	0.00	1.00	0.00	0.00		
L_K	0.000	15.520	0.000	0.000		
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000		
C_1	-		1.000			
Notación: β : Coeficiente de pandeo L_K : Longitud de pandeo (m) C_m : Coeficiente de momentos C_1 : Factor de modificación para el momento crítico						
Situación de incendio						
Resistencia requerida: R 60						
Factor de forma: 186.27 m-1						
Temperatura máx. de la barra: 649.5 °C						
Pintura intumescente: 1.0 mm						



Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - TEMPERATURA AMBIENTE															Estado
	ϕ	λ_w	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_YM_Z/V_YV_Z	M_t	M_tV_Z	M_tV_Y	
N49/N50	$\phi < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	x: 15.366 m $\eta = 1.2$	x: 0.207 m $\eta = 2.2$	x: 15.368 m $\eta = 23.4$	x: 5.513 m $\eta = 35.5$	x: 0.207 m $\eta = 6.2$	x: 0.207 m $\eta = 1.2$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 6.271 m $\eta = 52.9$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.5$	x: 0.207 m $\eta = 2.3$	x: 0.207 m $\eta = 0.6$	CUMPLE $\eta = 52.9$
Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - SITUACIÓN DE INCENDIO															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_YM_Z/V_YV_Z	M_t	M_tV_Z	M_tV_Y			
N49/N50	x: 15.366 m $\eta = 1.0$	x: 0.207 m $\eta = 4.1$	x: 15.368 m $\eta = 27.2$	x: 5.513 m $\eta = 32.1$	x: 0.207 m $\eta = 7.4$	x: 0.207 m $\eta = 1.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 6.271 m $\eta = 51.3$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.5$	x: 0.207 m $\eta = 1.7$	x: 0.207 m $\eta = 0.8$	CUMPLE $\eta = 51.3$		

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
x: Distancia al origen de la barra
 η : Coeficiente de aprovechamiento (%)

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

La esbeltez reducida ϕ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

$\phi : 1.08$ ✓

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 :** 84.50 cm²

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y :** 275.00 MPa

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico. **N_{cr} :** 1990.27 kN

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} :** 1990.27 kN

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. **N_{cr,z} :** ∞



c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} : \underline{\quad \infty \quad}$$

Donde:

I_y : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.	$I_y : \underline{23130.00} \text{ cm}^4$
I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.	$I_z : \underline{1318.00} \text{ cm}^4$
I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.	$I_t : \underline{51.10} \text{ cm}^4$
I_w : Constante de alabeo de la sección.	$I_w : \underline{490000.00} \text{ cm}^6$
E : Módulo de elasticidad.	$E : \underline{210000} \text{ MPa}$
G : Módulo de elasticidad transversal.	$G : \underline{81000} \text{ MPa}$
L_{ky} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.	$L_{ky} : \underline{15.520} \text{ m}$
L_{kz} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.	$L_{kz} : \underline{0.000} \text{ m}$
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.	$i_0 : \underline{17.01} \text{ cm}$

Siendo:

i_y, i_z : Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.	$i_y : \underline{16.54} \text{ cm}$
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.	$i_z : \underline{3.95} \text{ cm}$
	$y_0 : \underline{0.00} \text{ mm}$
	$z_0 : \underline{0.00} \text{ mm}$

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

Se debe satisfacer:

$$43.37 \leq 263.21 \quad \checkmark$$

Donde:

h_w : Altura del alma.	$h_w : \underline{373.00} \text{ mm}$
t_w : Espesor del alma.	$t_w : \underline{8.60} \text{ mm}$
A_w : Área del alma.	$A_w : \underline{32.08} \text{ cm}^2$
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida.	$A_{fc,ef} : \underline{24.30} \text{ cm}^2$
k : Coeficiente que depende de la clase de la sección.	$k : \underline{0.30}$
E : Módulo de elasticidad.	$E : \underline{210000} \text{ MPa}$



Proyecto Estructural de edificio industrial de 1500m² situado en Mora de Rubielos

Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

f_{yf} : Límite elástico del acero del ala comprimida.

f_{yf} : 275.00 MPa

Siendo:

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

Se debe satisfacer:

η : 0.012 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 15.366 m del nudo N49, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.05·Q1(C)+1.5·V(270°)H1.

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

$N_{t,Ed}$: 27.49 kN

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

$N_{t,Rd}$: 2213.10 kN

Donde:

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

A : 84.50 cm²

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 261.90 MPa

Siendo:

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

f_y : 275.00 MPa

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

γ_{M0} : 1.05

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

Se debe satisfacer:

η : 0.013 ✓

η : 0.022 ✓



Proyecto Estructural de edificio industrial de 1500m^2 situado en Mora de Rubielos

Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.207 m del nudo N49, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 0.9 \cdot V(0^\circ)H2 + 1.5 \cdot N(EI)$.

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{c,Ed} : \underline{29.10} \text{ kN}$$

La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

$$N_{c,Rd} : \underline{2213.10} \text{ kN}$$

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.

$$\text{Clase} : \underline{3}$$

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{84.50} \text{ cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

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

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

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:

$$N_{b,Rd} : \underline{1348.66} \text{ kN}$$

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{84.50} \text{ cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

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

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

λ : Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\lambda_y : \underline{0.61}$$

Siendo:

$$\phi_y : \underline{1.18}$$



Proyecto Estructural de edificio industrial de 1500m² situado en Mora de Rubielos

Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

α : Coeficiente de imperfección elástica.

α_y : 0.21

ϕ : Esbeltez reducida.

ϕ_y : 1.08

N_{cr} : Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

N_{cr} : 1990.27 kN

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$N_{cr,y}$: 1990.27 kN

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$N_{cr,z}$: ∞

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$N_{cr,T}$: ∞

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

Se debe satisfacer:

η : 0.234 ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 15.368 m del nudo N49, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(270°)H1.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

M_{Ed}^+ : 36.62 kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 15.368 m del nudo N49, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.05·Q1(C)+0.9·V(180°)H2+1.5·N(EI).

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

M_{Ed}^- : 80.09 kN·m

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

$M_{c,Rd}$: 342.31 kN·m

Donde:

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

Clase: 1

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

$W_{pl,y}$: 1307.00 cm³

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 261.90 MPa

Siendo:

 f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 275.00 MPa 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 - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

 η : 0.355 ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 5.513 m del nudo N49, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(270°)H1.

 M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^+ : 17.57 kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 5.513 m del nudo N49, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(180°)H2+1.05·N(EI).

 M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^- : 21.26 kN·mEl momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por: $M_{c,Rd}$: 59.98 kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.**Clase:** 1 $W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,z}$: 229.00 cm³ f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 261.90 MPa

Siendo:

 f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 275.00 MPa γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.05

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.062} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.207 m del nudo N49, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 0.9 \cdot V(180^\circ)H2 + 1.5 \cdot N(EI)$.

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

$$V_{Ed} : \underline{40.36} \text{ kN}$$

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

$$V_{c,Rd} : \underline{646.14} \text{ kN}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{42.73} \text{ cm}^2$$

Siendo:

h : Canto de la sección.

$$h : \underline{400.00} \text{ mm}$$

t_w : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{8.60} \text{ mm}$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

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

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

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:

$$38.49 < 64.71 \quad \checkmark$$

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma.

$$\lambda_w : \underline{38.49}$$

$\lambda_{m\acute{a}x}$: Esbeltez máxima.

$$\lambda_{m\acute{a}x} : \underline{64.71}$$

ϵ : Factor de reducción.

$$\epsilon : \underline{0.92}$$

Siendo:

 f_{ref} : Límite elástico de referencia.

$f_{ref} : \underline{235.00} \text{ MPa}$

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

$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$

Resistencia a corte Y - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$\eta : \underline{0.012} \checkmark$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.207 m del nudo N49, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot V(180^\circ)H2 + 1.05 \cdot N(EI)$.

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

$V_{Ed} : \underline{9.72} \text{ kN}$

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

$V_{c,Rd} : \underline{792.68} \text{ kN}$

Donde:

 A_v : Área transversal a cortante.

$A_v : \underline{52.42} \text{ cm}^2$

Siendo:

 A : Área de la sección bruta.

$A : \underline{84.50} \text{ cm}^2$

 d : Altura del alma.

$d : \underline{373.00} \text{ mm}$

 t_w : Espesor del alma.

$t_w : \underline{8.60} \text{ mm}$

 f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$

Siendo:

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

$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$

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

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

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



Proyecto Estructural de edificio industrial de $1500m^2$ situado en Mora de Rubielos

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 $V_{c,Rd}$.

$$40.36 \text{ kN} \leq 323.07 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 0.9 \cdot V(180^\circ)H2 + 1.5 \cdot N(EI)$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed} : \underline{40.36} \text{ kN}$

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd} : \underline{646.14} \text{ kN}$

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados - Temperatura ambiente (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 $V_{c,Rd}$.

$$9.72 \text{ kN} \leq 396.34 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot V(180^\circ)H2 + 1.05 \cdot N(EI)$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed} : \underline{9.72} \text{ kN}$

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd} : \underline{792.68} \text{ kN}$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.529} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.394} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.459} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 6.271 m del nudo N49, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.05·Q1(C)+1.5·V(180°)H2+1.05·N(EI).

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.	$N_{c,Ed} : \underline{12.36} \text{ kN}$
$M_{y,Ed}, M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.	$M_{y,Ed}^+ : \underline{59.97} \text{ kN}\cdot\text{m}$ $M_{z,Ed}^- : \underline{20.87} \text{ kN}\cdot\text{m}$
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 : $\underline{1}$
$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta.	$N_{pl,Rd} : \underline{2213.10} \text{ kN}$
$M_{pl,Rd,y}, M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.	$M_{pl,Rd,y} : \underline{342.31} \text{ kN}\cdot\text{m}$ $M_{pl,Rd,z} : \underline{59.98} \text{ kN}\cdot\text{m}$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A: Área de la sección bruta.	A : $\underline{84.50} \text{ cm}^2$
$W_{pl,y}, W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.	$W_{pl,y} : \underline{1307.00} \text{ cm}^3$ $W_{pl,z} : \underline{229.00} \text{ cm}^3$
f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.	$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$
γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.	$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$

k_y, k_z : Coeficientes de interacción.

$$k_y : \underline{1.01}$$

$$k_z : \underline{1.00}$$

$C_{m,y}, C_{m,z}$: Factores de momento flector uniforme equivalente.

$$C_{m,y} : \underline{1.00}$$

$$C_{m,z} : \underline{1.00}$$

λ_y, λ_z : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\lambda_y : \underline{0.61}$$

$$\lambda_z : \underline{1.00}$$

ϕ_y, ϕ_z : Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\phi_y : \underline{1.08}$$

$$\phi_z : \underline{0.00}$$

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 - Temperatura ambiente (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 $1.35 \cdot PP + 0.9 \cdot V(180^\circ)H2 + 1.5 \cdot N(ED)$.

$$40.36 \text{ kN} \leq 323.07 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

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

$$V_{Ed,z} : \underline{40.36} \text{ kN}$$

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

$$V_{c,Rd,z} : \underline{646.14} \text{ kN}$$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.005} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V(180^\circ)H2 + 1.05 \cdot N(ED)$.

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.03} \text{ kN} \cdot \text{m}$$

El momento torsor resistente de cálculo $M_{T,Rd}$ viene dado por:

$$M_{T,Rd} : \underline{5.72} \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Donde:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : \underline{37.85} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

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

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

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

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



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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.023} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.207 m del nudo N49, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q1(C)+0.9·V(270°)H1+1.05·N(EI).

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

$$V_{Ed} : \underline{14.55} \text{ kN}$$

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.01} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$V_{pl,T,Rd} : \underline{645.48} \text{ kN}$$

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{pl,Rd} : \underline{646.14} \text{ kN}$$

$T_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión.

$$T_{T,Ed} : \underline{0.38} \text{ MPa}$$

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : \underline{37.85} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

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

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

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

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

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.006} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.207 m del nudo N49, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q1(C)+0.9·V(270°)H1+1.05·N(EI).



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

$$V_{Ed} : \underline{4.45} \text{ kN}$$

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.01} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$V_{pl,T,Rd} : \underline{791.88} \text{ kN}$$

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{pl,Rd} : \underline{792.68} \text{ kN}$$

$\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión.

$$\tau_{T,Ed} : \underline{0.38} \text{ MPa}$$

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : \underline{37.85} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

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

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

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

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

Barra N48/N49

Perfil: HE 400 B																															
Material: Acero (S275)																															
	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Nudos</th> <th rowspan="2">Longitud (m)</th> <th colspan="4">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> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>N48</td> <td>N49</td> <td>8.000</td> <td>197.80</td> <td>57680.00</td> <td>10820.00</td> <td>355.70</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)	N48	N49	8.000	197.80	57680.00	10820.00	355.70										
	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)																								
	N48	N49	8.000	197.80	57680.00	10820.00	355.70																								
	<p>Notas:</p> <p>⁽¹⁾ Inercia respecto al eje indicado</p> <p>⁽²⁾ Momento de inercia a torsión uniforme</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>0.70</td> <td>1.40</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> </tr> <tr> <td>L_K</td> <td>5.600</td> <td>11.200</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> <tr> <td>C_1</td> <td colspan="2">-</td> <td colspan="2">1.000</td> </tr> </tbody> </table>			Pandeo		Pandeo lateral		Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.	β	0.70	1.40	0.00	0.00	L_K	5.600	11.200	0.000	0.000	C_m	1.000	1.000	1.000	1.000	C_1	-		1.000	
		Pandeo		Pandeo lateral																											
		Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.																										
	β	0.70	1.40	0.00	0.00																										
	L_K	5.600	11.200	0.000	0.000																										
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000																											
C_1	-		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> <p>C_1: Factor de modificación para el momento crítico</p>																															
<p>Situación de incendio</p> <p>Resistencia requerida: R 60</p> <p>Factor de forma: 103.02 m⁻¹</p> <p>Temperatura máx. de la barra: 623.5 °C</p> <p>Pintura intumescente: 0.6 mm</p>																															



Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - TEMPERATURA AMBIENTE														Estado	
	ϕ	λ_w	N_t	N_c	M_Y	M_Z	V_Z	V_Y	$M_Y V_Z$	$M_Z V_Y$	$N M_Y M_Z$	$N M_Y M_Z V_Y V_Z$	M_t	$M_t V_Z$		$M_t V_Y$
N48/N49	$\phi < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 7.844 m $\eta = 0.4$	x: 0 m $\eta = 2.1$	x: 7.846 m $\eta = 9.3$	x: 0 m $\eta = 14.1$	x: 0 m $\eta = 1.8$	x: 0 m $\eta = 1.2$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 20.1$	$\eta < 0.1$	$\eta = 7.0$	$\eta = 0.6$	$\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 20.1$
Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - SITUACIÓN DE INCENDIO														Estado	
	N_t	N_c	M_Y	M_Z	V_Z	V_Y	$M_Y V_Z$	$M_Z V_Y$	$N M_Y M_Z$	$N M_Y M_Z V_Y V_Z$	M_t	$M_t V_Z$	$M_t V_Y$			
N48/N49	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m $\eta = 3.7$	x: 7.846 m $\eta = 9.7$	x: 0 m $\eta = 10.7$	x: 0 m $\eta = 1.6$	x: 0 m $\eta = 0.9$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 16.6$	$\eta < 0.1$	$\eta = 5.4$	x: 0 m $\eta = 1.6$	x: 0 m $\eta = 0.6$	CUMPLE $\eta = 16.6$		
Comprobaciones que no proceden (N.P.): ⁽¹⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.																
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 $M_Y V_Z$: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados $M_Z V_Y$: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados $N M_Y M_Z$: Resistencia a flexión y axil combinados $N M_Y M_Z V_Y V_Z$: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados M_t : Resistencia a torsión $M_t V_Z$: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados $M_t V_Y$: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados x: Distancia al origen de la barra η : Coeficiente de aprovechamiento (%) N.P.: No procede																

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

La esbeltez reducida ϕ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

ϕ : 0.86 ✓

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** : 1

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : 197.80 cm²

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : 265.00 MPa

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico. **N_{cr}** : 7151.06 kN

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}** : 9530.34 kN

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. **N_{cr,z}** : 7151.06 kN

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} : \infty$$

Donde:

I_y : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.	$I_y : \underline{57680.00} \text{ cm}^4$
I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.	$I_z : \underline{10820.00} \text{ cm}^4$
I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.	$I_t : \underline{355.70} \text{ cm}^4$
I_w : Constante de alabeo de la sección.	$I_w : \underline{3817000.00} \text{ cm}^6$
E : Módulo de elasticidad.	$E : \underline{210000} \text{ MPa}$
G : Módulo de elasticidad transversal.	$G : \underline{81000} \text{ MPa}$
L_{ky} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.	$L_{ky} : \underline{11.200} \text{ m}$
L_{kz} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.	$L_{kz} : \underline{5.600} \text{ m}$
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.	$i_0 : \underline{18.61} \text{ cm}$

Siendo:

i_y, i_z : Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.	$i_y : \underline{17.08} \text{ cm}$
	$i_z : \underline{7.40} \text{ cm}$
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.	$y_0 : \underline{0.00} \text{ mm}$
	$z_0 : \underline{0.00} \text{ mm}$

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

Se debe satisfacer:

$$26.07 \leq 193.14 \checkmark$$

Donde:

h_w : Altura del alma.	$h_w : \underline{352.00} \text{ mm}$
t_w : Espesor del alma.	$t_w : \underline{13.50} \text{ mm}$
A_w : Área del alma.	$A_w : \underline{47.52} \text{ cm}^2$
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida.	$A_{fc,ef} : \underline{72.00} \text{ cm}^2$



Proyecto Estructural de edificio industrial de 1500m^2 situado en Mora de Rubielos

k: Coeficiente que depende de la clase de la sección.

E: Módulo de elasticidad.

f_{yt}: Límite elástico del acero del ala comprimida.

Siendo:

$$\mathbf{k} : \underline{0.30}$$

$$\mathbf{E} : \underline{210000} \text{ MPa}$$

$$\mathbf{f_{yt}} : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.004} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 7.844 m del nudo N48, para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V(270^\circ)H1$.

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

$$\mathbf{N_{t,Ed}} : \underline{22.37} \text{ kN}$$

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

$$\mathbf{N_{t,Rd}} : \underline{4992.10} \text{ kN}$$

Donde:

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

$$\mathbf{A} : \underline{197.80} \text{ cm}^2$$

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$\mathbf{f_{yd}} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

Siendo:

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

$$\mathbf{f_y} : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

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

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

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.014} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.021} \quad \checkmark$$



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N48, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.9·V(180°)H2+1.5·N(ED).

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $N_{c,Ed} : \underline{72.30}$ kN

La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

$N_{c,Rd} : \underline{4992.10}$ kN

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 :** 1

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A :** 197.80 cm²

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. **$f_{yd} :$** 252.38 MPa

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **$f_y :$** 265.00 MPa

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

$N_{b,Rd} : \underline{3440.74}$ kN

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A :** 197.80 cm²

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. **$f_{yd} :$** 252.38 MPa

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **$f_y :$** 265.00 MPa

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material. **$\gamma_{M1} :$** 1.05

λ : Coeficiente de reducción por pandeo.

$\lambda_y :$ 0.83

$\lambda_z :$ 0.69

Siendo:

$\phi_y :$ 0.83

$\phi_z :$ 0.98

α : Coeficiente de imperfección elástica. **$\alpha_y :$** 0.21

ϕ : Esbeltez reducida.

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.

$$\alpha_z : \underline{0.34}$$

$$\phi_y : \underline{0.74}$$

$$\phi_z : \underline{0.86}$$

$$N_{cr} : \underline{7151.06} \text{ kN}$$

$$N_{cr,y} : \underline{9530.34} \text{ kN}$$

$$N_{cr,z} : \underline{7151.06} \text{ kN}$$

$$N_{cr,T} : \underline{\infty}$$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.093} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 7.846 m del nudo N48, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.05·Q1(C)+1.5·V(270°)H1.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{37.25} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 7.846 m del nudo N48, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.9·V(0°)H2+1.5·N(EI).

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{75.91} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$M_{c,Rd} : \underline{815.70} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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.

$$W_{pl,y} : \underline{3232.00} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

Siendo:

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

$$f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

 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 - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

η : 0.141 ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N48, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(180°)H1.

 M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

M_{Ed}^+ : 39.20 kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N48, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(270°)H1+1.05·N(EI).

 M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

M_{Ed}^- : 29.01 kN·m

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

$M_{c,Rd}$: 278.63 kN·m

Donde:

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

Clase: 1

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

$W_{pl,z}$: 1104.00 cm³

 f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 252.38 MPa

Siendo:

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

f_y : 265.00 MPa

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

γ_{M0} : 1.05

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.018} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N48, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(270°)H1+1.05·N(EI).

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

$$V_{Ed} : \underline{18.59} \text{ kN}$$

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

$$V_{c,Rd} : \underline{1019.99} \text{ kN}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{70.00} \text{ cm}^2$$

Siendo:

h : Canto de la sección.

$$h : \underline{400.00} \text{ mm}$$

t_w : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{13.50} \text{ mm}$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

Siendo:

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

$$f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

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:

$$22.07 < \underline{65.92} \quad \checkmark$$

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma.

$$\lambda_w : \underline{22.07}$$

$\lambda_{m\acute{a}x}$: Esbeltez máxima.

$$\lambda_{m\acute{a}x} : \underline{65.92}$$

ϵ : Factor de reducción.

$$\epsilon : \underline{0.94}$$

Siendo:

 f_{ref} : Límite elástico de referencia. f_{ref} : 235.00 MPa f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 265.00 MPa**Resistencia a corte Y - Temperatura ambiente** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.012} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N48, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(180°)H1.

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

$$V_{Ed} : \underline{25.24} \text{ kN}$$

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

$$V_{c,Rd} : \underline{2189.76} \text{ kN}$$

Donde:

 A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{150.28} \text{ cm}^2$$

Siendo:

 A : Área de la sección bruta.

$$A : \underline{197.80} \text{ cm}^2$$

 d : Altura del alma.

$$d : \underline{352.00} \text{ mm}$$

 t_w : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{13.50} \text{ mm}$$

 f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

Siendo:

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

$$f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

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

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

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados - Temperatura ambiente (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 $V_{c,Rd}$.

$$18.59 \text{ kN} \leq 509.99 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo p^simos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(270°)H1+1.05·N(ED).

$$V_{Ed}: \text{Esfuerzo cortante solicitante de cálculo p^simo.} \quad V_{Ed} : \underline{18.59} \text{ kN}$$

$$V_{c,Rd}: \text{Esfuerzo cortante resistente de cálculo.} \quad V_{c,Rd} : \underline{1019.99} \text{ kN}$$

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados - Temperatura ambiente
(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 p^simo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$25.24 \text{ kN} \leq 1094.88 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo p^simos se producen para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(180°)H1.

$$V_{Ed}: \text{Esfuerzo cortante solicitante de cálculo p^simo.} \quad V_{Ed} : \underline{25.24} \text{ kN}$$

$$V_{c,Rd}: \text{Esfuerzo cortante resistente de cálculo.} \quad V_{c,Rd} : \underline{2189.76} \text{ kN}$$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.201} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.150} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.191} \quad \checkmark$$



Proyecto Estructural de edificio industrial de 1500m² situado en Mora de Rubielos

Los esfuerzos solicitantes de cálculo p^{ésimos} se producen en el nudo

N48, para la combinación de acciones

1.35·PP+1.05·Q1(C)+1.5·V(180°)H2+1.05·N(EI).

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo p^{ésimo}.

$$N_{c,Ed} : \underline{65.34 \text{ kN}}$$

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo p^{ésimos}, según los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{y,Ed} : \underline{39.37 \text{ kN}\cdot\text{m}}$$

$$M_{z,Ed} : \underline{38.89 \text{ kN}\cdot\text{m}}$$

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.

$$N_{pl,Rd} : \underline{4992.10 \text{ kN}}$$

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{pl,Rd,y} : \underline{815.70 \text{ kN}\cdot\text{m}}$$

$$M_{pl,Rd,z} : \underline{278.63 \text{ kN}\cdot\text{m}}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A : Área de la sección bruta.

$$A : \underline{197.80 \text{ cm}^2}$$

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$W_{pl,y} : \underline{3232.00 \text{ cm}^3}$$

$$W_{pl,z} : \underline{1104.00 \text{ cm}^3}$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{252.38 \text{ MPa}}$$

Siendo:

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

$$f_y : \underline{265.00 \text{ MPa}}$$

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

k_y , k_z : Coeficientes de interacción.

$$k_y : \underline{1.01}$$

$$k_z : \underline{1.02}$$

$C_{m,y}$, $C_{m,z}$: Factores de momento flector uniforme equivalente.

$$C_{m,y} : \underline{1.00}$$

$$C_{m,z} : \underline{1.00}$$

λ_y , λ_z : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\lambda_y : \underline{0.83}$$

$$\lambda_z : \underline{0.69}$$

ϕ_y , ϕ_z : Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\phi_y : \underline{0.74}$$

$$\phi_z : \underline{0.86}$$

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 - Temperatura ambiente (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 $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot V(270^\circ)H1 + 1.05 \cdot N(EI)$.

$$18.59 \text{ kN} \leq 509.45 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

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

$$V_{Ed,z} : \frac{18.59}{1018.89} \text{ kN}$$

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

$$V_{c,Rd,z} : \frac{1018.89}{1018.89} \text{ kN}$$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.070} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot V(180^\circ)H2 + 1.05 \cdot N(EI)$.

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : \frac{1.51}{21.60} \text{ kN} \cdot \text{m}$$

El momento torsor resistente de cálculo $M_{T,Rd}$ viene dado por:

$$M_{T,Rd} : \underline{21.60} \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Donde:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : \frac{148.21}{252.38} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

Siendo:

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

$$f_y : \frac{265.00}{1.05} \text{ MPa}$$

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

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


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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.006} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q1(G1).

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

$$V_{Ed} : \underline{6.44} \text{ kN}$$

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.06} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$V_{pl,T,Rd} : \underline{1018.89} \text{ kN}$$

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{pl,Rd} : \underline{1019.99} \text{ kN}$$

$T_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión.

$$T_{T,Ed} : \underline{0.39} \text{ MPa}$$

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : \underline{148.21} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

Siendo:

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

$$f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

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

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

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

Se debe satisfacer:

$$\eta < \underline{0.001} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q1(G1).

TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA



Proyecto Estructural de edificio industrial de 1500m² situado en Mora de Rubielos

Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

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

$$V_{Ed} : \underline{0.03} \text{ kN}$$

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.06} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$V_{pl,T,Rd} : \underline{2187.42} \text{ kN}$$

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{pl,Rd} : \underline{2189.76} \text{ kN}$$

$\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión.

$$\tau_{T,Ed} : \underline{0.39} \text{ MPa}$$

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : \underline{148.21} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

Siendo:

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

$$f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

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

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

Barra N156/N157

Perfil: IPE 270																															
Material: Acero (S275)																															
	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Nudos</th> <th rowspan="2">Longitud (m)</th> <th colspan="3">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> </tr> </thead> <tr> <td>N156</td> <td>N157</td> <td>15.000</td> <td>45.90</td> <td>5790.00</td> <td>420.00</td> <td>15.90</td> </tr> </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)	N156	N157	15.000	45.90	5790.00	420.00	15.90											
	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)																								
	N156	N157	15.000	45.90	5790.00	420.00	15.90																								
	<p>Notas:</p> <p>⁽¹⁾ Inercia respecto al eje indicado</p> <p>⁽²⁾ Momento de inercia a torsión uniforme</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> <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>15.000</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> <tr> <td>C_1</td> <td colspan="2">-</td> <td colspan="2">1.000</td> </tr> </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	15.000	0.000	0.000	C_m	1.000	1.000	1.000	1.000	C_1	-		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	15.000	0.000	0.000																										
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000																											
C_1	-		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> <p>C_1: Factor de modificación para el momento crítico</p>																															
<p>Situación de incendio</p> <p>Resistencia requerida: R 60</p> <p>Factor de forma: 242.38 m-1</p> <p>Temperatura máx. de la barra: 674.5 °C</p> <p>Pintura intumescente: 1.2 mm</p>																															



Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - TEMPERATURA AMBIENTE														Estado	
	ϕ	λ_w	N_t	N_c	M_Y	M_Z	V_Z	V_Y	$M_Y V_Z$	$M_Z V_Y$	$N M_Y M_Z$	$N M_Y M_Z V_Y$	M_t	$M_t V_Z$		$M_t V_Y$
N156/N157	$\phi < 2.0$ Cumple	$x: 0.925$ m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 0.3$	$\eta = 0.6$	$x: 7.4$ m $\eta = 10.3$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	$x: 14.8$ m $\eta = 1.1$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$x: 0.925$ m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽³⁾	$x: 7.4$ m $\eta = 10.9$	$x: 0.925$ m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁵⁾	CUMPLE $\eta = 10.9$

Comprobaciones que no proceden (N.P.):

- ⁽¹⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.
- ⁽²⁾ La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.
- ⁽³⁾ No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.
- ⁽⁴⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.
- ⁽⁵⁾ No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - SITUACIÓN DE INCENDIO													Estado
	N_t	N_c	M_Y	M_Z	V_Z	V_Y	$M_Y V_Z$	$M_Z V_Y$	$N M_Y M_Z$	$N M_Y M_Z V_Y$	M_t	$M_t V_Z$	$M_t V_Y$	
N156/N157	$\eta = 0.3$	$\eta = 0.8$	$x: 7.4$ m $\eta = 25.0$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	$x: 14.8$ m $\eta = 2.6$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$x: 0.925$ m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽³⁾	$x: 7.4$ m $\eta = 25.9$	$x: 0.925$ m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁵⁾	CUMPLE $\eta = 25.9$

Comprobaciones que no proceden (N.P.):

- ⁽¹⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.
- ⁽²⁾ La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.
- ⁽³⁾ No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.
- ⁽⁴⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.
- ⁽⁵⁾ No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

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
- $M_Y V_Z$: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados
- $M_Z V_Y$: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados
- $N M_Y M_Z$: Resistencia a flexión y axil combinados
- $N M_Y M_Z V_Y V_Z$: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados
- M_t : Resistencia a torsión
- $M_t V_Z$: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados
- $M_t V_Y$: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados
- x : Distancia al origen de la barra
- η : Coeficiente de aprovechamiento (%)
- N.P.: No procede

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

La esbeltez reducida ϕ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

ϕ : 1.54 ✓

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** : 45.90 cm²



Proyecto Estructural de edificio industrial de 1500m² situado en Mora de Rubielos

Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

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

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

N_{cr} : Axil crítico de pandeo elástico.

$$N_{cr} : \underline{533.35} \text{ kN}$$

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. $N_{cr,y} : \underline{533.35} \text{ kN}$

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. $N_{cr,z} : \underline{\infty}$

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión. $N_{cr,T} : \underline{\infty}$

Donde:

I_y : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. $I_y : \underline{5790.00} \text{ cm}^4$

I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. $I_z : \underline{420.00} \text{ cm}^4$

I_t : Momento de inercia a torsión uniforme. $I_t : \underline{15.90} \text{ cm}^4$

I_w : Constante de alabeo de la sección. $I_w : \underline{70600.00} \text{ cm}^6$

E : Módulo de elasticidad. $E : \underline{210000} \text{ MPa}$

G : Módulo de elasticidad transversal. $G : \underline{81000} \text{ MPa}$

L_{ky} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y. $L_{ky} : \underline{15.000} \text{ m}$

L_{kz} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z. $L_{kz} : \underline{0.000} \text{ m}$

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. $i_0 : \underline{11.63} \text{ cm}$

Siendo:

i_y, i_z : Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z. $i_y : \underline{11.23} \text{ cm}$
 $i_z : \underline{3.02} \text{ cm}$

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. $y_0 : \underline{0.00} \text{ mm}$

$z_0 : \underline{0.00} \text{ mm}$

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

Se debe satisfacer:



$$37.82 \leq 250.57 \quad \checkmark$$

Donde:

h_w : Altura del alma.	h_w : <u>249.60</u> mm
t_w : Espesor del alma.	t_w : <u>6.60</u> mm
A_w : Área del alma.	A_w : <u>16.47</u> cm ²
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida.	$A_{fc,ef}$: <u>13.77</u> cm ²
k : Coeficiente que depende de la clase de la sección.	k : <u>0.30</u>
E : Módulo de elasticidad.	E : <u>210000</u> MPa
f_{yf} : Límite elástico del acero del ala comprimida.	f_{yf} : <u>275.00</u> MPa
Siendo:	

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.003} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+1.05·Q1(C)+1.5·V(180°)H2+1.05·N(EI).

$$N_{t,Ed}: \text{Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.} \quad N_{t,Ed} : \underline{3.20} \text{ kN}$$

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

$$N_{t,Rd} : \underline{1202.14} \text{ kN}$$

Donde:

A : Área bruta de la sección transversal de la barra.	A : <u>45.90</u> cm ²
f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.	f_{yd} : <u>261.90</u> MPa

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	f_y : <u>275.00</u> MPa
γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.	γ_{M0} : <u>1.05</u>

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.002} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.006} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(0°)H2.

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{c,Ed} : \underline{2.42} \text{ kN}$$

La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

$$N_{c,Rd} : \underline{1202.14} \text{ kN}$$

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.

$$A : \underline{45.90} \text{ cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

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

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

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:

$$N_{b,Rd} : \underline{428.80} \text{ kN}$$

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{45.90} \text{ cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

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

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$



λ : Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\lambda_y : \underline{0.36}$$

Siendo:

$$\phi_y : \underline{1.82}$$

α : Coeficiente de imperfección elástica.

$$\alpha_y : \underline{0.21}$$

ϕ : Esbeltez reducida.

$$\phi_y : \underline{1.54}$$

N_{cr} : Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

$$N_{cr} : \underline{533.35} \text{ kN}$$

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$$N_{cr,y} : \underline{533.35} \text{ kN}$$

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$$N_{cr,z} : \underline{\infty}$$

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} : \underline{\infty}$$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.103} \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 7.400 m del nudo N156, para la combinación de acciones 1.35·PP.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{13.07} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$M_{c,Rd} : \underline{126.76} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$$\text{Clase} : \underline{1}$$



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.

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

$$W_{pl,y} : \underline{484.00} \text{ cm}^3$$

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

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

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

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 - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

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

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.011} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 14.800 m del nudo N156, para la combinación de acciones 1.35·PP.

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

$$V_{Ed} : \underline{3.63} \text{ kN}$$

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

$$V_{c,Rd} : \underline{334.07} \text{ kN}$$

Donde:

A_v: Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{22.09} \text{ cm}^2$$

Siendo:

h: Canto de la sección.

$$h : \underline{270.00} \text{ mm}$$

t_w: Espesor del alma.

$$t_w : \underline{6.60} \text{ mm}$$



f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.90 \text{ MPa}}$$

Siendo:

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

$$f_y : \underline{275.00 \text{ MPa}}$$

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:

$$33.27 < 64.71 \quad \checkmark$$

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma.

$$\lambda_w : \underline{33.27}$$

$\lambda_{m\acute{a}x}$: Esbeltez máxima.

$$\lambda_{m\acute{a}x} : \underline{64.71}$$

ϵ : Factor de reducción.

$$\epsilon : \underline{0.92}$$

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia.

$$f_{ref} : \underline{235.00 \text{ MPa}}$$

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

$$f_y : \underline{275.00 \text{ MPa}}$$

Resistencia a corte Y - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

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

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados - Temperatura ambiente (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 $V_{c,Rd}$.

$$3.09 \text{ kN} \leq 167.04 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.925 m del nudo N156, para la combinación de acciones 1.35·PP.



Proyecto Estructural de edificio industrial de 1500m² situado en Mora de Rubielos

Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

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

V_{Ed} : 3.09 kN

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

$V_{c,Rd}$: 334.07 kN

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

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

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.105} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.109} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.064} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 7.400 m del nudo N156, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(0°)H2.

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$N_{c,Ed}$: 2.24 kN

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.

$M_{y,Ed}^+$: 13.07 kN·m

$M_{z,Ed}^+$: 0.00 kN·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.

$N_{pl,Rd}$: 1202.14 kN

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

$M_{pl,Rd,y}$: 126.76 kN·m

$M_{pl,Rd,z}$: 25.40 kN·m

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A: Área de la sección bruta.

A : 45.90 cm²

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$W_{pl,y}$: 484.00 cm³

$W_{pl,z}$: 97.00 cm³

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 261.90 MPa

Siendo:

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

$$f_y : \frac{275.00}{1} \text{ MPa}$$

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M1} : \frac{1.05}{1}$$

k_y, k_z : Coeficientes de interacción.

$$k_y : \frac{1.00}{1}$$

$$k_z : \frac{1.00}{1}$$

$C_{m,y}, C_{m,z}$: Factores de momento flector uniforme equivalente.

$$C_{m,y} : \frac{1.00}{1}$$

$$C_{m,z} : \frac{1.00}{1}$$

λ_y, λ_z : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\lambda_y : \frac{0.36}{1}$$

$$\lambda_z : \frac{1.00}{1}$$

ϕ_y, ϕ_z : Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\phi_y : \frac{1.54}{1}$$

$$\phi_z : \frac{0.00}{1}$$

α_y, α_z : Factores dependientes de la clase de la sección.

$$\alpha_y : \frac{0.60}{1}$$

$$\alpha_z : \frac{0.60}{1}$$

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados - Temperatura ambiente (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 un punto situado a una distancia de 0.925 m del nudo N156, para la combinación de acciones 1.35·PP.

$$3.09 \text{ kN} \leq 167.04 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

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

$$V_{Ed,z} : \frac{3.09}{1} \text{ kN}$$

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

$$V_{c,Rd,z} : \frac{334.07}{1} \text{ kN}$$

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



Proyecto Estructural de edificio industrial de 1500m² situado en Mora de Rubielos
La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados - Temperatura ambiente (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 - Temperatura ambiente (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.

Barra N155/N49

Perfil: IPE 270																															
Material: Acero (S275)																															
	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Nudos</th> <th rowspan="2">Longitud (m)</th> <th colspan="4">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> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>N155</td> <td>N49</td> <td>15.000</td> <td>45.90</td> <td>5790.00</td> <td>420.00</td> <td>15.90</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)	N155	N49	15.000	45.90	5790.00	420.00	15.90										
	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)																								
	N155	N49	15.000	45.90	5790.00	420.00	15.90																								
	<p>Notas:</p> <p>⁽¹⁾ Inercia respecto al eje indicado</p> <p>⁽²⁾ Momento de inercia a torsión uniforme</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>15.000</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> <tr> <td>C₁</td> <td colspan="2">-</td> <td colspan="2">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	15.000	0.000	0.000	C _m	1.000	1.000	1.000	1.000	C ₁	-		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	15.000	0.000	0.000																										
C _m	1.000	1.000	1.000	1.000																											
C ₁	-		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> <p>C₁: Factor de modificación para el momento crítico</p>																															
<p>Situación de incendio</p> <p>Resistencia requerida: R 60</p> <p>Factor de forma: 242.38 m-1</p> <p>Temperatura máx. de la barra: 674.5 °C</p> <p>Pintura intumescente: 1.2 mm</p>																															

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - TEMPERATURA AMBIENTE														Estado	
	φ	λ _w	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
N155/N49	φ < 2.0 Cumple	x: 0.921 m λ _w ≤ λ _{w,máx} Cumple	η = 0.3	η = 1.0	x: 7.365 m η = 10.2	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	x: 14.73 m η = 1.1	V _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	x: 0.921 m η < 0.1	N.P. ⁽³⁾	x: 7.365 m η = 11.3	x: 0.921 m η < 0.1	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁵⁾	CUMPLE η = 11.3



COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - TEMPERATURA AMBIENTE																
Barra	ϕ	λ_w	N_t	N_c	M_Y	M_Z	V_Z	V_Y	$M_Y V_Z$	$M_Z V_Y$	$NM_Y M_Z$	$NM_Y M_Z V_Y$	M_t	$M_t V_z$	$M_t V_y$	Estado
<p>Comprobaciones que no proceden (N.P.):</p> <p>(1) La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.</p> <p>(2) La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.</p> <p>(3) No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.</p> <p>(4) La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.</p> <p>(5) No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.</p>																
COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - SITUACIÓN DE INCENDIO																
Barra	N_t	N_c	M_Y	M_Z	V_Z	V_Y	$M_Y V_Z$	$M_Z V_Y$	$NM_Y M_Z$	$NM_Y M_Z V_Y$	M_t	$M_t V_z$	$M_t V_y$	Estado		
N155/N4 9	$\eta = 0.2$	$\eta = 2.2$	x: 7.365 m $\eta = 24.8$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 14.73 m $\eta = 2.6$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	x: 0.921 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽³⁾	x: 7.365 m $\eta = 27.4$	x: 0.921 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁵⁾	CUMPLE E $\eta = 27.4$		
<p>Comprobaciones que no proceden (N.P.):</p> <p>(1) La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.</p> <p>(2) La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.</p> <p>(3) No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.</p> <p>(4) La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.</p> <p>(5) No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.</p>																
<p>Notación:</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>V_Z: Resistencia a corte Z</p> <p>V_Y: Resistencia a corte Y</p> <p>$M_Y V_Z$: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados</p> <p>$M_Z V_Y$: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados</p> <p>$NM_Y M_Z$: Resistencia a flexión y axil combinados</p> <p>$NM_Y M_Z V_Y$: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados</p> <p>M_t: Resistencia a torsión</p> <p>$M_t V_z$: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados</p> <p>$M_t V_y$: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados</p> <p>x: Distancia al origen de la barra</p> <p>η: Coeficiente de aprovechamiento (%)</p> <p>N.P.: No procede</p>																

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

La esbeltez reducida ϕ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

ϕ : 1.54 ✓

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 : 45.90 cm²

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

f_y : 275.00 MPa

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico.

N_{cr} : 533.35 kN

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. $N_{cr,y} : \underline{533.35} \text{ kN}$

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. $N_{cr,z} : \underline{\infty}$

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión. $N_{cr,T} : \underline{\infty}$

Donde:

I_y : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.	$I_y : \underline{5790.00} \text{ cm}^4$
I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.	$I_z : \underline{420.00} \text{ cm}^4$
I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.	$I_t : \underline{15.90} \text{ cm}^4$
I_w : Constante de alabeo de la sección.	$I_w : \underline{70600.00} \text{ cm}^6$
E : Módulo de elasticidad.	$E : \underline{210000} \text{ MPa}$
G : Módulo de elasticidad transversal.	$G : \underline{81000} \text{ MPa}$
L_{ky} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.	$L_{ky} : \underline{15.000} \text{ m}$
L_{kz} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.	$L_{kz} : \underline{0.000} \text{ m}$
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.	$i_0 : \underline{11.63} \text{ cm}$

Siendo:

i_y, i_z : Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.	$i_y : \underline{11.23} \text{ cm}$
	$i_z : \underline{3.02} \text{ cm}$
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.	$y_0 : \underline{0.00} \text{ mm}$
	$z_0 : \underline{0.00} \text{ mm}$

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

Se debe satisfacer:

$$37.82 \leq 250.57 \checkmark$$

Donde:



Proyecto Estructural de edificio industrial de 1500m² situado en Mora de Rubielos

h_w : Altura del alma.

t_w : Espesor del alma.

A_w : Área del alma.

$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida.

k : Coeficiente que depende de la clase de la sección.

E : Módulo de elasticidad.

f_{yf} : Límite elástico del acero del ala comprimida.

Siendo:

$$h_w : \underline{249.60} \text{ mm}$$

$$t_w : \underline{6.60} \text{ mm}$$

$$A_w : \underline{16.47} \text{ cm}^2$$

$$A_{fc,ef} : \underline{13.77} \text{ cm}^2$$

$$k : \underline{0.30}$$

$$E : \underline{210000} \text{ MPa}$$

$$f_{yf} : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.003} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(0°)H2.

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

$$N_{t,Ed} : \underline{3.43} \text{ kN}$$

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

$$N_{t,Rd} : \underline{1202.14} \text{ kN}$$

Donde:

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

$$A : \underline{45.90} \text{ cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

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

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

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

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

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.004} \quad \checkmark$$



$$\eta : \underline{0.010} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.05 \cdot Q1(C) + 1.5 \cdot V(180^\circ)H2 + 1.05 \cdot N(EI)$.

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{c,Ed} : \underline{4.35} \text{ kN}$$

La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

$$N_{c,Rd} : \underline{1202.14} \text{ kN}$$

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.

$$A : \underline{45.90} \text{ cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

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

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

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:

$$N_{b,Rd} : \underline{428.80} \text{ kN}$$

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{45.90} \text{ cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

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

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

λ : Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\lambda_y : \underline{0.36}$$

Siendo:



$$\phi_y : \underline{1.82}$$

α : Coeficiente de imperfección elástica.

$$\alpha_y : \underline{0.21}$$

ϕ : Esbeltez reducida.

$$\phi_y : \underline{1.54}$$

N_{cr} : Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

$$N_{cr} : \underline{533.35} \text{ kN}$$

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$$N_{cr,y} : \underline{533.35} \text{ kN}$$

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$$N_{cr,z} : \underline{\infty}$$

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} : \underline{\infty}$$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.102} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 7.365 m del nudo N155, para la combinación de acciones 1.35·PP.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{12.94} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$M_{c,Rd} : \underline{126.76} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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.

$$W_{pl,y} : \underline{484.00} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$



Proyecto Estructural de edificio industrial de 1500m² situado en Mora de Rubielos

Siendo:

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

f_y : 275.00 MPa

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 - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

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

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

Se debe satisfacer:

η : 0.011 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 14.730 m del nudo N155, para la combinación de acciones 1.35·PP.

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

V_{Ed} : 3.64 kN

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

$V_{c,Rd}$: 334.07 kN

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

A_v : 22.09 cm²

Siendo:

h : Canto de la sección.

h : 270.00 mm

t_w : Espesor del alma.

t_w : 6.60 mm

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 261.90 MPa

Siendo:

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

f_y : 275.00 MPa

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:

$$33.27 < 64.71 \quad \checkmark$$

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma.

$$\lambda_w : \underline{33.27}$$

$\lambda_{m\acute{a}x}$: Esbeltez máxima.

$$\lambda_{m\acute{a}x} : \underline{64.71}$$

ϵ : Factor de reducción.

$$\epsilon : \underline{0.92}$$

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia.

$$f_{ref} : \underline{235.00} \text{ MPa}$$

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

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

Resistencia a corte Y - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

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

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados - Temperatura ambiente (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 $V_{c,Rd}$.

$$3.08 \text{ kN} \leq 167.04 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.921 m del nudo N155, para la combinación de acciones 1.35·PP.

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

$$V_{Ed} : \underline{3.08} \text{ kN}$$

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

$$V_{c,Rd} : \underline{334.07} \text{ kN}$$

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



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

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.106} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.113} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.065} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 7.365 m del nudo N155, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.05·Q1(C)+1.5·V(180°)H2+1.05·N(EI).

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{c,Ed} : \underline{4.35} \text{ kN}$$

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{y,Ed}^+ : \underline{12.94} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

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.

$$N_{pl,Rd} : \underline{1202.14} \text{ kN}$$

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{pl,Rd,y} : \underline{126.76} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{pl,Rd,z} : \underline{25.40} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A: Área de la sección bruta.

$$A : \underline{45.90} \text{ cm}^2$$

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$W_{pl,y} : \underline{484.00} \text{ cm}^3$$

$$W_{pl,z} : \underline{97.00} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

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

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

k_y , k_z : Coeficientes de interacción.



$$k_y : \underline{1.01}$$

$$k_z : \underline{1.00}$$

$C_{m,y}$, $C_{m,z}$: Factores de momento flector uniforme equivalente.

$$C_{m,y} : \underline{1.00}$$

$$C_{m,z} : \underline{1.00}$$

λ_y , λ_z : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\lambda_y : \underline{0.36}$$

$$\lambda_z : \underline{1.00}$$

ϕ_y , ϕ_z : Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\phi_y : \underline{1.54}$$

$$\phi_z : \underline{0.00}$$

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 - Temperatura ambiente (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 un punto situado a una distancia de 0.921 m del nudo N155, para la combinación de acciones 1.35·PP.

$$3.08 \text{ kN} \leq 167.04 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

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

$$V_{Ed,z} : \underline{3.08} \text{ kN}$$

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

$$V_{c,Rd,z} : \underline{334.07} \text{ kN}$$

Resistencia a torsión - Temperatura ambiente (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 - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

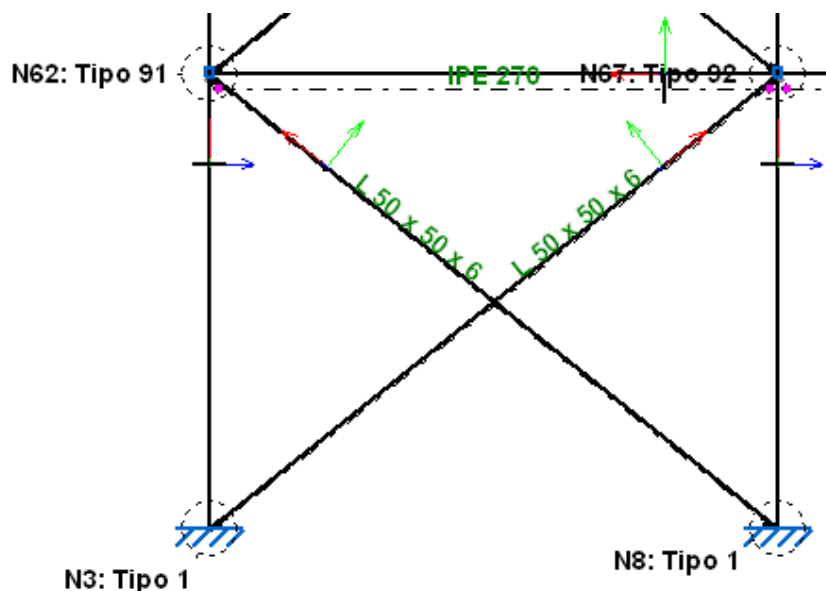
No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.



Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados - Temperatura ambiente (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.

4.5 Arriostramientos fachada lateral



4.5.1 GEOMETRÍA

4.5.1.1 Descripción

Descripción												
Material	Tipo	Designación	Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)			β_{xy}	β_{xz}	Lb _{sup.} (m)	Lb _{inf.} (m)
						Indeformable origen	Deformable	Indeformable extremo				
Acero laminado		S275	N8/N62	N8/N62	L 50 x 50 x 6 (L)	-	6.365	0.038	0.00	0.00	-	-
			N3/N67	N3/N67	L 50 x 50 x 6 (L)	-	6.365	0.038	0.00	0.00	-	-
			N67/N62	N67/N62	IPE 270 (IPE)	-	5.000	-	1.00	1.00	-	-

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

4.5.2 CARGAS

Referencias:

'P1', 'P2':



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

'L1', 'L2':

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

Unidades:

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

Cargas en barras										
Barra	Hipótesis	Tipo	Valores		Posición		Ejes	Dirección		
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)		X	Y	Z
N67/N62	Peso propio	Uniforme	0.353	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000

4.5.3 RESULTADOS

4.5.3.1 Barras

4.5.3.1.1 Esfuerzos

Referencias:

N: Esfuerzo axil (kN)

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

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

Mt: Momento torsor (kN·m)

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

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

Hipótesis



Esfuerzos en barras, por hipótesis												
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.000 m	0.796 m	1.591 m	2.387 m	3.183 m	3.978 m	4.774 m	5.569 m	6.365 m	
N3/N67	Peso propio	N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy	0.000	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	0.000
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Q 1 (Uso C)	N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy	0.000	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	0.000
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Q 1 (Uso G1)	N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy	0.000	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	0.000
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	V(0°) H1	N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy	0.000	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	0.000
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	V(0°) H2	N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy	0.000	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	0.000
Mt		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
My		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Mz		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
V(90°) H1	N	17.367	17.367	17.367	17.367	17.367	17.367	17.367	17.367	17.367	17.367	
	Vy	0.000	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	0.000	
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
V(180°) H1	N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
	Vy	0.000	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	0.000	
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
V(180°) H2	N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
	Vy	0.000	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	0.000	
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
V(270°) H1	N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
	Vy	0.000	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	0.000	
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	



Esfuerzos en barras, por hipótesis											
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.796 m	1.591 m	2.387 m	3.183 m	3.978 m	4.774 m	5.569 m	6.365 m
	N(ED)	N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		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	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Esfuerzos en barras, por hipótesis											
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.796 m	1.591 m	2.387 m	3.183 m	3.978 m	4.774 m	5.569 m	6.365 m
N8/N62	Peso propio	N	0.719	0.719	0.719	0.719	0.719	0.719	0.719	0.719	0.719
		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	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Q 1 (Uso C)	N	0.078	0.078	0.078	0.078	0.078	0.078	0.078	0.078	0.078
		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	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Q 1 (Uso G1)	N	0.666	0.666	0.666	0.666	0.666	0.666	0.666	0.666	0.666
		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	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
V(0°) H1	N	1.170	1.170	1.170	1.170	1.170	1.170	1.170	1.170	1.170	
	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	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
V(0°) H2	N	1.824	1.824	1.824	1.824	1.824	1.824	1.824	1.824	1.824	
	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	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
V(90°) H1	N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
	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	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
V(180°) H1	N	2.976	2.976	2.976	2.976	2.976	2.976	2.976	2.976	2.976	
	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	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
V(180°) H2	N	3.650	3.650	3.650	3.650	3.650	3.650	3.650	3.650	3.650	



Esfuerzos en barras, por hipótesis											
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.796 m	1.591 m	2.387 m	3.183 m	3.978 m	4.774 m	5.569 m	6.365 m
		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	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	V(270°) H1	N	14.933	14.933	14.933	14.933	14.933	14.933	14.933	14.933	14.933
		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	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	N(ED)	N	1.505	1.505	1.505	1.505	1.505	1.505	1.505	1.505	1.505
		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	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Esfuerzos en barras, por hipótesis											
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.625 m	1.250 m	1.875 m	2.500 m	3.125 m	3.750 m	4.375 m	5.000 m
N67/N62	Peso propio	N	-0.193	-0.193	-0.193	-0.193	-0.193	-0.193	-0.193	-0.193	-0.193
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	-0.884	-0.663	-0.442	-0.221	0.000	0.221	0.442	0.663	0.884
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.48	0.83	1.04	1.10	1.04	0.83	0.48	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Q 1 (Uso C)	N	-0.065	-0.065	-0.065	-0.065	-0.065	-0.065	-0.065	-0.065	-0.065
		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	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Q 1 (Uso G1)	N	-0.160	-0.160	-0.160	-0.160	-0.160	-0.160	-0.160	-0.160	-0.160
		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	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	V(0°) H1	N	3.826	3.826	3.826	3.826	3.826	3.826	3.826	3.826	3.826
		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	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	V(0°) H2	N	5.224	5.224	5.224	5.224	5.224	5.224	5.224	5.224	5.224
		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		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
My		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
V(90°) H1	N	-23.089	-23.089	-23.089	-23.089	-23.089	-23.089	-23.089	-23.089	-23.089	
	Vy	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	0.625 m	1.250 m	1.875 m	2.500 m	3.125 m	3.750 m	4.375 m	5.000 m
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	V(180°) H1	N	9.794	9.794	9.794	9.794	9.794	9.794	9.794	9.794	9.794
		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	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	V(180°) H2	N	11.430	11.430	11.430	11.430	11.430	11.430	11.430	11.430	11.430
		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	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	V(270°) H1	N	-9.062	-9.062	-9.062	-9.062	-9.062	-9.062	-9.062	-9.062	-9.062
		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	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	N(EI)	N	-0.366	-0.366	-0.366	-0.366	-0.366	-0.366	-0.366	-0.366	-0.366
		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		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
My		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Mz		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	

4.5.3.1.2 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 relativa xy		Flecha máxima absoluta xz Flecha máxima relativa xz		Flecha activa absoluta xy Flecha activa relativa xy		Flecha activa absoluta xz Flecha activa relativa xz	
	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)
N67/N62	5.000	3.598	5.00	0.39	5.000	3.772	5.000	0.028
	5.000	L(>1000)	5.000	L(>1000)	5.000	L(>1000)	5.000	L(>1000)
N8/N62	5.967	0.00	5.172	0.00	5.967	0.00	5.569	0.00
	-	L(>1000)	-	L(>1000)	-	L(>1000)	-	L(>1000)
N3/N67	4.774	0.00	5.967	0.00	4.774	0.00	5.967	0.00
	-	L(>1000)	-	L(>1000)	-	L(>1000)	-	L(>1000)

4.5.3.1.3 Comprobaciones E.L.U. (Completo)

TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA



Proyecto Estructural de edificio industrial de 1500m² situado en Mora de Rubielos
Barra N8/N62

Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

Perfil: L 50 x 50 x 6 Material: Acero (S275)										
Nudos	Longitud		Características mecánicas							
	Inicial	Final	Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _{yz} ⁽⁴⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)	y _g ⁽³⁾ (mm)	z _g ⁽³⁾ (mm)	α ⁽⁵⁾ (grados)
N8	N62	6.403	5.69	12.84	12.84	7.53	0.68	10.50	-10.50	-45.0
<p>Notas:</p> <p>(1) Inercia respecto al eje indicado</p> <p>(2) Momento de inercia a torsión uniforme</p> <p>(3) Coordenadas del centro de gravedad</p> <p>(4) Producto de inercia</p> <p>(5) Es el ángulo que forma el eje principal de inercia U respecto al eje Y, positivo en sentido antihorario.</p>										
	Pandeo				Pandeo lateral					
	Plano XY		Plano XZ		Ala sup.	Ala inf.				
	β	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00				
	L _K	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000				
	C _m	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000				
	C ₁	-			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> <p>C₁: Factor de modificación para el momento crítico</p>										
<p>Situación de incendio</p> <p>Resistencia requerida: R 60</p> <p>Factor de forma: 354.61 m-1</p> <p>Temperatura máx. de la barra: 667.0 °C</p> <p>Pintura intumescente: 1.8 mm</p>										

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - TEMPERATURA AMBIENTE												Estado		
	φ	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	M _t		M _t V _Z	M _t V _Y
N8/N6 2	φ ≤ 4.0 Cumple	η = 16.8	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	V _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽³⁾	V _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁸⁾	CUMPLE η = 16.8
<p><i>Comprobaciones que no proceden (N.P.):</i></p> <p>(1) La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.</p> <p>(2) La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.</p> <p>(3) La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.</p> <p>(4) No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.</p> <p>(5) No hay interacción entre axil y momento flector ni entre momentos flectores en ambas direcciones para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.</p> <p>(6) No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.</p> <p>(7) La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.</p> <p>(8) No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.</p>															
Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - SITUACIÓN DE INCENDIO												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	M _t	M _t V _Z		M _t V _Y	
N8/N6 2	η = 17.6	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	V _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽³⁾	V _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁸⁾	CUMPLE η = 17.6	



Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - SITUACIÓN DE INCENDIO											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	M _t	
<p><i>Comprobaciones que no proceden (N.P.):</i></p> <p>(1) La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.</p> <p>(2) La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.</p> <p>(3) La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.</p> <p>(4) No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.</p> <p>(5) No hay interacción entre axil y momento flector ni entre momentos flectores en ambas direcciones para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.</p> <p>(6) No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.</p> <p>(7) La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.</p> <p>(8) No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.</p> <p><i>Notación:</i></p> <p>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 x: Distancia al origen de la barra η: Coeficiente de aprovechamiento (%) N.P.: No procede</p>												

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

La esbeltez reducida ϕ de las barras de arriostramiento traccionadas no debe superar el valor 4.0.

$$\phi < \underline{0.01} \quad \checkmark$$

Donde:

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

$$A : \underline{5.69} \text{ cm}^2$$

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

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico.

$$N_{cr} : \underline{\infty}$$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.168} \quad \checkmark$$



Proyecto Estructural de edificio industrial de 1500m² situado en Mora de Rubielos

Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+1.05·Q1(C)+1.5·V(270°)H1+1.05·N(EI).

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

$N_{t,Ed}$: 25.03 kN

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

$N_{t,Rd}$: 149.02 kN

Donde:

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

A : 5.69 cm²

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 261.90 MPa

Siendo:

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

f_y : 275.00 MPa

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

γ_{M0} : 1.05

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

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

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

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

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

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

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

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

Resistencia a corte Y - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

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

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

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

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

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



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

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

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

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

Resistencia a torsión - Temperatura ambiente (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 - Temperatura ambiente (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 - Temperatura ambiente (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.



Perfil: IPE 270		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)
	N67	N62	5.000	45.90	5790.00	420.00	15.90
	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	1.00	1.00	0.00	0.00			
L _K	5.000	5.000	0.000	0.000			
C _m	1.000	1.000	1.000	1.000			
C ₁	-		1.000				
Notación: β: Coeficiente de pandeo L _K : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico							
Situación de incendio							
Resistencia requerida: R 60							
Factor de forma: 242.38 m-1							
Temperatura máx. de la barra: 674.5 °C							
Pintura intumescente: 1.2 mm							

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - TEMPERATURA AMBIENTE														Estado	
	φ	λ _w	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	M _t	M _t V _Z		M _t V _Y
N67/N62	φ < 2.0 Cumple	x: 0.313 m λ _w ≤ λ _{w,máx} Cumple	η = 1.5	η = 11.9	x: 2.5 m η = 1.2	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m η = 0.4	V _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	x: 0.313 m η < 0.1	N.P. ⁽³⁾	x: 2.5 m η = 12.3	x: 0.313 m η < 0.1	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁵⁾	CUMPLE η = 12.3

Comprobaciones que no proceden (N.P.):

- (1) La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.
- (2) La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.
- (3) No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.
- (4) La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.
- (5) No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - SITUACIÓN DE INCENDIO														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	M _t	M _t V _Z	M _t V _Y		
N67/N62	η = 1.6	η = 18.6	x: 2.5 m η = 2.9	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m η = 0.9	V _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	x: 0.313 m η < 0.1	N.P. ⁽³⁾	x: 2.5 m η = 20.3	x: 0.313 m η < 0.1	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁵⁾	CUMPLE η = 20.3	

Comprobaciones que no proceden (N.P.):

- (1) La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.
- (2) La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.
- (3) No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.
- (4) La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.
- (5) No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.



Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - SITUACIÓN DE INCENDIO													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	M _t	M _t V _Z	M _t V _Y	
<p><i>Notación:</i></p> <p>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_Y: 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 x: Distancia al origen de la barra η: Coeficiente de aprovechamiento (%) N.P.: No procede</p>														

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

La esbeltez reducida ϕ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

ϕ : 1.90 ✓

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 : 45.90 cm²

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

f_y : 275.00 MPa

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico.

N_{cr} : 348.20 kN

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} : 4800.18 kN

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

N_{cr,z} : 348.20 kN

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

N_{cr,T} : ∞

Donde:

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.

I_y : 5790.00 cm⁴

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.

I_z : 420.00 cm⁴



Proyecto Estructural de edificio industrial de 1500m² situado en Mora de Rubielos

I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.	I_t : $\frac{15.90}{}$ cm ⁴
I_w : Constante de alabeo de la sección.	I_w : $\frac{70600.00}{}$ cm ⁶
E : Módulo de elasticidad.	E : $\frac{210000}{}$ MPa
G : Módulo de elasticidad transversal.	G : $\frac{81000}{}$ MPa
L_{ky} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.	L_{ky} : $\frac{5.000}{}$ m
L_{kz} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.	L_{kz} : $\frac{5.000}{}$ m
L_{kt} : Longitud efectiva de pandeo por torsión.	L_{kt} : $\frac{0.000}{}$ m
i₀ : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.	i₀ : $\frac{11.63}{}$ cm

Siendo:

i_y , i_z : Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.	i_y : $\frac{11.23}{}$ cm
y₀ , z₀ : 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 : $\frac{3.02}{}$ cm
	y₀ : $\frac{0.00}{}$ mm
	z₀ : $\frac{0.00}{}$ mm

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

Se debe satisfacer:

$$37.82 \leq 250.57 \quad \checkmark$$

Donde:

h_w : Altura del alma.	h_w : $\frac{249.60}{}$ mm
t_w : Espesor del alma.	t_w : $\frac{6.60}{}$ mm
A_w : Área del alma.	A_w : $\frac{16.47}{}$ cm ²
A_{fc,ef} : Área reducida del ala comprimida.	A_{fc,ef} : $\frac{13.77}{}$ cm ²
k : Coeficiente que depende de la clase de la sección.	k : $\frac{0.30}{}$
E : Módulo de elasticidad.	E : $\frac{210000}{}$ MPa
f_{yf} : Límite elástico del acero del ala comprimida.	f_{yf} : $\frac{275.00}{}$ MPa

Siendo:

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.015} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(180°)H2.

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

$$N_{t,Ed} : \underline{17.58} \text{ kN}$$

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

$$N_{t,Rd} : \underline{1202.14} \text{ kN}$$

Donde:

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

$$A : \underline{45.90} \text{ cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

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

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

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

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

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.027} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.119} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(90°)H1.

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{c,Ed} : \underline{32.72} \text{ kN}$$

La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

$$N_{c,Rd} : \underline{1202.14} \text{ kN}$$



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 :** 45.90 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd} :** 261.90 MPa

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y :** 275.00 MPa

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} : 274.71 kN

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A :** 45.90 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd} :** 261.90 MPa

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y :** 275.00 MPa

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M1} :** 1.05

λ: Coeficiente de reducción por pandeo.

λ_y : 0.92

λ_z : 0.23

Siendo:

φ_y : 0.66

φ_z : 2.60

α: Coeficiente de imperfección elástica.

α_y : 0.21

α_z : 0.34

φ: Esbeltez reducida.

φ_y : 0.51

φ_z : 1.90

N_{cr}: Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

N_{cr} : 348.20 kN

N_{cr,y}: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

N_{cr,y} : 4800.18 kN

N_{cr,z}: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

N_{cr,z} : 348.20 kN



$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$N_{cr,T}$: ∞

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.012} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 2.500 m del nudo N67, para la combinación de acciones 1.35·PP.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{1.49} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$M_{c,Rd} : \underline{126.76} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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.

$$W_{pl,y} : \underline{484.00} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

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

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

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 - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

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

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

Proyecto Estructural de edificio industrial de 1500m² situado en Mora de Rubielos
Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.004} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N67, para la combinación de acciones 1.35·PP.

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

$$V_{Ed} : \underline{1.19} \text{ kN}$$

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

$$V_{c,Rd} : \underline{334.07} \text{ kN}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{22.09} \text{ cm}^2$$

Siendo:

h : Canto de la sección.

$$h : \underline{270.00} \text{ mm}$$

t_w : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{6.60} \text{ mm}$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

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

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

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:

$$33.27 < 64.71 \quad \checkmark$$

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma.

$$\lambda_w : \underline{33.27}$$

$\lambda_{m\acute{a}x}$: Esbeltez máxima.

$$\lambda_{m\acute{a}x} : \underline{64.71}$$

ϵ : Factor de reducción.

$$\epsilon : \underline{0.92}$$

Siendo:

 f_{ref} : Límite elástico de referencia. f_{ref} : 235.00 MPa f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 275.00 MPa**Resistencia a corte Y - Temperatura ambiente** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

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

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados - Temperatura ambiente
(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 $V_{c,Rd}$.

$$1.04 \text{ kN} \leq 167.04 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.313 m del nudo N67, para la combinación de acciones 1.35·PP.

 V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 1.04 kN $V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd}$: 334.07 kN**Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados - Temperatura ambiente**
(CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

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

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.034} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.037} \quad \checkmark$$



$$\eta : \underline{0.123} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 2.500 m del nudo N67, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(90°)H1.

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{c,Ed} : \underline{32.72} \text{ kN}$$

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{y,Ed}^+ : \underline{0.88} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

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.

$$N_{pl,Rd} : \underline{1202.14} \text{ kN}$$

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{pl,Rd,y} : \underline{126.76} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{pl,Rd,z} : \underline{25.40} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A : Área de la sección bruta.

$$A : \underline{45.90} \text{ cm}^2$$

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$W_{pl,y} : \underline{484.00} \text{ cm}^3$$

$$W_{pl,z} : \underline{97.00} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

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

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

k_y , k_z : Coeficientes de interacción.

$$k_y : \underline{1.01}$$

$$k_z : \underline{1.17}$$

$C_{m,y}$, $C_{m,z}$: Factores de momento flector uniforme equivalente.

$$C_{m,y} : \underline{1.00}$$

$$C_{m,z} : \underline{1.00}$$

λ_y , λ_z : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\lambda_y : \underline{0.92}$$

$$\lambda_z : \underline{0.23}$$



Proyecto Estructural de edificio industrial de 1500m² situado en Mora de Rubielos

ϕ_y, ϕ_z : Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

α_y, α_z : Factores dependientes de la clase de la sección.

$$\phi_y : \frac{0.51}{1.00}$$

$$\phi_z : \frac{1.90}{1.00}$$

$$\alpha_y : \frac{0.60}{1.00}$$

$$\alpha_z : \frac{0.60}{1.00}$$

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados - Temperatura ambiente (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 un punto situado a una distancia de 0.313 m del nudo N67, para la combinación de acciones 1.35·PP.

$$1.04 \text{ kN} \leq 167.04 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

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

$$V_{Ed,z} : \frac{1.04}{1.00} \text{ kN}$$

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

$$V_{c,Rd,z} : \frac{334.07}{1.00} \text{ kN}$$

Resistencia a torsión - Temperatura ambiente (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 - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

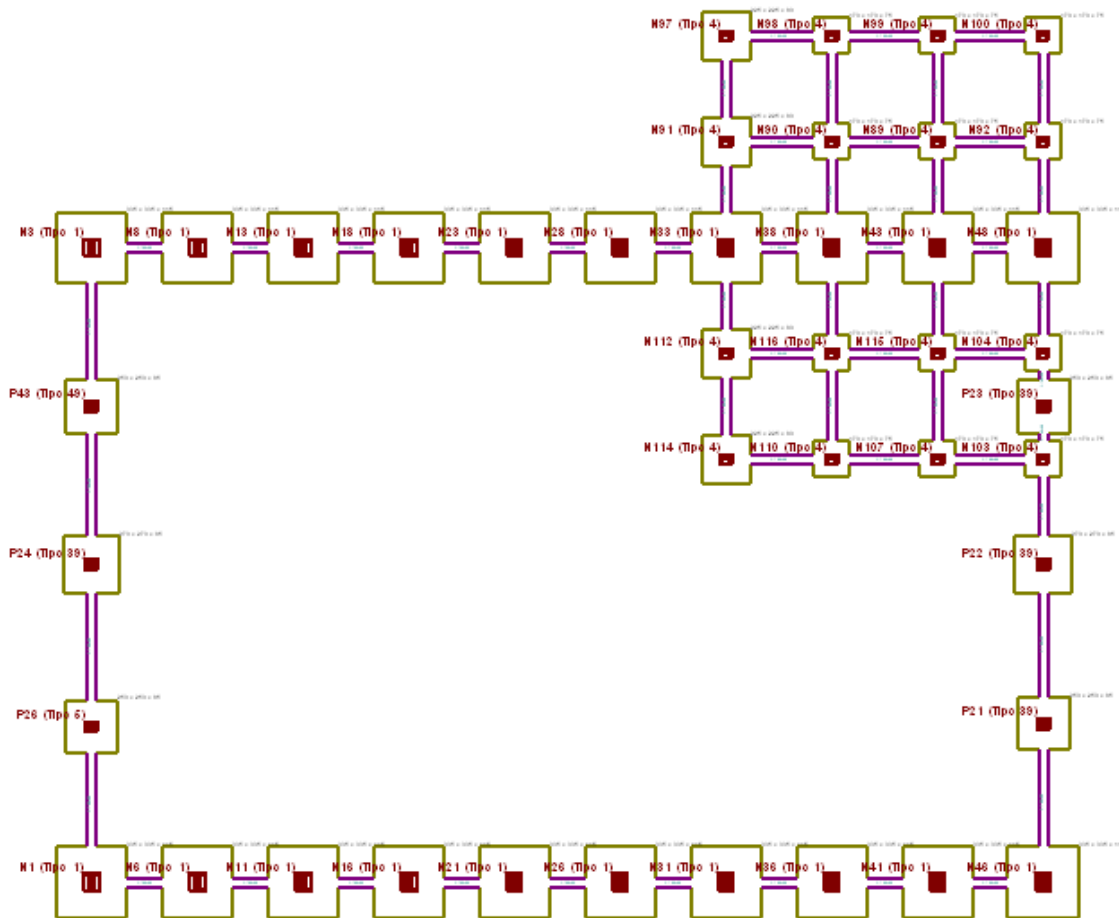
No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados - Temperatura ambiente (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.



5 Cimentaciones



5.1 CIMENTACIÓN

5.1.1 Elementos de cimentación aislados

5.1.1.1 Descripción

Referencias	Geometría	Armado
N1, N3, N6, N8, N11, N13, N16, N18, N21, N23, N26, N28, N31, N33, N36, N38, N41, N43, N46 y N48	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 167.5 cm Ancho inicial Y: 167.5 cm Ancho final X: 167.5 cm Ancho final Y: 167.5 cm Ancho zapata X: 335.0 cm Ancho zapata Y: 335.0 cm Canto: 115.0 cm	Sup X: 16Ø16c/20 Sup Y: 16Ø16c/20 Inf X: 16Ø16c/20 Inf Y: 16Ø16c/20
P21, P23, P43 y P26	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 125.0 cm Ancho inicial Y: 125.0 cm Ancho final X: 125.0 cm Ancho final Y: 125.0 cm Ancho zapata X: 250.0 cm Ancho zapata Y: 250.0 cm Canto: 85.0 cm	Sup X: 9Ø16c/26 Sup Y: 9Ø16c/26 Inf X: 9Ø16c/26 Inf Y: 9Ø16c/26



Referencias	Geometría	Armado
P22 y P24	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 135.0 cm Ancho inicial Y: 135.0 cm Ancho final X: 135.0 cm Ancho final Y: 135.0 cm Ancho zapata X: 270.0 cm Ancho zapata Y: 270.0 cm Canto: 85.0 cm	Sup X: 10Ø16c/26 Sup Y: 10Ø16c/26 Inf X: 10Ø16c/26 Inf Y: 10Ø16c/26
N89, N90, N92, N98, N99, N100, N103, N104, N107, N110, N115 y N116	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 85.0 cm Ancho inicial Y: 85.0 cm Ancho final X: 85.0 cm Ancho final Y: 85.0 cm Ancho zapata X: 170.0 cm Ancho zapata Y: 170.0 cm Canto: 75.0 cm	Sup X: 9Ø12c/17 Sup Y: 9Ø12c/17 Inf X: 9Ø12c/17 Inf Y: 9Ø12c/17
N91, N97, N112 y N114	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 112.5 cm Ancho inicial Y: 112.5 cm Ancho final X: 112.5 cm Ancho final Y: 112.5 cm Ancho zapata X: 225.0 cm Ancho zapata Y: 225.0 cm Canto: 80.0 cm	Sup X: 13Ø12c/16 Sup Y: 13Ø12c/16 Inf X: 13Ø12c/16 Inf Y: 13Ø12c/16

5.1.1.2 Medición

*Se incluyen el 10% de las mermas

Elemento	B 500 S, Y _s =1.15 (kg)			Hormigón (m ³)	
	Ø12	Ø16	Total	HA-25, Y _c =1.5	Limpi eza
Referencias: N1, N3, N6, N8, N11, N13, N16, N18, N21, N23, N26, N28, N31, N33, N36, N38, N41, N43, N46 y N48	20x354	7089.	20x12.91	20x1.1	
Referencias: P21, P23, P43 y P26	4x146.	585.0	4x5.31	4x0.63	
Referencias: P22 y P24	2x176.	352.8	2x6.20	2x0.73	
Referencias: N89, N90, N92, N98, N99, N100, N103, N104, N107, N110, N115 y N116	12x64.	771.9	12x2.17	12x0.2	
Referencias: N91, N97, N112 y N114	4x106.	424.5	4x4.05	4x0.51	
Totales	1196.4	8027.0	333.97	31.90	
	8	4	52		

5.1.1.3 Comprobación

Se escogen los siguientes para su comprobación: P24, P43, N3, N114, N116.



Proyecto Estructural de edificio industrial de 1500m² situado en Mora de Rubielos

Referencia: P24		
Dimensiones: 270 x 270 x 85		
Armados: Xi:Ø16c/26 Yi:Ø16c/26 Xs:Ø16c/26 Ys:Ø16c/26		
Comprobación	Valores	Estado
<p>Tensiones sobre el terreno:</p> <p><i>Criterio de CYPE Ingenieros</i></p> <p>- Tensión media en situaciones persistentes:</p> <p>- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:</p> <p>- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:</p>	<p>Máximo: 0.25 MPa Calculado: 0.0390438 MPa</p> <p>Máximo: 0.312449 MPa Calculado: 0.0411039 MPa</p> <p>Máximo: 0.312449 MPa Calculado: 0.0780876 MPa</p>	<p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p>
<p>Vuelco de la zapata:</p> <p><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></p> <p>- En dirección X:</p> <p>- En dirección Y:</p>	<p>Reserva seguridad: 18.2 %</p> <p>Reserva seguridad: 1821.4 %</p>	<p>Cumple</p> <p>Cumple</p>
<p>Deslizamiento de la zapata:</p> <p>- Situaciones persistentes:</p> <p><i>CTE DB-SE C (Cimientos): Tabla 2.1</i></p>	<p>Mínimo: 1.5 Calculado: 2.53</p>	<p>Cumple</p>
<p>Flexión en la zapata:</p> <p>- En dirección X:</p> <p>- En dirección Y:</p>	<p>Momento: 110.41 kN·m</p> <p>Momento: 46.36 kN·m</p>	<p>Cumple</p> <p>Cumple</p>
<p>Cortante en la zapata:</p> <p>- En dirección X:</p> <p>- En dirección Y:</p>	<p>Cortante: 105.85 kN</p> <p>Cortante: 26.09 kN</p>	<p>Cumple</p> <p>Cumple</p>
<p>Compresión oblicua en la zapata:</p> <p>- Situaciones persistentes:</p> <p><i>Criterio de CYPE Ingenieros</i></p>	<p>Máximo: 5000 kN/m² Calculado: 117 kN/m²</p>	<p>Cumple</p>
<p>Canto mínimo:</p> <p><i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i></p>	<p>Mínimo: 25 cm Calculado: 85 cm</p>	<p>Cumple</p>
<p>Espacio para anclar arranques en cimentación:</p> <p>- P24:</p>	<p>Mínimo: 75 cm Calculado: 77 cm</p>	<p>Cumple</p>
<p>Cuantía geométrica mínima:</p> <p><i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i></p> <p>- Armado inferior dirección X:</p> <p>- Armado superior dirección X:</p> <p>- Armado inferior dirección Y:</p> <p>- Armado superior dirección Y:</p>	<p>Mínimo: 0.0009</p> <p>Calculado: 0.0009</p> <p>Calculado: 0.0009</p> <p>Calculado: 0.0009</p> <p>Calculado: 0.0009</p>	<p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p>
<p>Cuantía mínima necesaria por flexión:</p> <p><i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i></p> <p>- Armado inferior dirección X:</p> <p>- Armado inferior dirección Y:</p> <p>- Armado superior dirección X:</p>	<p>Calculado: 0.001</p> <p>Mínimo: 0.0003</p> <p>Mínimo: 0.0002</p> <p>Mínimo: 0.0002</p>	<p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p>
<p>Diámetro mínimo de las barras:</p> <p><i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i></p>	<p>Mínimo: 12 mm</p>	

TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA



Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

Proyecto Estructural de edificio industrial de 1500m² situado en Mora de Rubielos

Referencia: P24		
Dimensiones: 270 x 270 x 85		
Armados: Xi:Ø16c/26 Yi:Ø16c/26 Xs:Ø16c/26 Ys:Ø16c/26		
Comprobación	Valores	Estado
- Parrilla inferior:	Calculado: 16 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 16 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i>		
	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 26 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>		
	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 26 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 16 cm Calculado: 34 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 16 cm Calculado: 34 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 16 cm Calculado: 38 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 16 cm Calculado: 38 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 19 cm Calculado: 34 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 19 cm Calculado: 34 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 19 cm Calculado: 38 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 19 cm Calculado: 38 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: P43		
Dimensiones: 250 x 250 x 85		
Armados: Xi:Ø16c/26 Yi:Ø16c/26 Xs:Ø16c/26 Ys:Ø16c/26		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.25 MPa Calculado: 0.0344331 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.312449 MPa Calculado: 0.033354 MPa	Cumple



Proyecto Estructural de edificio industrial de 1500m² situado en Mora de Rubielos

Referencia: P43		
Dimensiones: 250 x 250 x 85		
Armados: Xi:Ø16c/26 Yi:Ø16c/26 Xs:Ø16c/26 Ys:Ø16c/26		
Comprobación	Valores	Estado
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.312449 MPa Calculado: 0.0721035 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 21.8 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 1390.6 %	Cumple
Deslizamiento de la zapata: - Situaciones persistentes: <i>CTE DB-SE C (Cimientos): Tabla 2.1</i>	Mínimo: 1.5 Calculado: 2.44	Cumple
Flexión en la zapata: - En dirección X:	Momento: 84.25 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 26.85 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata: - En dirección X:	Cortante: 67.30 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 13.64 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata: - Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 5000 kN/m ² Calculado: 68.9 kN/m ²	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 85 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - P43:	Mínimo: 60 cm Calculado: 77 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 0.0009	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0009	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i>	Calculado: 0.001	
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0003	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0001	Cumple
- Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.0001	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 16 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 16 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 26 cm	Cumple

TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA



Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

Proyecto Estructural de edificio industrial de 1500m² situado en Mora de Rubielos

Referencia: P43		
Dimensiones: 250 x 250 x 85		
Armados: Xi:Ø16c/26 Yi:Ø16c/26 Xs:Ø16c/26 Ys:Ø16c/26		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 26 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>		
	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 26 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 16 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 16 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 16 cm Calculado: 28 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 16 cm Calculado: 28 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 19 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 19 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 19 cm Calculado: 28 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 19 cm Calculado: 28 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: N3		
Dimensiones: 335 x 335 x 115		
Armados: Xi:Ø16c/20 Yi:Ø16c/20 Xs:Ø16c/20 Ys:Ø16c/20		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.25 MPa Calculado: 0.0345312 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.312449 MPa Calculado: 0.0335502 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.312449 MPa Calculado: 0.0449298 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 943.6 %	Cumple



Proyecto Estructural de edificio industrial de 1500m² situado en Mora de Rubielos

Referencia: N3		
Dimensiones: 335 x 335 x 115		
Armados: Xi:Ø16c/20 Yi:Ø16c/20 Xs:Ø16c/20 Ys:Ø16c/20		
Comprobación	Valores	Estado
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 507.0 %	Cumple
Deslizamiento de la zapata: - Situaciones persistentes: <i>CTE DB-SE C (Cimientos): Tabla 2.1</i>	Mínimo: 1.5 Calculado: 7.45	Cumple
Flexión en la zapata: - En dirección X:	Momento: 33.72 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 54.88 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata: - En dirección X:	Cortante: 11.87 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 19.72 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata: - Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 5000 kN/m ² Calculado: 32.7 kN/m ²	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 115 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N3:	Mínimo: 100 cm Calculado: 107 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 0.0009	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0009	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 0.0001	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0009	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 16 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 16 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple



Proyecto Estructural de edificio industrial de 1500m² situado en Mora de Rubielos

Referencia: N3		
Dimensiones: 335 x 335 x 115		
Armados: Xi:Ø16c/20 Yi:Ø16c/20 Xs:Ø16c/20 Ys:Ø16c/20		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 10 cm Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 16 cm Calculado: 41 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 16 cm Calculado: 41 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 16 cm Calculado: 36 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 16 cm Calculado: 36 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 19 cm Calculado: 41 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 19 cm Calculado: 41 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 19 cm Calculado: 36 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 19 cm Calculado: 36 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: N114		
Dimensiones: 225 x 225 x 80		
Armados: Xi:Ø12c/16 Yi:Ø12c/16 Xs:Ø12c/16 Ys:Ø12c/16		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.25 MPa Calculado: 0.0411039 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.312449 MPa Calculado: 0.0641574 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.312449 MPa Calculado: 0.0831888 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 2354.3 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 49.1 %	Cumple



Proyecto Estructural de edificio industrial de 1500m² situado en Mora de Rubielos

Referencia: N114		
Dimensiones: 225 x 225 x 80		
Armados: Xi:Ø12c/16 Yi:Ø12c/16 Xs:Ø12c/16 Ys:Ø12c/16		
Comprobación	Valores	Estado
Deslizamiento de la zapata: - Situaciones persistentes: <i>CTE DB-SE C (Cimientos): Tabla 2.1</i>	Mínimo: 1.5 Calculado: 1.78	Cumple
Flexión en la zapata: - En dirección X: - En dirección Y:	Momento: 19.27 kN·m Momento: 46.55 kN·m	Cumple Cumple
Cortante en la zapata: - En dirección X: - En dirección Y:	Cortante: 7.65 kN Cortante: 29.14 kN	Cumple Cumple
Compresión oblicua en la zapata: - Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 5000 kN/m ² Calculado: 75.7 kN/m ²	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 80 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N114:	Mínimo: 54 cm Calculado: 73 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i> - Armado inferior dirección X: - Armado superior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0009 Calculado: 0.0009 Calculado: 0.0009 Calculado: 0.0009 Calculado: 0.0009	Cumple Cumple Cumple Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0009 Mínimo: 0.0001 Mínimo: 0.0002 Mínimo: 0.0001	Cumple Cumple Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i> - Parrilla inferior: - Parrilla superior:	Mínimo: 12 mm Calculado: 12 mm Calculado: 12 mm	Cumple Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección X: - Armado superior dirección Y:	Máximo: 30 cm Calculado: 16 cm Calculado: 16 cm Calculado: 16 cm Calculado: 16 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i> - Armado inferior dirección X:	Mínimo: 10 cm Calculado: 16 cm	Cumple

TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA



Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

Proyecto Estructural de edificio industrial de 1500m² situado en Mora de Rubielos

Referencia: N114		
Dimensiones: 225 x 225 x 80		
Armados: Xi:Ø12c/16 Yi:Ø12c/16 Xs:Ø12c/16 Ys:Ø12c/16		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 16 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>		
	Mínimo: 15 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 21 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 21 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 21 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 21 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: N116		
Dimensiones: 170 x 170 x 75		
Armados: Xi:Ø12c/17 Yi:Ø12c/17 Xs:Ø12c/17 Ys:Ø12c/17		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.25 MPa Calculado: 0.103692 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.312449 MPa Calculado: 0.167653 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.312449 MPa Calculado: 0.194532 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 2310.8 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 61.6 %	Cumple
Deslizamiento de la zapata: - Situaciones persistentes: <i>CTE DB-SE C (Cimientos): Tabla 2.1</i>		
	Mínimo: 1.5 Calculado: 2.2	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 44.18 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 78.34 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 0.00 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 0.00 kN	Cumple



Proyecto Estructural de edificio industrial de 1500m² situado en Mora de Rubielos

Referencia: N116		
Dimensiones: 170 x 170 x 75		
Armados: Xi:Ø12c/17 Yi:Ø12c/17 Xs:Ø12c/17 Ys:Ø12c/17		
Comprobación	Valores	Estado
Compresión oblicua en la zapata: - Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 5000 kN/m ² Calculado: 327.8 kN/m ²	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 75 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N116:	Mínimo: 54 cm Calculado: 68 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 0.0009	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0009	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i>	Calculado: 0.0009	
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0003	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0004	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0001	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 12 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 17 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 17 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 17 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 17 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 17 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 17 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 17 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 17 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 15 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 15 cm	Cumple



Proyecto Estructural de edificio industrial de 1500m² situado en Mora de Rubielos

Referencia: N116		
Dimensiones: 170 x 170 x 75		
Armados: Xi:Ø12c/17 Yi:Ø12c/17 Xs:Ø12c/17 Ys:Ø12c/17		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 15 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 12 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 15 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

5.2 Vigas

5.2.1 Descripción

Referencias	Geometría	Armado
C.1 [N103-P23] y C.1 [N104-P23]	Ancho: 40.0 cm Canto: 40.0 cm	Superior: 2Ø12 Inferior: 2Ø12 Estribos: 1xØ8c/30
C.1 [N90-N89], C.1 [N97-N91], C.1 [N8-N3], C.1 [N98-N97], C.1 [N90-N38], C.1 [N116-N115], C.1 [N11-N6], C.1 [N114-N112], C.1 [N104-N48], C.1 [N36-N31], C.1 [N99-N98], C.1 [N13-N8], C.1 [N41-N36], C.1 [N6-N1], C.1 [N115-N107], C.1 [N116-N38], C.1 [N115-N104], C.1 [N16-N11], C.1 [N116-N110], C.1 [N89-N43], C.1 [N21-N16], C.1 [N116-N112], C.1 [N91-N33], C.1 [N18-N13], C.1 [N98-N90], C.1 [N100-N92], C.1 [N43-N38], C.1 [N38-N33], C.1 [N26-N21], C.1 [N103-P22], C.1 [N28-N23], C.1 [N100-N99], C.1 [N33-N28], C.1 [N92-N48], C.1 [N46-N41], C.1 [N48-N43], C.1 [N115-N43], C.1 [N114-N110], C.1 [N107-N103], C.1 [N99-N89], C.1 [N23-N18], C.1 [N110-N107], C.1 [N112-N33], C.1 [N92-N89], C.1 [N31-N26] y C.1 [N91-N90]	Ancho: 40.0 cm Canto: 40.0 cm	Superior: 2Ø12 Inferior: 2Ø12 Estribos: 1xØ8c/30
C.1 [P26-N1]	Ancho: 40.0 cm Canto: 40.0 cm	Superior: 2Ø12 Inferior: 2Ø12 Estribos: 1xØ8c/30
C.1 [P24-P43], C.1 [P21-N46], C.1 [P22-P21] y C.1 [P43-N3]	Ancho: 40.0 cm Canto: 40.0 cm	Superior: 2Ø12 Inferior: 2Ø12 Estribos: 1xØ8c/30
C.1 [P26-P24]	Ancho: 40.0 cm Canto: 40.0 cm	Superior: 2Ø12 Inferior: 2Ø12 Estribos: 1xØ8c/30

5.2.2 Medición

Resumen de medición (se incluyen mermas de acero)

	B 500 S, Ys=1.15 (kg)	Hormigón (m ³)			
Elemento	Ø8	Ø12	Total HA-25, Yc=1.5	Limpieza	
Referencias: C.1 [N103-P23] y C.1 [N104-P23]	2x1.73	2x10.93	25.32	2x0.06	2x0.02



Proyecto Estructural de edificio industrial de 1500m² situado en Mora de Rubielos

Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

B 500 S, Ys=1.15 (kg) Hormigón (m³)

Elemento	Ø8	Ø12	Total	HA-25, Yc=1.5	Limpieza
Referencias: C.1 [N90-N89], C.1 [N97-N91], C.1 [N8-N3], C.1 [N98-N97], 46x6.93 46x20.70 1270.98				46x0.53	46x0.13
C.1 [N90-N38], C.1 [N116-N115], C.1 [N11-N6], C.1 [N114-N112], C.1 [N104-N48], C.1 [N36-N31], C.1 [N99-N98], C.1 [N13-N8], C.1 [N41-N36], C.1 [N6-N1], C.1 [N115-N107], C.1 [N116-N38], C.1 [N115-N104], C.1 [N16-N11], C.1 [N116-N110], C.1 [N89-N43], C.1 [N21-N16], C.1 [N116-N112], C.1 [N91-N33], C.1 [N18-N13], C.1 [N98-N90], C.1 [N100-N92], C.1 [N43-N38], C.1 [N38-N33], C.1 [N26-N21], C.1 [N103-P22], C.1 [N28-N23], C.1 [N100-N99], C.1 [N33-N28], C.1 [N92-N48], C.1 [N46-N41], C.1 [N48-N43], C.1 [N115-N43], C.1 [N114-N110], C.1 [N107-N103], C.1 [N99-N89], C.1 [N23-N18], C.1 [N110-N107], C.1 [N112-N33], C.1 [N92-N89], C.1 [N31-N26] y C.1 [N91-N90]					
Referencia: C.1 [P26-N1]	9.24	29.88	39.12	0.71	0.18
Referencias: C.1 [P24-P43], C.1 [P21-N46], C.1 [P22-P21] y C.1 [P43-N3]	4x10.40	4x30.47	163.48	4x0.78	4x0.20
Referencia: C.1 [P26-P24]	10.40	31.06	41.46	0.81	0.20
Totales	383.48	1156.88	1540.36	29.07	7.27

5.2.3 Comprobación

Las más representativas que son objeto de comprobación son: C.1 [P24-P43], C.1 [P26-N1], C.1 [P26-P24], C.1 [N116-N115] y C.1 [N103-P23].

Referencia: C.1 [P24-P43] (Viga de atado)		
-Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm		
-Armadura superior: 2Ø12		
-Armadura inferior: 2Ø12		
-Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: <i>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		



Proyecto Estructural de edificio industrial de 1500m² situado en Mora de Rubielos

Referencia: C.1 [P26-N1] (Viga de atado)		
-Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 2Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: <i>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: C.1 [P26-P24] (Viga de atado)		
-Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 2Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: <i>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		



Proyecto Estructural de edificio industrial de 1500m² situado en Mora de Rubielos

Referencia: C.1 [N116-N115] (Viga de atado)		
-Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 2Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: <i>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: C.1 [N103-P23] (Viga de atado)		
-Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 2Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: <i>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		