

ANEJO N° 3

Depósito de Sal

Índice

1	Introducción	1
2	Depósito de sal	2

APÉNDICE Nº 3.1:	DEPÓSITO DE SAL. NOTA DE CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA METÁLICA
APÉNDICE Nº 3.2:	DEPÓSITO DE SAL. NOTA DE CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA DE HORMIGÓN

1 Introducción

El objeto de este Anejo es la descripción, a nivel estructural, de las edificaciones presentes en el **“Proyecto de instalación de almacenamiento cubierto de fundentes y operativa para la vialidad invernal en la N-240 (P.K. 30). Ámbito de Barazar.”**.

En concreto, como se muestra en la imagen adjunta, el proyecto contempla la ejecución de un depósito de sal cubierto.



Su descripción gráfica detallada se recoge en el apartado 5 del Documento nº2 de planos del proyecto, en base al siguiente índice:

- 5 (hoja 1). Depósito de sal. Estructura. Planta y alzados.
- 5 (hoja 2). Depósito de sal. Estructura. Losa y muros. Formas.
- 5 (hoja 3). Depósito de sal. Estructura. Losa y muros. Armados.
- 5 (hoja 4). Depósito de sal. Estructura. Losa y muros. Detalles.
- 5 (hoja 5). Depósito de sal. Estructura. Cubierta.
- 5 (hoja 6). Depósito de sal. Estructura. Pórticos metálicos.
- 5 (hoja 7). Depósito de sal. Estructura. Detalle unión 1.
- 5 (hoja 8). Depósito de sal. Estructura. Detalle unión 1'.

- 5 (hoja 9). Depósito de sal. Estructura. Detalle uniones 2 y 5.
- 5 (hoja 10). Depósito de sal. Estructura. Detalle unión 3.
- 5 (hoja 11). Depósito de sal. Estructura. Detalle unión 4 y 4'.
- 5 (hoja 12). Depósito de sal. Estructura. Detalle unión 6.
- 5 (hoja 13). Depósito de sal. Estructura. Especificaciones de las uniones.
- 5 (hoja 14). Depósito de sal. Estructura. Muro de bloques.

En los siguientes apartados de este anejo se describen con más detalle las características más significativas de cada una de estas dos estructuras.

Anejo nº3. Depósito de sal
Proyecto de instalación de almacenamiento cubierto de fundentes y operativa
para la vialidad invernal en la N-240 (P.K. 30). Ámbito de Barazar.
X000010000000129-129-PC-AN-DC-0

X000010000000129-129-PC-AN-DC-0

1

2 Depósito de sal

El depósito de sal cubierto tiene unas dimensiones interiores de 20 metros de anchura por 15,25 metros de profundidad. Con un espesor medio de la sal de 2.50 metros, se obtiene un volumen aproximado de 760 m³.

El vaso, cerrado por tres lados y abierto por uno de los tramos largos para la entrada de maquinaria, está constituido por una losa de hormigón armado y 3 muros perimetrales de 3.50 metros de altura interior.

Tanto la losa como los muros tienen 40 centímetros de espesor y son resistentes al ambiente agresivo de la sal (Ila + F).

Como se recoge en el Anejo nº 2 Geología y geotecnia, con el fin de homogeneizar la superficie de apoyo de dicha losa, se propone realizar un saneo de 1.50 metros de profundidad en la zona y rellenar con material de tipo "piedra en rama" convenientemente compactado con varias pasadas de rodillo hasta la cota de cimentación de la roca.

Con estas consideraciones, se ha dimensionado la cimentación para una tensión admisible de 1.3 kp/cm².

La cubierta del depósito se materializa mediante 4 pórticos metálicos (perfiles HEB) con dinteles a dos aguas y separados entre sí 5 metros. Sobre estos pórticos y con voladizos de 1.20 metros en todo el perímetro, se disponen las correas (IPE-120) y el panel metálico de doble chapa.

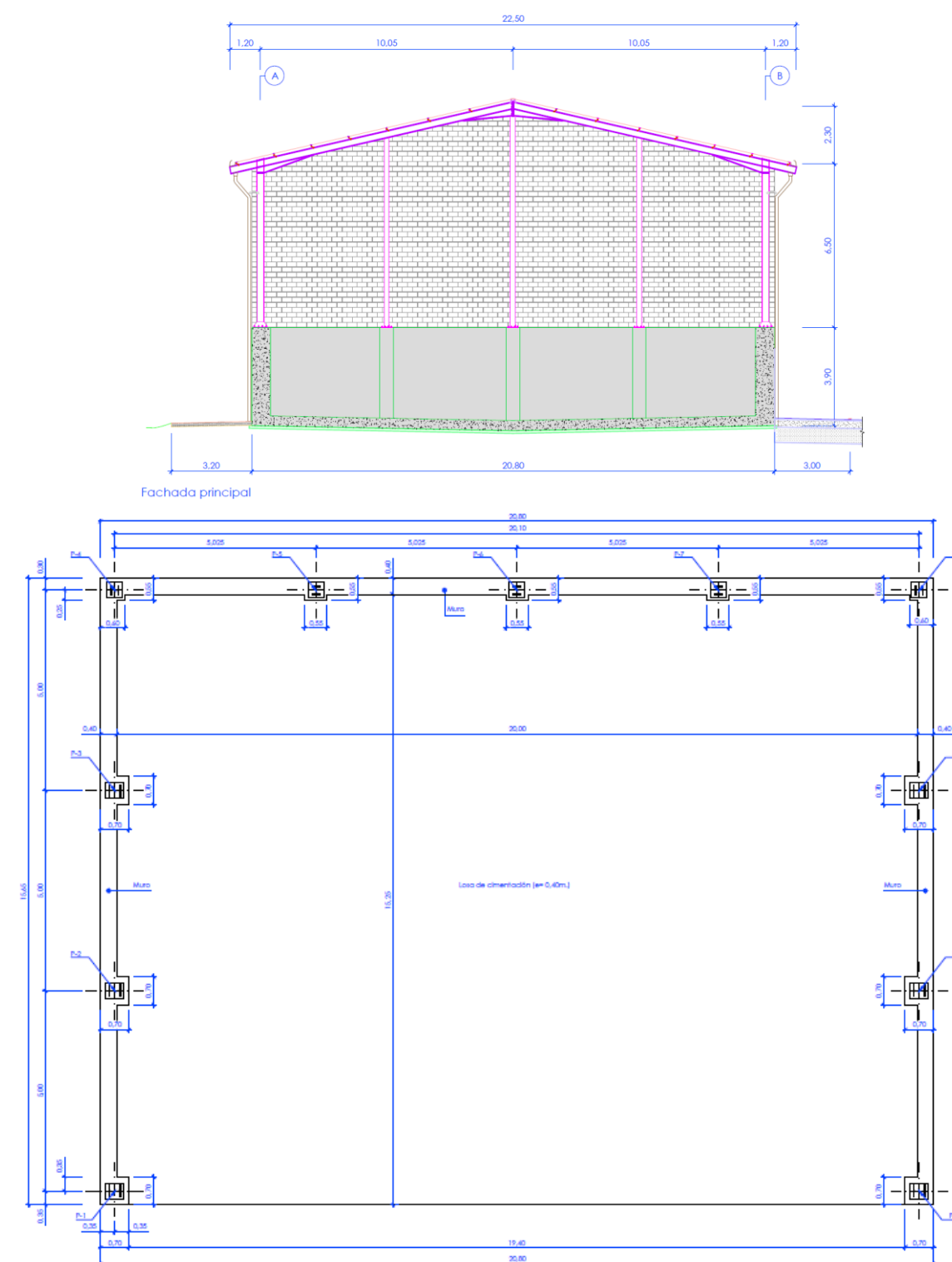
Junto con las correas y el panel, los 4 pórticos estarán arriostrados mediante cruces de San Andrés dispuestas en el vano central, y perfiles HEB-140 en cabeza de pilares.

La altura de los pilares es variable, 6.50 metros en las fachadas laterales, y 7.65 / 8.8 en la fachada principal. Estos pilares metálicos se apoyarán sobre otros de hormigón, embebidos en el muro perimetral del vaso.

El cerramiento de las 3 fachadas se resuelve con bloque de hormigón, llegando hasta la cubierta en la fachada orientada al norte, y dejando en las fachadas laterales 1 metro de altura sin cerrar para la ventilación.

En los apéndices nº 3.1 y 3.2 de este Anejo (nota de cálculo de la estructura metálica y nota de cálculo de la estructura de hormigón), se recogen las comprobaciones realizadas y los resultados obtenidos.

Para el emplazamiento del depósito se ha tenido en cuenta la conveniencia de orientar al sur el acceso al interior, con esta orientación del depósito las fachadas protegen de las lluvias del norte y noroeste. Delante de la fachada abierta se dispone la plataforma de maniobra de camiones y maquinaria de 25 x 35 m².



Anejo nº3. Depósito de sal
Proyecto de instalación de almacenamiento cubierto de fundentes y operativa
para la viabilidad invernal en la N-240 (P.K. 30). Ámbito de Barazar.
X000010000000129-129-PC-AN-DC-0

X000010000000129-129-PC-AN-DC-0

APÉNDICE N° 3.1

**Depósito de sal. Nota de
cálculo de la estructura
metálica**



**APÉNDICE N° 3.1. DEPÓSITO DE SAL.
NOTA DE CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA METÁLICA.**

Proyecto de depósito de sal cubierto en carretera N-240 P.K. 37+000.

Febrero 2022

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN

2. GEOMETRÍA

3. ACCIONES

4. COMBINACIONES DE ACCIONES

5. MATERIALES

6. RESULTADOS

7. REACCIONES

8. PLACAS DE ANCLAJE

9. UNIONES

1. INTRODUCCIÓN

El presente apéndice tiene por objeto recoger los cálculos realizados para el dimensionamiento de la estructura metálica que sirve de cubierta al depósito de sal situado en la carretera N-240 (P.K. 37+000).

Para el cálculo del conjunto del depósito, se han utilizado los siguientes módulos del programa CYPE 2022:

- Generador de pórticos
- CYPE 3D
- CYPECAD

Con el primero, se dimensionan las correas y se obtiene el valor de las acciones a considerar según el CTE DB SE-AE.

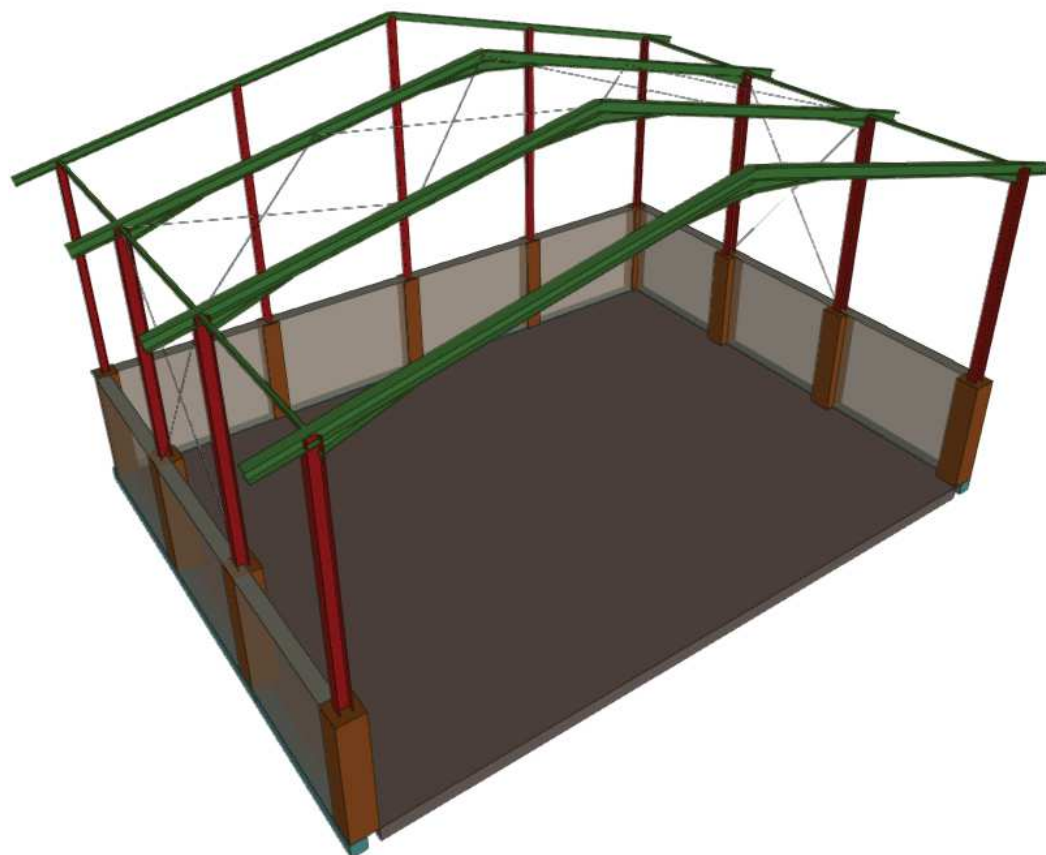
A continuación, se dimensiona la estructura metálica con CYPE 3D.

Por último, se modeliza la estructura de hormigón armado que constituye el depósito de sal con CYPECAD, integrando en este modelo el calculado anteriormente con CYPE 3D.

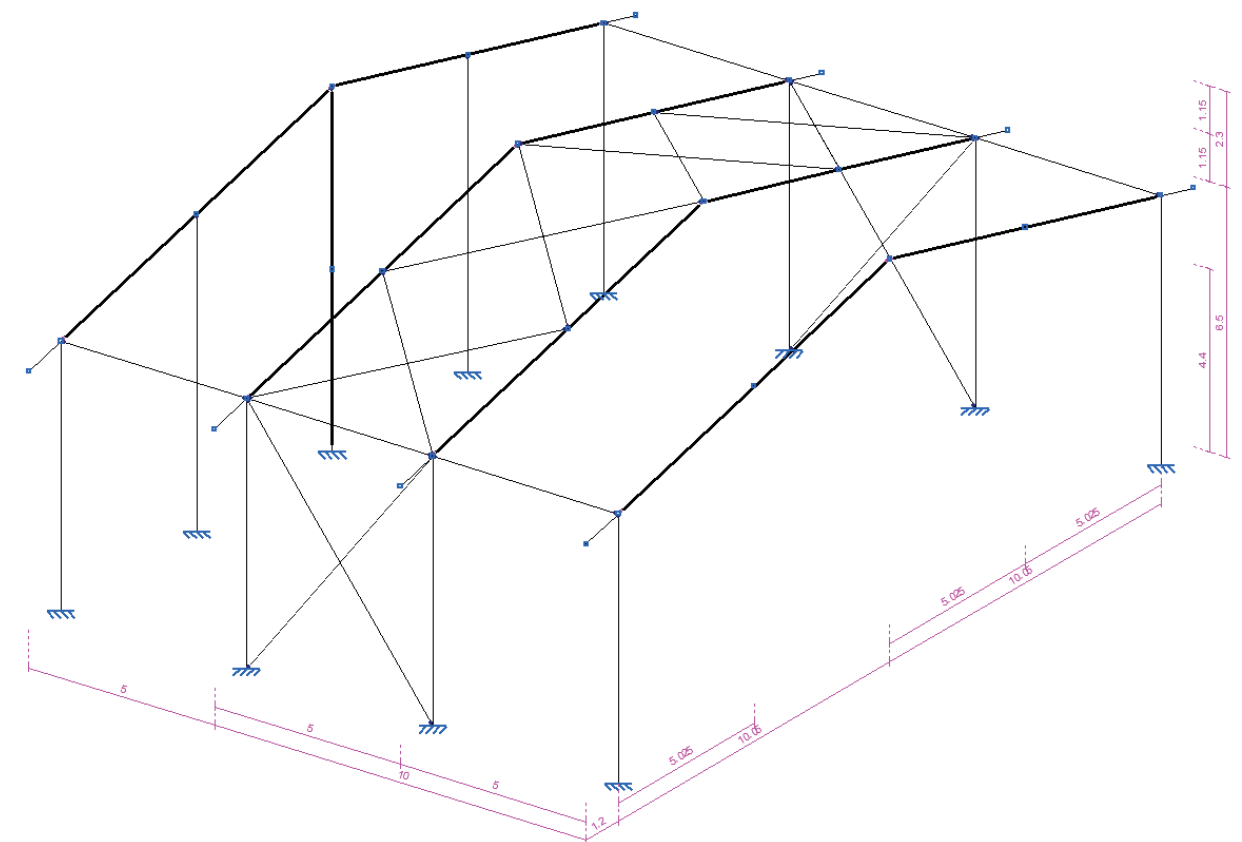
Los cálculos y resultados obtenidos, relativos a los muros y a la losa de hormigón armado, se recogen en el apéndice 3.2.

La normativa utilizada en los cálculos ha sido la siguiente:

- CTE DB SE-AE
- CTE DB SE-A
- CTE DB SE-C
- Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08)



2. GEOMETRÍA





APÉNDICE Nº 3.1. DEPÓSITO DE SAL.
NOTA DE CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA METÁLICA.

Proyecto de depósito de sal cubierto en carretera N-240 P.K. 37+000.

Febrero 2022

Nudos y barras

Referencias:

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

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

$K_{\Delta x}, K_{\Delta y}, K_{\Delta z}$: Coacciones elásticas de los desplazamientos en ejes globales.

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

Nudos										
Referencia	Coordenadas			Vinculación exterior						Vinculación interior
	X (m)	Y (m)	Z (m)	Δ_x	Δ_y	Δ_z	θ_x	θ_y	θ_z	
N1	0.000	0.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N2	0.000	0.000	6.500	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N3	0.000	20.100	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N4	0.000	20.100	6.500	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N5	0.000	10.050	8.800	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N6	5.000	0.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N7	5.000	0.000	6.500	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N8	5.000	20.100	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N9	5.000	20.100	6.500	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N10	5.000	10.050	8.800	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N11	10.000	0.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N12	10.000	0.000	6.500	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N13	10.000	20.100	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N14	10.000	20.100	6.500	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N15	10.000	10.050	8.800	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N16	15.000	0.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N17	15.000	0.000	6.500	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N18	15.000	20.100	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N19	15.000	20.100	6.500	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N20	15.000	10.050	8.800	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N21	0.000	5.025	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N22	0.000	5.025	7.650	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N23	0.000	10.050	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N24	0.000	15.075	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N25	0.000	15.075	7.650	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N26	15.000	5.025	7.650	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N27	15.000	15.075	7.650	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N28	5.000	5.025	7.650	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N29	5.000	15.075	7.650	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N30	10.000	5.025	7.650	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N31	10.000	15.075	7.650	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N32	0.000	10.050	4.400	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N33	15.000	-1.200	6.225	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N34	15.000	21.300	6.225	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N35	5.000	-1.200	6.225	-	-	-	-	-	-	Empotrado



APÉNDICE Nº 3.1. DEPÓSITO DE SAL.
NOTA DE CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA METÁLICA.

Proyecto de depósito de sal cubierto en carretera N-240 P.K. 37+000.

Febrero 2022

Nudos										
Referencia	Coordenadas			Vinculación exterior						Vinculación interior
	X (m)	Y (m)	Z (m)	Δ_x	Δ_y	Δ_z	θ_x	θ_y	θ_z	
N36	0.000	-1.200	6.225	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N37	10.000	-1.200	6.225	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N38	10.000	21.300	6.225	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N39	5.000	21.300	6.225	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N40	0.000	21.300	6.225	-	-	-	-	-	-	Empotrado

Barras											
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	S355	N1/N2	N1/N2	HEB200 (HEB)	-	6.374	0.126	0.70	1.24	6.500	6.500
		N3/N4	N3/N4	HEB200 (HEB)	-	6.374	0.126	0.70	1.24	6.500	6.500
		N2/N22	N2/N5	HEB200 (HEB)	0.103	5.052	-	0.16	1.11	1.700	5.155
		N22/N5	N2/N5	HEB200 (HEB)	-	5.052	0.103	0.16	1.11	1.700	5.155
		N4/N25	N4/N5	HEB200 (HEB)	0.103	5.052	-	0.16	1.11	1.700	5.155
		N25/N5	N4/N5	HEB200 (HEB)	-	5.052	0.103	0.16	1.11	1.700	5.155
		N6/N7	N6/N7	HEB300 (HEB)	-	6.112	0.388	0.70	1.24	6.500	6.500
		N8/N9	N8/N9	HEB300 (HEB)	-	6.112	0.388	0.70	1.24	6.500	6.500
		N7/N28	N7/N10	HEB280 (HEB)	0.154	5.001	-	0.16	1.11	1.700	5.155
		N28/N10	N7/N10	HEB280 (HEB)	-	5.155	-	0.16	1.11	1.700	5.155
		N9/N29	N9/N10	HEB280 (HEB)	0.154	5.001	-	0.16	1.11	1.700	5.155
		N29/N10	N9/N10	HEB280 (HEB)	-	5.155	-	0.16	1.11	1.700	5.155
		N11/N12	N11/N12	HEB300 (HEB)	-	6.112	0.388	0.70	1.24	6.500	6.500
		N13/N14	N13/N14	HEB300 (HEB)	-	6.112	0.388	0.70	1.24	6.500	6.500
		N12/N30	N12/N15	HEB280 (HEB)	0.154	5.001	-	0.16	1.11	1.700	5.155
		N30/N15	N12/N15	HEB280 (HEB)	-	5.155	-	0.16	1.11	1.700	5.155
		N14/N31	N14/N15	HEB280 (HEB)	0.154	5.001	-	0.16	1.11	1.700	5.155
		N31/N15	N14/N15	HEB280 (HEB)	-	5.155	-	0.16	1.11	1.700	5.155
		N16/N17	N16/N17	HEB300 (HEB)	-	6.500	-	0.70	1.24	6.500	6.500
		N18/N19	N18/N19	HEB300 (HEB)	-	6.112	0.388	0.70	1.24	6.500	6.500
		N17/N26	N17/N20	HEB280 (HEB)	0.154	5.001	-	0.16	1.11	1.700	5.155
		N26/N20	N17/N20	HEB280 (HEB)	-	5.155	-	0.16	1.11	1.700	5.155
		N19/N27	N19/N20	HEB280 (HEB)	0.154	5.001	-	0.16	1.11	1.700	5.155
		N27/N20	N19/N20	HEB280 (HEB)	-	5.155	-	0.16	1.11	1.700	5.155
		N21/N22	N21/N22	HEB200 (HEB)	-	7.547	0.103	1.00	1.00	-	-
		N23/N32	N23/N5	HEB200 (HEB)	-	4.400	-	1.00	1.00	-	-
		N32/N5	N23/N5	HEB200 (HEB)	-	4.400	-	1.00	1.00	-	-
		N24/N25	N24/N25	HEB200 (HEB)	-	7.547	0.103	1.00	1.00	-	-
		N6/N12	N6/N12	R 18 (R)	-	8.019	0.182	0.00	0.00	-	-
		N12/N28	N12/N28	R 18 (R)	0.215	6.966	-	0.00	0.00	-	-
		N28/N15	N28/N15	R 18 (R)	-	7.181	-	0.00	0.00	-	-
		N29/N15	N29/N15	R 18 (R)	-	7.181	-	0.00	0.00	-	-
		N14/N29	N14/N29	R 18 (R)	0.215	6.966	-	0.00	0.00	-	-
		N8/N14	N8/N14	R 18 (R)	-	8.019	0.182	0.00	0.00	-	-
		N13/N9	N13/N9	R 18 (R)	-	8.019	0.182	0.00	0.00	-	-
		N9/N31	N9/N31	R 18 (R)	0.215	6.966	-	0.00	0.00	-	-
		N31/N10	N31/N10	R 18 (R)	-	7.181	-	0.00	0.00	-	-
		N30/N10	N30/N10	R 18 (R)	-	7.181	-	0.00	0.00	-	-
		N7/N30	N7/N30	R 18 (R)	0.215	6.966	-	0.00	0.00	-	-
		N11/N7	N11/N7	R 18 (R)	-	8.019	0.182	0.00	0.00	-	-



APÉNDICE Nº 3.1. DEPÓSITO DE SAL.
NOTA DE CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA METÁLICA.

Proyecto de depósito de sal cubierto en carretera N-240 P.K. 37+000.

Febrero 2022

Barras											
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				
		N33/N17	N33/N17	HEB280 (HEB)	-	1.077	0.154	0.16	1.11	1.700	1.231
		N34/N19	N34/N19	HEB280 (HEB)	-	1.077	0.154	0.16	1.11	1.700	1.231
		N35/N7	N35/N7	HEB280 (HEB)	-	1.077	0.154	1.00	1.00	-	-
		N36/N2	N36/N2	HEB200 (HEB)	-	1.128	0.103	1.00	1.00	-	-
		N37/N12	N37/N12	HEB280 (HEB)	-	1.077	0.154	1.00	1.00	-	-
		N38/N14	N38/N14	HEB280 (HEB)	-	1.077	0.154	1.00	1.00	-	-
		N39/N9	N39/N9	HEB280 (HEB)	-	1.077	0.154	1.00	1.00	-	-
		N40/N4	N40/N4	HEB200 (HEB)	-	1.128	0.103	1.00	1.00	-	-
		N7/N12	N7/N12	HEB140 (HEB)	-	5.000	-	1.00	1.00	-	-
		N12/N17	N12/N17	HEB140 (HEB)	-	5.000	-	1.00	1.00	-	-
		N2/N7	N2/N7	HEB140 (HEB)	-	5.000	-	1.00	1.00	-	-
		N4/N9	N4/N9	HEB140 (HEB)	-	5.000	-	1.00	1.00	-	-
		N14/N19	N14/N19	HEB140 (HEB)	-	5.000	-	1.00	1.00	-	-
		N9/N14	N9/N14	HEB140 (HEB)	-	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											

Características mecánicas								
Material		Descripción	A (cm ²)	Avy (cm ²)	Avz (cm ²)	Iyy (cm4)	Izz (cm4)	It (cm4)
Tipo	Designación							
Acero laminado	S355	HEB200, (HEB)	78.08	45.00	13.77	5718.88	1991.28	59.28
		HEB300, (HEB)	149.08	85.50	25.94	25285.23	8503.27	185.05
		HEB280, Simple con cartelas, (HEB) Cartela inicial inferior: 2.00 m. Cartela final inferior: 2.00 m.	131.36	75.60	23.06	19350.03	6557.01	143.72
		R 18, (R)	2.54	2.29	2.29	0.52	0.52	1.03
		HEB280, (HEB)	131.36	75.60	23.06	19350.03	6557.01	143.72
		HEB140, (HEB)	42.96	25.20	7.31	1513.87	547.22	20.06
Notación: Ref.: Referencia A: Área de la sección transversal Avy: Área de cortante de la sección según el eje local 'Y' Avz: Área de cortante de la sección según el eje local 'Z' Iyy: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Y' Izz: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Z' It: Inercia a torsión Las características mecánicas de las piezas corresponden a la sección en el punto medio de las mismas.								



APÉNDICE Nº 3.1. DEPÓSITO DE SAL.
NOTA DE CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA METÁLICA.

Proyecto de depósito de sal cubierto en carretera N-240 P.K. 37+000.

Febrero 2022

3. ACCIONES

3.1. Peso propio de la estructura.

Con una densidad de 78,5 kN/m³, es calculado directamente por el programa en base a la geometría introducida, aplicando el valor de la aceleración de la gravedad de 9.81m/s².

3.2. Carga muerta.

Para tener en cuenta el peso del cerramiento, se considera una carga muerta de 0,150 kN/m² en cubierta.

3.3. Sobrecarga de uso (mantenimiento).

Se aplica una sobrecarga de uso de 0,40 kN/m² en cubierta.

3.4. Acciones del viento.

Los valores de las acciones aplicadas a la estructura se han obtenido siguiendo el CTE DB SE-AE (España), partiendo de los siguientes datos.

- Zona eólica: C
- Grado de aspereza: III. Zona rural accidentada o llana con obstáculos
- Periodo de servicio (años): 50
- Profundidad nave industrial: 15.00 (con huecos).
- Hipótesis aplicadas:
 - 1 - V(0°) H1: Viento a 0°, presión exterior tipo 1. Succión interior.
 - 2 - V(0°) H2: Viento a 0°, presión exterior tipo 2. Succión interior.
 - 3 - V(90°) H1: Viento a 90°, presión exterior tipo 1. Succión interior.
 - 4 - V(180°) H1: Viento a 180°, presión exterior tipo 1. Succión interior.
 - 5 - V(180°) H2: Viento a 180°, presión exterior tipo 2. Succión interior.
 - 6 - V(270°) H1: Viento a 270°, presión exterior tipo 1. Presión interior.

3.5. Nieve.

Los valores de las acciones aplicadas a la estructura se han obtenido siguiendo el CTE DB SE-AE (España), partiendo de los siguientes datos.

- Zona de clima invernal: 2
- Altitud topográfica: 600.00 m
- Cubierta sin resaltos.
- Exposición al viento: Normal
- Hipótesis aplicadas:
 - 1 - N(EI): Nieve (estado inicial)
 - 2 - N(R) 1: Nieve (redistribución) 1
 - 3 - N(R) 2: Nieve (redistribución) 2

A continuación, se incluyen los listados con las cargas introducidas.



**APÉNDICE N° 3.1. DEPÓSITO DE SAL.
NOTA DE CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA METÁLICA.**

Proyecto de depósito de sal cubierto en carretera N-240 P.K. 37+000.

Febrero 2022

Referencias:

'P1', 'P2':

- Cargas puntuales, uniformes, en faja y momentos puntuales: 'P1' es el valor de la carga. 'P2' no se utiliza.
- Cargas trapeziales: '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 trapeziales, en faja, y triangulares: 'L1' es la distancia entre el nudo inicial de la barra y la posición donde comienza la carga, 'L2' es la distancia entre el nudo inicial de la barra y la posición donde termina la carga.

Unidades:

- Cargas puntuales: t
- Momentos puntuales: t·m.
- Cargas uniformes, en faja, triangulares y trapeziales: t/m.

Cargas en barras										
Barra	Hipótesis	Tipo	Valores		Posición		Dirección			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Ejes	X	Y	Z
N1/N2	Peso propio	Uniforme	0.061	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N1/N2	V(0°) H1	Uniforme	0.307	-	-	-	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N1/N2	V(0°) H1	Uniforme	0.040	-	-	-	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N1/N2	V(0°) H1	Uniforme	0.168	-	-	-	Globales	1.000	0.000	-0.000
N1/N2	V(0°) H1	Uniforme	0.221	-	-	-	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N1/N2	V(0°) H1	Uniforme	0.167	-	-	-	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N1/N2	V(0°) H2	Uniforme	0.040	-	-	-	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N1/N2	V(0°) H2	Uniforme	0.307	-	-	-	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N1/N2	V(0°) H2	Uniforme	0.168	-	-	-	Globales	1.000	0.000	-0.000
N1/N2	V(0°) H2	Uniforme	0.221	-	-	-	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N1/N2	V(0°) H2	Uniforme	0.167	-	-	-	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N1/N2	V(90°) H1	Uniforme	0.333	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N1/N2	V(90°) H1	Uniforme	0.021	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N1/N2	V(90°) H1	Uniforme	0.083	-	-	-	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N1/N2	V(90°) H1	Uniforme	0.083	-	-	-	Globales	1.000	0.000	-0.000
N1/N2	V(90°) H1	Uniforme	0.228	-	-	-	Globales	1.000	0.000	0.000
N1/N2	V(180°) H1	Uniforme	0.107	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N1/N2	V(180°) H1	Uniforme	0.167	-	-	-	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N1/N2	V(180°) H1	Uniforme	0.153	-	-	-	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N1/N2	V(180°) H1	Uniforme	0.168	-	-	-	Globales	1.000	0.000	-0.000
N1/N2	V(180°) H2	Uniforme	0.153	-	-	-	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N1/N2	V(180°) H2	Uniforme	0.168	-	-	-	Globales	1.000	0.000	-0.000
N1/N2	V(180°) H2	Uniforme	0.167	-	-	-	Globales	-0.000	1.000	-0.000



**APÉNDICE N° 3.1. DEPÓSITO DE SAL.
NOTA DE CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA METÁLICA.**

Proyecto de depósito de sal cubierto en carretera N-240 P.K. 37+000.

Febrero 2022

Cargas en barras										
Barra	Hipótesis	Tipo	Valores		Posición		Dirección			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Ejes	X	Y	Z
N1/N2	V(180°) H2	Uniforme	0.107	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N1/N2	V(270°) H1	Uniforme	0.119	-	-	-	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N1/N2	V(270°) H1	Uniforme	0.159	-	-	-	Globales	-1.000	-0.000	0.000
N1/N2	V(270°) H1	Uniforme	0.243	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N1/N2	V(270°) H1	Uniforme	0.159	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N3/N4	Peso propio	Uniforme	0.061	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N3/N4	V(0°) H1	Uniforme	0.153	-	-	-	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N3/N4	V(0°) H1	Uniforme	0.168	-	-	-	Globales	1.000	0.000	-0.000
N3/N4	V(0°) H1	Uniforme	0.167	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N3/N4	V(0°) H1	Uniforme	0.107	-	-	-	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N3/N4	V(0°) H2	Uniforme	0.167	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N3/N4	V(0°) H2	Uniforme	0.168	-	-	-	Globales	1.000	0.000	-0.000
N3/N4	V(0°) H2	Uniforme	0.153	-	-	-	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N3/N4	V(0°) H2	Uniforme	0.107	-	-	-	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N3/N4	V(90°) H1	Uniforme	0.228	-	-	-	Globales	1.000	0.000	0.000
N3/N4	V(90°) H1	Uniforme	0.021	-	-	-	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N3/N4	V(90°) H1	Uniforme	0.333	-	-	-	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N3/N4	V(90°) H1	Uniforme	0.083	-	-	-	Globales	1.000	0.000	-0.000
N3/N4	V(90°) H1	Uniforme	0.083	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N3/N4	V(180°) H1	Uniforme	0.221	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N3/N4	V(180°) H1	Uniforme	0.167	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N3/N4	V(180°) H1	Uniforme	0.168	-	-	-	Globales	1.000	0.000	-0.000
N3/N4	V(180°) H1	Uniforme	0.040	-	-	-	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N3/N4	V(180°) H1	Uniforme	0.307	-	-	-	Globales	-1.000	-0.000	0.000
N3/N4	V(180°) H2	Uniforme	0.040	-	-	-	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N3/N4	V(180°) H2	Uniforme	0.307	-	-	-	Globales	-1.000	-0.000	0.000
N3/N4	V(180°) H2	Uniforme	0.167	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N3/N4	V(180°) H2	Uniforme	0.221	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N3/N4	V(180°) H2	Uniforme	0.168	-	-	-	Globales	1.000	0.000	-0.000
N3/N4	V(270°) H1	Uniforme	0.119	-	-	-	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N3/N4	V(270°) H1	Uniforme	0.159	-	-	-	Globales	-1.000	-0.000	0.000
N3/N4	V(270°) H1	Uniforme	0.243	-	-	-	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N3/N4	V(270°) H1	Uniforme	0.159	-	-	-	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N2/N22	Peso propio	Uniforme	0.061	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N2/N22	Peso propio	Uniforme	0.053	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N2/N22	Q	Uniforme	0.100	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N2/N22	V(0°) H1	Faja	0.305	-	0.000	1.539	Globales	-0.000	-0.223	0.975
N2/N22	V(0°) H1	Faja	0.017	-	0.000	1.539	Globales	0.000	-0.223	0.975
N2/N22	V(0°) H1	Faja	0.111	-	1.539	5.155	Globales	0.000	-0.223	0.975
N2/N22	V(0°) H1	Faja	0.061	-	0.000	0.856	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N2/N22	V(0°) H1	Faja	0.041	-	0.856	1.967	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N2/N22	V(0°) H1	Faja	0.016	-	1.967	3.077	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N2/N22	V(0°) H1	Faja	0.009	-	0.000	0.448	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N2/N22	V(0°) H1	Faja	0.011	-	0.448	1.544	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N2/N22	V(0°) H1	Faja	0.015	-	1.544	2.640	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N2/N22	V(0°) H1	Faja	0.020	-	2.640	3.077	Globales	-1.000	-0.000	-0.000



APÉNDICE N° 3.1. DEPÓSITO DE SAL.
NOTA DE CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA METÁLICA.

Proyecto de depósito de sal cubierto en carretera N-240 P.K. 37+000.

Febrero 2022

Cargas en barras										
Barra	Hipótesis	Tipo	Valores		Posición		Dirección			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Ejes	X	Y	Z
N2/N22	V(0°) H1	Triangular Izq.	0.022	-	3.077	5.155	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N2/N22	V(0°) H1	Triangular Izq.	0.037	-	0.000	5.155	Globales	1.000	0.000	-0.000
N2/N22	V(0°) H1	Uniforme	0.167	-	-	-	Globales	-0.000	0.223	-0.975
N2/N22	V(0°) H2	Faja	0.041	-	0.856	1.967	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N2/N22	V(0°) H2	Faja	0.016	-	1.967	3.077	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N2/N22	V(0°) H2	Faja	0.009	-	0.000	0.448	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N2/N22	V(0°) H2	Faja	0.011	-	0.448	1.544	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N2/N22	V(0°) H2	Faja	0.015	-	1.544	2.640	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N2/N22	V(0°) H2	Faja	0.020	-	2.640	3.077	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N2/N22	V(0°) H2	Triangular Izq.	0.022	-	3.077	5.155	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N2/N22	V(0°) H2	Triangular Izq.	0.037	-	0.000	5.155	Globales	1.000	0.000	-0.000
N2/N22	V(0°) H2	Faja	0.003	-	0.000	1.539	Globales	-0.000	0.223	-0.975
N2/N22	V(0°) H2	Uniforme	0.167	-	-	-	Globales	-0.000	0.223	-0.975
N2/N22	V(0°) H2	Faja	0.048	-	1.539	5.155	Globales	-0.000	0.223	-0.975
N2/N22	V(0°) H2	Faja	0.045	-	0.000	1.539	Globales	0.000	0.223	-0.975
N2/N22	V(0°) H2	Faja	0.061	-	0.000	0.856	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N2/N22	V(90°) H1	Triangular Izq.	0.051	-	0.000	5.155	Globales	1.000	0.000	0.000
N2/N22	V(90°) H1	Faja	0.229	-	4.514	5.155	Globales	0.000	-0.223	0.975
N2/N22	V(90°) H1	Uniforme	0.079	-	-	-	Globales	0.000	-0.223	0.975
N2/N22	V(90°) H1	Uniforme	0.083	-	-	-	Globales	-0.000	0.223	-0.975
N2/N22	V(90°) H1	Faja	0.241	-	0.000	4.514	Globales	0.000	-0.223	0.975
N2/N22	V(90°) H1	Triangular Izq.	0.019	-	0.000	5.155	Globales	1.000	0.000	-0.000
N2/N22	V(180°) H1	Uniforme	0.167	-	-	-	Globales	-0.000	0.223	-0.975
N2/N22	V(180°) H1	Uniforme	0.135	-	-	-	Globales	0.000	-0.223	0.975
N2/N22	V(180°) H1	Triangular Izq.	0.037	-	0.000	5.155	Globales	1.000	0.000	-0.000
N2/N22	V(180°) H1	Triangular Izq.	0.034	-	0.000	5.155	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N2/N22	V(180°) H2	Triangular Izq.	0.034	-	0.000	5.155	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N2/N22	V(180°) H2	Uniforme	0.167	-	-	-	Globales	-0.000	0.223	-0.975
N2/N22	V(180°) H2	Uniforme	0.039	-	-	-	Globales	0.000	-0.223	0.975
N2/N22	V(180°) H2	Triangular Izq.	0.037	-	0.000	5.155	Globales	1.000	0.000	-0.000
N2/N22	V(270°) H1	Triangular Izq.	0.027	-	0.000	5.155	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N2/N22	V(270°) H1	Uniforme	0.159	-	-	-	Globales	0.000	-0.223	0.975
N2/N22	V(270°) H1	Triangular Izq.	0.036	-	0.000	5.155	Globales	-1.000	-0.000	0.000
N2/N22	V(270°) H1	Uniforme	0.159	-	-	-	Globales	0.000	-0.223	0.975
N2/N22	N(EI)	Uniforme	0.224	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N2/N22	N(R) 1	Uniforme	0.112	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N2/N22	N(R) 2	Uniforme	0.224	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N22/N5	Peso propio	Uniforme	0.061	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N22/N5	Peso propio	Uniforme	0.053	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N22/N5	Q	Uniforme	0.100	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N22/N5	V(0°) H1	Uniforme	0.111	-	-	-	Globales	0.000	-0.223	0.975
N22/N5	V(0°) H1	Triangular Izq.	0.055	-	0.000	5.155	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N22/N5	V(0°) H1	Uniforme	0.167	-	-	-	Globales	-0.000	0.223	-0.975
N22/N5	V(0°) H1	Triangular Izq.	0.037	-	0.000	5.155	Globales	1.000	0.000	-0.000
N22/N5	V(0°) H2	Uniforme	0.048	-	-	-	Globales	-0.000	0.223	-0.975
N22/N5	V(0°) H2	Triangular Izq.	0.055	-	0.000	5.155	Globales	-1.000	-0.000	-0.000



APÉNDICE N° 3.1. DEPÓSITO DE SAL.
NOTA DE CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA METÁLICA.

Proyecto de depósito de sal cubierto en carretera N-240 P.K. 37+000.

Febrero 2022

Cargas en barras										
Barra	Hipótesis	Tipo	Valores		Posición		Dirección			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Ejes	X	Y	Z
N22/N5	V(0°) H2	Triangular Izq.	0.037	-	0.000	5.155	Globales	1.000	0.000	-0.000
N22/N5	V(0°) H2	Uniforme	0.167	-	-	-	Globales	-0.000	0.223	-0.975
N22/N5	V(90°) H1	Triangular Izq.	0.019	-	0.000	5.155	Globales	1.000	0.000	-0.000
N22/N5	V(90°) H1	Triangular Izq.	0.051	-	0.000	5.155	Globales	1.000	0.000	0.000
N22/N5	V(90°) H1	Uniforme	0.229	-	-	-	Globales	0.000	-0.223	0.975
N22/N5	V(90°) H1	Uniforme	0.079	-	-	-	Globales	0.000	-0.223	0.975
N22/N5	V(90°) H1	Uniforme	0.083	-	-	-	Globales	-0.000	0.223	-0.975
N22/N5	V(180°) H1	Uniforme	0.167	-	-	-	Globales	-0.000	0.223	-0.975
N22/N5	V(180°) H1	Faja	0.135	-	0.000	3.616	Globales	0.000	-0.223	0.975
N22/N5	V(180°) H1	Faja	0.227	-	3.616	5.155	Globales	0.000	-0.223	0.975
N22/N5	V(180°) H1	Triangular Izq.	0.037	-	0.000	5.155	Globales	1.000	0.000	-0.000
N22/N5	V(180°) H1	Faja	0.001	-	0.000	0.076	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N22/N5	V(180°) H1	Triangular Izq.	0.054	-	0.077	5.155	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N22/N5	V(180°) H1	Faja	0.053	-	0.000	0.077	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N22/N5	V(180°) H2	Faja	0.039	-	3.616	5.155	Globales	0.000	-0.223	0.975
N22/N5	V(180°) H2	Faja	0.039	-	0.000	3.616	Globales	0.000	-0.223	0.975
N22/N5	V(180°) H2	Uniforme	0.167	-	-	-	Globales	-0.000	0.223	-0.975
N22/N5	V(180°) H2	Faja	0.053	-	0.000	0.077	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N22/N5	V(180°) H2	Triangular Izq.	0.054	-	0.077	5.155	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N22/N5	V(180°) H2	Triangular Izq.	0.037	-	0.000	5.155	Globales	1.000	0.000	-0.000
N22/N5	V(180°) H2	Faja	0.001	-	0.000	0.076	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N22/N5	V(270°) H1	Triangular Izq.	0.027	-	0.000	5.155	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N22/N5	V(270°) H1	Triangular Izq.	0.036	-	0.000	5.155	Globales	-1.000	-0.000	0.000
N22/N5	V(270°) H1	Uniforme	0.159	-	-	-	Globales	0.000	-0.223	0.975
N22/N5	V(270°) H1	Uniforme	0.159	-	-	-	Globales	0.000	-0.223	0.975
N22/N5	N(EI)	Uniforme	0.224	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N22/N5	N(R) 1	Uniforme	0.112	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N22/N5	N(R) 2	Uniforme	0.224	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N4/N25	Peso propio	Uniforme	0.061	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N4/N25	Peso propio	Uniforme	0.053	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N4/N25	Q	Uniforme	0.100	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N4/N25	V(0°) H1	Uniforme	0.167	-	-	-	Globales	-0.000	-0.223	-0.975
N4/N25	V(0°) H1	Uniforme	0.135	-	-	-	Globales	-0.000	0.223	0.975
N4/N25	V(0°) H1	Triangular Izq.	0.037	-	0.000	5.155	Globales	1.000	0.000	-0.000
N4/N25	V(0°) H1	Triangular Izq.	0.034	-	0.000	5.155	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N4/N25	V(0°) H2	Uniforme	0.039	-	-	-	Globales	-0.000	0.223	0.975
N4/N25	V(0°) H2	Triangular Izq.	0.034	-	0.000	5.155	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N4/N25	V(0°) H2	Triangular Izq.	0.037	-	0.000	5.155	Globales	1.000	0.000	-0.000
N4/N25	V(0°) H2	Uniforme	0.167	-	-	-	Globales	-0.000	-0.223	-0.975
N4/N25	V(90°) H1	Triangular Izq.	0.051	-	0.000	5.155	Globales	1.000	0.000	0.000
N4/N25	V(90°) H1	Triangular Izq.	0.019	-	0.000	5.155	Globales	1.000	0.000	-0.000
N4/N25	V(90°) H1	Faja	0.241	-	0.000	4.514	Globales	0.000	0.223	0.975
N4/N25	V(90°) H1	Faja	0.229	-	4.514	5.155	Globales	0.000	0.223	0.975
N4/N25	V(90°) H1	Uniforme	0.079	-	-	-	Globales	-0.000	0.223	0.975
N4/N25	V(90°) H1	Uniforme	0.083	-	-	-	Globales	-0.000	-0.223	-0.975
N4/N25	V(180°) H1	Faja	0.015	-	1.544	2.640	Globales	-1.000	-0.000	-0.000



APÉNDICE Nº 3.1. DEPÓSITO DE SAL.
NOTA DE CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA METÁLICA.

Proyecto de depósito de sal cubierto en carretera N-240 P.K. 37+000.

Febrero 2022

Cargas en barras										
Barra	Hipótesis	Tipo	Valores		Posición		Dirección			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Ejes	X	Y	Z
N4/N25	V(180°) H1	Faja	0.020	-	2.640	3.077	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N4/N25	V(180°) H1	Triangular Izq.	0.022	-	3.077	5.155	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N4/N25	V(180°) H1	Triangular Izq.	0.037	-	0.000	5.155	Globales	1.000	0.000	-0.000
N4/N25	V(180°) H1	Faja	0.061	-	0.000	0.856	Globales	-1.000	-0.000	0.000
N4/N25	V(180°) H1	Uniforme	0.167	-	-	-	Globales	-0.000	-0.223	-0.975
N4/N25	V(180°) H1	Faja	0.111	-	1.539	5.155	Globales	0.000	0.223	0.975
N4/N25	V(180°) H1	Faja	0.017	-	0.000	1.539	Globales	0.000	0.223	0.975
N4/N25	V(180°) H1	Faja	0.305	-	0.000	1.539	Globales	-0.000	0.223	0.975
N4/N25	V(180°) H1	Faja	0.011	-	0.448	1.544	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N4/N25	V(180°) H1	Faja	0.009	-	0.000	0.448	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N4/N25	V(180°) H1	Faja	0.016	-	1.967	3.077	Globales	-1.000	-0.000	0.000
N4/N25	V(180°) H1	Faja	0.041	-	0.856	1.967	Globales	-1.000	-0.000	0.000
N4/N25	V(180°) H2	Faja	0.061	-	0.000	0.856	Globales	-1.000	-0.000	0.000
N4/N25	V(180°) H2	Faja	0.003	-	0.000	1.539	Globales	-0.000	-0.223	-0.975
N4/N25	V(180°) H2	Faja	0.048	-	1.539	5.155	Globales	-0.000	-0.223	-0.975
N4/N25	V(180°) H2	Uniforme	0.167	-	-	-	Globales	-0.000	-0.223	-0.975
N4/N25	V(180°) H2	Faja	0.045	-	0.000	1.539	Globales	0.000	-0.223	-0.975
N4/N25	V(180°) H2	Faja	0.041	-	0.856	1.967	Globales	-1.000	-0.000	0.000
N4/N25	V(180°) H2	Triangular Izq.	0.037	-	0.000	5.155	Globales	1.000	0.000	-0.000
N4/N25	V(180°) H2	Triangular Izq.	0.022	-	3.077	5.155	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N4/N25	V(180°) H2	Faja	0.020	-	2.640	3.077	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N4/N25	V(180°) H2	Faja	0.015	-	1.544	2.640	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N4/N25	V(180°) H2	Faja	0.011	-	0.448	1.544	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N4/N25	V(180°) H2	Faja	0.009	-	0.000	0.448	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N4/N25	V(180°) H2	Faja	0.016	-	1.967	3.077	Globales	-1.000	-0.000	0.000
N4/N25	V(270°) H1	Triangular Izq.	0.027	-	0.000	5.155	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N4/N25	V(270°) H1	Triangular Izq.	0.036	-	0.000	5.155	Globales	-1.000	-0.000	0.000
N4/N25	V(270°) H1	Uniforme	0.159	-	-	-	Globales	0.000	0.223	0.975
N4/N25	V(270°) H1	Uniforme	0.159	-	-	-	Globales	0.000	0.223	0.975
N4/N25	N(EI)	Uniforme	0.224	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N4/N25	N(R) 1	Uniforme	0.224	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N4/N25	N(R) 2	Uniforme	0.112	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N25/N5	Peso propio	Uniforme	0.061	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N25/N5	Peso propio	Uniforme	0.053	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N25/N5	Q	Uniforme	0.100	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N25/N5	V(0°) H1	Faja	0.227	-	3.616	5.155	Globales	0.000	0.223	0.975
N25/N5	V(0°) H1	Faja	0.135	-	0.000	3.616	Globales	-0.000	0.223	0.975
N25/N5	V(0°) H1	Uniforme	0.167	-	-	-	Globales	-0.000	-0.223	-0.975
N25/N5	V(0°) H1	Faja	0.053	-	0.000	0.077	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N25/N5	V(0°) H1	Triangular Izq.	0.054	-	0.077	5.155	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N25/N5	V(0°) H1	Faja	0.001	-	0.000	0.076	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N25/N5	V(0°) H1	Triangular Izq.	0.037	-	0.000	5.155	Globales	1.000	0.000	-0.000
N25/N5	V(0°) H2	Faja	0.039	-	3.616	5.155	Globales	0.000	0.223	0.975
N25/N5	V(0°) H2	Faja	0.039	-	0.000	3.616	Globales	-0.000	0.223	0.975
N25/N5	V(0°) H2	Uniforme	0.167	-	-	-	Globales	-0.000	-0.223	-0.975
N25/N5	V(0°) H2	Triangular Izq.	0.037	-	0.000	5.155	Globales	1.000	0.000	-0.000



APÉNDICE Nº 3.1. DEPÓSITO DE SAL.
NOTA DE CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA METÁLICA.

Proyecto de depósito de sal cubierto en carretera N-240 P.K. 37+000.

Febrero 2022

Cargas en barras										
Barra	Hipótesis	Tipo	Valores		Posición		Dirección			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Ejes	X	Y	Z
N25/N5	V(0°) H2	Faja	0.053	-	0.000	0.077	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N25/N5	V(0°) H2	Triangular Izq.	0.054	-	0.077	5.155	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N25/N5	V(0°) H2	Faja	0.001	-	0.000	0.076	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N25/N5	V(90°) H1	Uniforme	0.229	-	-	-	Globales	0.000	0.223	0.975
N25/N5	V(90°) H1	Uniforme	0.079	-	-	-	Globales	-0.000	0.223	0.975
N25/N5	V(90°) H1	Uniforme	0.083	-	-	-	Globales	-0.000	-0.223	-0.975
N25/N5	V(90°) H1	Triangular Izq.	0.051	-	0.000	5.155	Globales	1.000	0.000	0.000
N25/N5	V(90°) H1	Triangular Izq.	0.019	-	0.000	5.155	Globales	1.000	0.000	-0.000
N25/N5	V(180°) H1	Triangular Izq.	0.055	-	0.000	5.155	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N25/N5	V(180°) H1	Triangular Izq.	0.037	-	0.000	5.155	Globales	1.000	0.000	-0.000
N25/N5	V(180°) H1	Uniforme	0.111	-	-	-	Globales	0.000	0.223	0.975
N25/N5	V(180°) H1	Uniforme	0.167	-	-	-	Globales	-0.000	-0.223	-0.975
N25/N5	V(180°) H2	Uniforme	0.048	-	-	-	Globales	-0.000	-0.223	-0.975
N25/N5	V(180°) H2	Uniforme	0.167	-	-	-	Globales	-0.000	-0.223	-0.975
N25/N5	V(180°) H2	Triangular Izq.	0.055	-	0.000	5.155	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N25/N5	V(180°) H2	Triangular Izq.	0.037	-	0.000	5.155	Globales	1.000	0.000	-0.000
N25/N5	V(270°) H1	Triangular Izq.	0.027	-	0.000	5.155	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N25/N5	V(270°) H1	Triangular Izq.	0.036	-	0.000	5.155	Globales	-1.000	-0.000	0.000
N25/N5	V(270°) H1	Uniforme	0.159	-	-	-	Globales	0.000	0.223	0.975
N25/N5	V(270°) H1	Uniforme	0.159	-	-	-	Globales	0.000	0.223	0.975
N25/N5	N(EI)	Uniforme	0.224	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N25/N5	N(R) 1	Uniforme	0.224	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N25/N5	N(R) 2	Uniforme	0.112	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N6/N7	Peso propio	Uniforme	0.117	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N6/N7	V(0°) H1	Uniforme	0.441	-	-	-	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N6/N7	V(0°) H1	Uniforme	0.334	-	-	-	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N6/N7	V(0°) H2	Uniforme	0.441	-	-	-	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N6/N7	V(0°) H2	Uniforme	0.334	-	-	-	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N6/N7	V(90°) H1	Uniforme	0.181	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N6/N7	V(90°) H1	Uniforme	0.366	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N6/N7	V(90°) H1	Uniforme	0.166	-	-	-	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N6/N7	V(180°) H1	Uniforme	0.213	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N6/N7	V(180°) H1	Uniforme	0.334	-	-	-	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N6/N7	V(180°) H2	Uniforme	0.213	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N6/N7	V(180°) H2	Uniforme	0.334	-	-	-	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N6/N7	V(270°) H1	Uniforme	0.487	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N6/N7	V(270°) H1	Uniforme	0.317	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N8/N9	Peso propio	Uniforme	0.117	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N8/N9	V(0°) H1	Uniforme	0.213	-	-	-	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N8/N9	V(0°) H1	Uniforme	0.334	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N8/N9	V(0°) H2	Uniforme	0.213	-	-	-	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N8/N9	V(0°) H2	Uniforme	0.334	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N8/N9	V(90°) H1	Uniforme	0.181	-	-	-	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N8/N9	V(90°) H1	Uniforme	0.366	-	-	-	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N8/N9	V(90°) H1	Uniforme	0.166	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N8/N9	V(180°) H1	Uniforme	0.441	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000



APÉNDICE N° 3.1. DEPÓSITO DE SAL.
NOTA DE CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA METÁLICA.

Proyecto de depósito de sal cubierto en carretera N-240 P.K. 37+000.

Febrero 2022

Cargas en barras										
Barra	Hipótesis	Tipo	Valores		Posición		Dirección			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Ejes	X	Y	Z
N8/N9	V(180°) H1	Uniforme	0.334	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N8/N9	V(180°) H2	Uniforme	0.441	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N8/N9	V(180°) H2	Uniforme	0.334	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N8/N9	V(270°) H1	Uniforme	0.487	-	-	-	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N8/N9	V(270°) H1	Uniforme	0.317	-	-	-	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N7/N28	Peso propio	Trapezial	0.163	0.143	0.000	2.000	Globales	0.000	0.000	-1.000
N7/N28	Peso propio	Faja	0.103	-	2.000	5.155	Globales	0.000	0.000	-1.000
N7/N28	Peso propio	Uniforme	0.105	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N7/N28	Q	Uniforme	0.200	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N7/N28	V(0°) H1	Uniforme	0.334	-	-	-	Globales	-0.000	0.223	-0.975
N7/N28	V(0°) H1	Faja	0.221	-	1.539	5.155	Globales	0.000	-0.223	0.975
N7/N28	V(0°) H1	Faja	0.387	-	0.000	1.539	Globales	0.000	-0.223	0.975
N7/N28	V(0°) H1	Faja	0.183	-	0.000	1.539	Globales	-0.000	-0.223	0.975
N7/N28	V(0°) H2	Faja	0.069	-	0.000	1.539	Globales	-0.000	0.223	-0.975
N7/N28	V(0°) H2	Faja	0.096	-	1.539	5.155	Globales	-0.000	0.223	-0.975
N7/N28	V(0°) H2	Uniforme	0.334	-	-	-	Globales	-0.000	0.223	-0.975
N7/N28	V(0°) H2	Faja	0.027	-	0.000	1.539	Globales	0.000	0.223	-0.975
N7/N28	V(90°) H1	Uniforme	0.166	-	-	-	Globales	-0.000	0.223	-0.975
N7/N28	V(90°) H1	Uniforme	0.009	-	-	-	Globales	0.000	-0.223	0.975
N7/N28	V(90°) H1	Uniforme	0.344	-	-	-	Globales	0.000	-0.223	0.975
N7/N28	V(90°) H1	Faja	0.051	-	0.000	4.514	Globales	0.000	-0.223	0.975
N7/N28	V(90°) H1	Faja	0.049	-	4.514	5.155	Globales	0.000	-0.223	0.975
N7/N28	V(180°) H1	Uniforme	0.334	-	-	-	Globales	-0.000	0.223	-0.975
N7/N28	V(180°) H1	Uniforme	0.269	-	-	-	Globales	0.000	-0.223	0.975
N7/N28	V(180°) H2	Uniforme	0.334	-	-	-	Globales	-0.000	0.223	-0.975
N7/N28	V(180°) H2	Uniforme	0.077	-	-	-	Globales	0.000	-0.223	0.975
N7/N28	V(270°) H1	Uniforme	0.226	-	-	-	Globales	0.000	-0.223	0.975
N7/N28	V(270°) H1	Uniforme	0.109	-	-	-	Globales	0.000	-0.223	0.975
N7/N28	V(270°) H1	Uniforme	0.317	-	-	-	Globales	0.000	-0.223	0.975
N7/N28	N(EI)	Uniforme	0.447	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N7/N28	N(R) 1	Uniforme	0.224	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N7/N28	N(R) 2	Uniforme	0.447	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N28/N10	Peso propio	Faja	0.103	-	0.000	3.155	Globales	0.000	0.000	-1.000
N28/N10	Peso propio	Trapezial	0.143	0.163	3.155	5.155	Globales	0.000	0.000	-1.000
N28/N10	Peso propio	Uniforme	0.105	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N28/N10	Q	Uniforme	0.200	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N28/N10	V(0°) H1	Uniforme	0.221	-	-	-	Globales	0.000	-0.223	0.975
N28/N10	V(0°) H1	Uniforme	0.334	-	-	-	Globales	-0.000	0.223	-0.975
N28/N10	V(0°) H2	Uniforme	0.096	-	-	-	Globales	-0.000	0.223	-0.975
N28/N10	V(0°) H2	Uniforme	0.334	-	-	-	Globales	-0.000	0.223	-0.975
N28/N10	V(90°) H1	Uniforme	0.344	-	-	-	Globales	0.000	-0.223	0.975
N28/N10	V(90°) H1	Uniforme	0.009	-	-	-	Globales	0.000	-0.223	0.975
N28/N10	V(90°) H1	Uniforme	0.166	-	-	-	Globales	-0.000	0.223	-0.975
N28/N10	V(90°) H1	Uniforme	0.049	-	-	-	Globales	0.000	-0.223	0.975
N28/N10	V(180°) H1	Uniforme	0.334	-	-	-	Globales	-0.000	0.223	-0.975
N28/N10	V(180°) H1	Faja	0.269	-	0.000	3.616	Globales	0.000	-0.223	0.975



APÉNDICE N° 3.1. DEPÓSITO DE SAL.
NOTA DE CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA METÁLICA.

Proyecto de depósito de sal cubierto en carretera N-240 P.K. 37+000.

Febrero 2022

Cargas en barras										
Barra	Hipótesis	Tipo	Valores		Posición		Dirección			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Ejes	X	Y	Z
N28/N10	V(180°) H1	Faja	0.455	-	3.616	5.155	Globales	0.000	-0.223	0.975
N28/N10	V(180°) H2	Uniforme	0.334	-	-	-	Globales	-0.000	0.223	-0.975
N28/N10	V(180°) H2	Faja	0.077	-	0.000	3.616	Globales	0.000	-0.223	0.975
N28/N10	V(180°) H2	Faja	0.077	-	3.616	5.155	Globales	0.000	-0.223	0.975
N28/N10	V(270°) H1	Uniforme	0.317	-	-	-	Globales	0.000	-0.223	0.975
N28/N10	V(270°) H1	Uniforme	0.226	-	-	-	Globales	0.000	-0.223	0.975
N28/N10	V(270°) H1	Uniforme	0.109	-	-	-	Globales	0.000	-0.223	0.975
N28/N10	N(EI)	Uniforme	0.447	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N28/N10	N(R) 1	Uniforme	0.224	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N28/N10	N(R) 2	Uniforme	0.447	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N9/N29	Peso propio	Trapezial	0.163	0.143	0.000	2.000	Globales	0.000	0.000	-1.000
N9/N29	Peso propio	Faja	0.103	-	2.000	5.155	Globales	0.000	0.000	-1.000
N9/N29	Peso propio	Uniforme	0.105	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N9/N29	Q	Uniforme	0.200	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N9/N29	V(0°) H1	Uniforme	0.334	-	-	-	Globales	-0.000	-0.223	-0.975
N9/N29	V(0°) H1	Uniforme	0.269	-	-	-	Globales	-0.000	0.223	0.975
N9/N29	V(0°) H2	Uniforme	0.077	-	-	-	Globales	-0.000	0.223	0.975
N9/N29	V(0°) H2	Uniforme	0.334	-	-	-	Globales	-0.000	-0.223	-0.975
N9/N29	V(90°) H1	Uniforme	0.166	-	-	-	Globales	-0.000	-0.223	-0.975
N9/N29	V(90°) H1	Uniforme	0.344	-	-	-	Globales	-0.000	0.223	0.975
N9/N29	V(90°) H1	Uniforme	0.009	-	-	-	Globales	-0.000	0.223	0.975
N9/N29	V(90°) H1	Faja	0.051	-	0.000	4.514	Globales	0.000	0.223	0.975
N9/N29	V(90°) H1	Faja	0.049	-	4.514	5.155	Globales	0.000	0.223	0.975
N9/N29	V(180°) H1	Uniforme	0.334	-	-	-	Globales	-0.000	-0.223	-0.975
N9/N29	V(180°) H1	Faja	0.221	-	1.539	5.155	Globales	0.000	0.223	0.975
N9/N29	V(180°) H1	Faja	0.387	-	0.000	1.539	Globales	0.000	0.223	0.975
N9/N29	V(180°) H1	Faja	0.183	-	0.000	1.539	Globales	-0.000	0.223	0.975
N9/N29	V(180°) H2	Uniforme	0.334	-	-	-	Globales	-0.000	-0.223	-0.975
N9/N29	V(180°) H2	Faja	0.096	-	1.539	5.155	Globales	-0.000	-0.223	-0.975
N9/N29	V(180°) H2	Faja	0.069	-	0.000	1.539	Globales	-0.000	-0.223	-0.975
N9/N29	V(180°) H2	Faja	0.027	-	0.000	1.539	Globales	0.000	-0.223	-0.975
N9/N29	V(270°) H1	Uniforme	0.317	-	-	-	Globales	0.000	0.223	0.975
N9/N29	V(270°) H1	Uniforme	0.226	-	-	-	Globales	0.000	0.223	0.975
N9/N29	V(270°) H1	Uniforme	0.109	-	-	-	Globales	-0.000	0.223	0.975
N9/N29	N(EI)	Uniforme	0.447	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N9/N29	N(R) 1	Uniforme	0.447	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N9/N29	N(R) 2	Uniforme	0.224	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N29/N10	Peso propio	Faja	0.103	-	0.000	3.155	Globales	0.000	0.000	-1.000
N29/N10	Peso propio	Trapezial	0.143	0.163	3.155	5.155	Globales	0.000	0.000	-1.000
N29/N10	Peso propio	Uniforme	0.105	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N29/N10	Q	Uniforme	0.200	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N29/N10	V(0°) H1	Uniforme	0.334	-	-	-	Globales	-0.000	-0.223	-0.975
N29/N10	V(0°) H1	Faja	0.269	-	0.000	3.616	Globales	-0.000	0.223	0.975
N29/N10	V(0°) H1	Faja	0.455	-	3.616	5.155	Globales	0.000	0.223	0.975
N29/N10	V(0°) H2	Faja	0.077	-	3.616	5.155	Globales	0.000	0.223	0.975
N29/N10	V(0°) H2	Faja	0.077	-	0.000	3.616	Globales	-0.000	0.223	0.975



APÉNDICE N° 3.1. DEPÓSITO DE SAL.
NOTA DE CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA METÁLICA.

Proyecto de depósito de sal cubierto en carretera N-240 P.K. 37+000.

Febrero 2022

Cargas en barras										
Barra	Hipótesis	Tipo	Valores		Posición		Dirección			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Ejes	X	Y	Z
N29/N10	V(0°) H2	Uniforme	0.334	-	-	-	Globales	-0.000	-0.223	-0.975
N29/N10	V(90°) H1	Uniforme	0.166	-	-	-	Globales	-0.000	-0.223	-0.975
N29/N10	V(90°) H1	Uniforme	0.009	-	-	-	Globales	-0.000	0.223	0.975
N29/N10	V(90°) H1	Uniforme	0.344	-	-	-	Globales	-0.000	0.223	0.975
N29/N10	V(90°) H1	Uniforme	0.049	-	-	-	Globales	0.000	0.223	0.975
N29/N10	V(180°) H1	Uniforme	0.334	-	-	-	Globales	-0.000	-0.223	-0.975
N29/N10	V(180°) H1	Uniforme	0.221	-	-	-	Globales	0.000	0.223	0.975
N29/N10	V(180°) H2	Uniforme	0.334	-	-	-	Globales	-0.000	-0.223	-0.975
N29/N10	V(180°) H2	Uniforme	0.096	-	-	-	Globales	-0.000	-0.223	-0.975
N29/N10	V(270°) H1	Uniforme	0.226	-	-	-	Globales	0.000	0.223	0.975
N29/N10	V(270°) H1	Uniforme	0.109	-	-	-	Globales	-0.000	0.223	0.975
N29/N10	V(270°) H1	Uniforme	0.317	-	-	-	Globales	0.000	0.223	0.975
N29/N10	N(EI)	Uniforme	0.447	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N29/N10	N(R) 1	Uniforme	0.447	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N29/N10	N(R) 2	Uniforme	0.224	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N11/N12	Peso propio	Uniforme	0.117	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N11/N12	V(0°) H1	Uniforme	0.441	-	-	-	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N11/N12	V(0°) H1	Uniforme	0.334	-	-	-	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N11/N12	V(0°) H2	Uniforme	0.441	-	-	-	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N11/N12	V(0°) H2	Uniforme	0.334	-	-	-	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N11/N12	V(90°) H1	Uniforme	0.487	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N11/N12	V(90°) H1	Uniforme	0.166	-	-	-	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N11/N12	V(180°) H1	Uniforme	0.213	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N11/N12	V(180°) H1	Uniforme	0.334	-	-	-	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N11/N12	V(180°) H2	Uniforme	0.213	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N11/N12	V(180°) H2	Uniforme	0.334	-	-	-	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N11/N12	V(270°) H1	Uniforme	0.181	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N11/N12	V(270°) H1	Uniforme	0.366	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N11/N12	V(270°) H1	Uniforme	0.317	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N13/N14	Peso propio	Uniforme	0.117	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N13/N14	V(0°) H1	Uniforme	0.213	-	-	-	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N13/N14	V(0°) H1	Uniforme	0.334	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N13/N14	V(0°) H2	Uniforme	0.213	-	-	-	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N13/N14	V(0°) H2	Uniforme	0.334	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N13/N14	V(90°) H1	Uniforme	0.487	-	-	-	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N13/N14	V(90°) H1	Uniforme	0.166	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N13/N14	V(180°) H1	Uniforme	0.441	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N13/N14	V(180°) H1	Uniforme	0.334	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N13/N14	V(180°) H2	Uniforme	0.441	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N13/N14	V(180°) H2	Uniforme	0.334	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N13/N14	V(270°) H1	Uniforme	0.181	-	-	-	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N13/N14	V(270°) H1	Uniforme	0.366	-	-	-	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N13/N14	V(270°) H1	Uniforme	0.317	-	-	-	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N12/N30	Peso propio	Trapezial	0.163	0.143	0.000	2.000	Globales	0.000	0.000	-1.000
N12/N30	Peso propio	Faja	0.103	-	2.000	5.155	Globales	0.000	0.000	-1.000
N12/N30	Peso propio	Uniforme	0.105	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000



APÉNDICE N° 3.1. DEPÓSITO DE SAL.
NOTA DE CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA METÁLICA.

Proyecto de depósito de sal cubierto en carretera N-240 P.K. 37+000.

Febrero 2022

Cargas en barras										
Barra	Hipótesis	Tipo	Valores		Posición		Dirección			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Ejes	X	Y	Z
N12/N30	Q	Uniforme	0.200	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N12/N30	V(0°) H1	Uniforme	0.334	-	-	-	Globales	-0.000	0.223	-0.975
N12/N30	V(0°) H1	Faja	0.221	-	1.539	5.155	Globales	0.000	-0.223	0.975
N12/N30	V(0°) H1	Faja	0.387	-	0.000	1.539	Globales	0.000	-0.223	0.975
N12/N30	V(0°) H1	Faja	0.183	-	0.000	1.539	Globales	0.000	-0.223	0.975
N12/N30	V(0°) H2	Faja	0.069	-	0.000	1.539	Globales	-0.000	0.223	-0.975
N12/N30	V(0°) H2	Faja	0.096	-	1.539	5.155	Globales	-0.000	0.223	-0.975
N12/N30	V(0°) H2	Uniforme	0.334	-	-	-	Globales	-0.000	0.223	-0.975
N12/N30	V(0°) H2	Faja	0.027	-	0.000	1.539	Globales	-0.000	0.223	-0.975
N12/N30	V(90°) H1	Uniforme	0.226	-	-	-	Globales	0.000	-0.223	0.975
N12/N30	V(90°) H1	Uniforme	0.109	-	-	-	Globales	0.000	-0.223	0.975
N12/N30	V(90°) H1	Uniforme	0.166	-	-	-	Globales	-0.000	0.223	-0.975
N12/N30	V(180°) H1	Uniforme	0.269	-	-	-	Globales	0.000	-0.223	0.975
N12/N30	V(180°) H1	Uniforme	0.334	-	-	-	Globales	-0.000	0.223	-0.975
N12/N30	V(180°) H2	Uniforme	0.334	-	-	-	Globales	-0.000	0.223	-0.975
N12/N30	V(180°) H2	Uniforme	0.077	-	-	-	Globales	0.000	-0.223	0.975
N12/N30	V(270°) H1	Uniforme	0.317	-	-	-	Globales	0.000	-0.223	0.975
N12/N30	V(270°) H1	Uniforme	0.009	-	-	-	Globales	0.000	-0.223	0.975
N12/N30	V(270°) H1	Uniforme	0.344	-	-	-	Globales	0.000	-0.223	0.975
N12/N30	V(270°) H1	Faja	0.051	-	0.000	4.514	Globales	0.000	-0.223	0.975
N12/N30	V(270°) H1	Faja	0.049	-	4.514	5.155	Globales	0.000	-0.223	0.975
N12/N30	N(EI)	Uniforme	0.447	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N12/N30	N(R) 1	Uniforme	0.224	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N12/N30	N(R) 2	Uniforme	0.447	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N30/N15	Peso propio	Faja	0.103	-	0.000	3.155	Globales	0.000	0.000	-1.000
N30/N15	Peso propio	Trapezial	0.143	0.163	3.155	5.155	Globales	0.000	0.000	-1.000
N30/N15	Peso propio	Uniforme	0.105	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N30/N15	Q	Uniforme	0.200	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N30/N15	V(0°) H1	Uniforme	0.221	-	-	-	Globales	0.000	-0.223	0.975
N30/N15	V(0°) H1	Uniforme	0.334	-	-	-	Globales	-0.000	0.223	-0.975
N30/N15	V(0°) H2	Uniforme	0.096	-	-	-	Globales	-0.000	0.223	-0.975
N30/N15	V(0°) H2	Uniforme	0.334	-	-	-	Globales	-0.000	0.223	-0.975
N30/N15	V(90°) H1	Uniforme	0.109	-	-	-	Globales	0.000	-0.223	0.975
N30/N15	V(90°) H1	Uniforme	0.226	-	-	-	Globales	0.000	-0.223	0.975
N30/N15	V(90°) H1	Uniforme	0.166	-	-	-	Globales	-0.000	0.223	-0.975
N30/N15	V(180°) H1	Uniforme	0.334	-	-	-	Globales	-0.000	0.223	-0.975
N30/N15	V(180°) H1	Faja	0.269	-	0.000	3.616	Globales	0.000	-0.223	0.975
N30/N15	V(180°) H1	Faja	0.455	-	3.616	5.155	Globales	0.000	-0.223	0.975
N30/N15	V(180°) H2	Faja	0.077	-	3.616	5.155	Globales	0.000	-0.223	0.975
N30/N15	V(180°) H2	Faja	0.077	-	0.000	3.616	Globales	0.000	-0.223	0.975
N30/N15	V(180°) H2	Uniforme	0.334	-	-	-	Globales	-0.000	0.223	-0.975
N30/N15	V(270°) H1	Uniforme	0.317	-	-	-	Globales	0.000	-0.223	0.975
N30/N15	V(270°) H1	Uniforme	0.009	-	-	-	Globales	0.000	-0.223	0.975
N30/N15	V(270°) H1	Uniforme	0.344	-	-	-	Globales	0.000	-0.223	0.975
N30/N15	V(270°) H1	Uniforme	0.049	-	-	-	Globales	0.000	-0.223	0.975
N30/N15	N(EI)	Uniforme	0.447	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000



APÉNDICE N° 3.1. DEPÓSITO DE SAL.
NOTA DE CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA METÁLICA.

Proyecto de depósito de sal cubierto en carretera N-240 P.K. 37+000.

Febrero 2022

Cargas en barras										
Barra	Hipótesis	Tipo	Valores		Posición		Dirección			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Ejes	X	Y	Z
N30/N15	N(R) 1	Uniforme	0.224	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N30/N15	N(R) 2	Uniforme	0.447	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N14/N31	Peso propio	Trapezial	0.163	0.143	0.000	2.000	Globales	0.000	0.000	-1.000
N14/N31	Peso propio	Faja	0.103	-	2.000	5.155	Globales	0.000	0.000	-1.000
N14/N31	Peso propio	Uniforme	0.105	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N14/N31	Q	Uniforme	0.200	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N14/N31	V(0°) H1	Uniforme	0.269	-	-	-	Globales	-0.000	0.223	0.975
N14/N31	V(0°) H1	Uniforme	0.334	-	-	-	Globales	-0.000	-0.223	-0.975
N14/N31	V(0°) H2	Uniforme	0.077	-	-	-	Globales	-0.000	0.223	0.975
N14/N31	V(0°) H2	Uniforme	0.334	-	-	-	Globales	-0.000	-0.223	-0.975
N14/N31	V(90°) H1	Uniforme	0.109	-	-	-	Globales	-0.000	0.223	0.975
N14/N31	V(90°) H1	Uniforme	0.226	-	-	-	Globales	-0.000	0.223	0.975
N14/N31	V(90°) H1	Uniforme	0.166	-	-	-	Globales	-0.000	-0.223	-0.975
N14/N31	V(180°) H1	Uniforme	0.334	-	-	-	Globales	-0.000	-0.223	-0.975
N14/N31	V(180°) H1	Faja	0.221	-	1.539	5.155	Globales	0.000	0.223	0.975
N14/N31	V(180°) H1	Faja	0.387	-	0.000	1.539	Globales	0.000	0.223	0.975
N14/N31	V(180°) H1	Faja	0.183	-	0.000	1.539	Globales	-0.000	0.223	0.975
N14/N31	V(180°) H2	Faja	0.069	-	0.000	1.539	Globales	-0.000	-0.223	-0.975
N14/N31	V(180°) H2	Faja	0.096	-	1.539	5.155	Globales	-0.000	-0.223	-0.975
N14/N31	V(180°) H2	Uniforme	0.334	-	-	-	Globales	-0.000	-0.223	-0.975
N14/N31	V(180°) H2	Faja	0.027	-	0.000	1.539	Globales	0.000	-0.223	-0.975
N14/N31	V(270°) H1	Uniforme	0.317	-	-	-	Globales	0.000	0.223	0.975
N14/N31	V(270°) H1	Uniforme	0.009	-	-	-	Globales	0.000	0.223	0.975
N14/N31	V(270°) H1	Uniforme	0.344	-	-	-	Globales	-0.000	0.223	0.975
N14/N31	V(270°) H1	Faja	0.051	-	0.000	4.514	Globales	-0.000	0.223	0.975
N14/N31	V(270°) H1	Faja	0.049	-	4.514	5.155	Globales	0.000	0.223	0.975
N14/N31	N(EI)	Uniforme	0.447	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N14/N31	N(R) 1	Uniforme	0.447	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N14/N31	N(R) 2	Uniforme	0.224	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N31/N15	Peso propio	Faja	0.103	-	0.000	3.155	Globales	0.000	0.000	-1.000
N31/N15	Peso propio	Trapezial	0.143	0.163	3.155	5.155	Globales	0.000	0.000	-1.000
N31/N15	Peso propio	Uniforme	0.105	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N31/N15	Q	Uniforme	0.200	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N31/N15	V(0°) H1	Uniforme	0.334	-	-	-	Globales	-0.000	-0.223	-0.975
N31/N15	V(0°) H1	Faja	0.269	-	0.000	3.616	Globales	-0.000	0.223	0.975
N31/N15	V(0°) H1	Faja	0.455	-	3.616	5.155	Globales	0.000	0.223	0.975
N31/N15	V(0°) H2	Faja	0.077	-	3.616	5.155	Globales	0.000	0.223	0.975
N31/N15	V(0°) H2	Faja	0.077	-	0.000	3.616	Globales	-0.000	0.223	0.975
N31/N15	V(0°) H2	Uniforme	0.334	-	-	-	Globales	-0.000	-0.223	-0.975
N31/N15	V(90°) H1	Uniforme	0.226	-	-	-	Globales	-0.000	0.223	0.975
N31/N15	V(90°) H1	Uniforme	0.109	-	-	-	Globales	-0.000	0.223	0.975
N31/N15	V(90°) H1	Uniforme	0.166	-	-	-	Globales	-0.000	-0.223	-0.975
N31/N15	V(180°) H1	Uniforme	0.221	-	-	-	Globales	0.000	0.223	0.975
N31/N15	V(180°) H1	Uniforme	0.334	-	-	-	Globales	-0.000	-0.223	-0.975
N31/N15	V(180°) H2	Uniforme	0.334	-	-	-	Globales	-0.000	-0.223	-0.975
N31/N15	V(180°) H2	Uniforme	0.096	-	-	-	Globales	-0.000	-0.223	-0.975



APÉNDICE N° 3.1. DEPÓSITO DE SAL.
NOTA DE CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA METÁLICA.

Proyecto de depósito de sal cubierto en carretera N-240 P.K. 37+000.

Febrero 2022

Cargas en barras										
Barra	Hipótesis	Tipo	Valores		Posición		Dirección			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Ejes	X	Y	Z
N31/N15	V(270°) H1	Uniforme	0.317	-	-	-	Globales	0.000	0.223	0.975
N31/N15	V(270°) H1	Uniforme	0.009	-	-	-	Globales	0.000	0.223	0.975
N31/N15	V(270°) H1	Uniforme	0.344	-	-	-	Globales	-0.000	0.223	0.975
N31/N15	V(270°) H1	Uniforme	0.049	-	-	-	Globales	0.000	0.223	0.975
N31/N15	N(EI)	Uniforme	0.447	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N31/N15	N(R) 1	Uniforme	0.447	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N31/N15	N(R) 2	Uniforme	0.224	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N16/N17	Peso propio	Uniforme	0.117	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N16/N17	V(0°) H1	Uniforme	0.221	-	-	-	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N16/N17	V(0°) H1	Uniforme	0.167	-	-	-	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N16/N17	V(0°) H2	Uniforme	0.221	-	-	-	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N16/N17	V(0°) H2	Uniforme	0.167	-	-	-	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N16/N17	V(90°) H1	Uniforme	0.243	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N16/N17	V(90°) H1	Uniforme	0.083	-	-	-	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N16/N17	V(180°) H1	Uniforme	0.107	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N16/N17	V(180°) H1	Uniforme	0.167	-	-	-	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N16/N17	V(180°) H2	Uniforme	0.107	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N16/N17	V(180°) H2	Uniforme	0.167	-	-	-	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N16/N17	V(270°) H1	Uniforme	0.333	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N16/N17	V(270°) H1	Uniforme	0.021	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N16/N17	V(270°) H1	Uniforme	0.159	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N18/N19	Peso propio	Uniforme	0.117	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N18/N19	V(0°) H1	Uniforme	0.107	-	-	-	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N18/N19	V(0°) H1	Uniforme	0.167	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N18/N19	V(0°) H2	Uniforme	0.107	-	-	-	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N18/N19	V(0°) H2	Uniforme	0.167	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N18/N19	V(90°) H1	Uniforme	0.243	-	-	-	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N18/N19	V(90°) H1	Uniforme	0.083	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N18/N19	V(180°) H1	Uniforme	0.221	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N18/N19	V(180°) H1	Uniforme	0.167	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N18/N19	V(180°) H2	Uniforme	0.221	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N18/N19	V(180°) H2	Uniforme	0.167	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N18/N19	V(270°) H1	Uniforme	0.333	-	-	-	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N18/N19	V(270°) H1	Uniforme	0.021	-	-	-	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N18/N19	V(270°) H1	Uniforme	0.159	-	-	-	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N17/N26	Peso propio	Trapezial	0.163	0.143	0.000	2.000	Globales	0.000	0.000	-1.000
N17/N26	Peso propio	Faja	0.103	-	2.000	5.155	Globales	0.000	0.000	-1.000
N17/N26	Peso propio	Uniforme	0.053	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N17/N26	Q	Uniforme	0.100	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N17/N26	V(0°) H1	Uniforme	0.167	-	-	-	Globales	-0.000	0.223	-0.975
N17/N26	V(0°) H1	Faja	0.111	-	1.539	5.155	Globales	0.000	-0.223	0.975
N17/N26	V(0°) H1	Faja	0.017	-	0.000	1.539	Globales	0.000	-0.223	0.975
N17/N26	V(0°) H1	Faja	0.305	-	0.000	1.539	Globales	0.000	-0.223	0.975
N17/N26	V(0°) H2	Faja	0.003	-	0.000	1.539	Globales	-0.000	0.223	-0.975
N17/N26	V(0°) H2	Faja	0.048	-	1.539	5.155	Globales	-0.000	0.223	-0.975
N17/N26	V(0°) H2	Uniforme	0.167	-	-	-	Globales	-0.000	0.223	-0.975



APÉNDICE N° 3.1. DEPÓSITO DE SAL.
NOTA DE CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA METÁLICA.

Proyecto de depósito de sal cubierto en carretera N-240 P.K. 37+000.

Febrero 2022

Cargas en barras										
Barra	Hipótesis	Tipo	Valores		Posición		Dirección			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Ejes	X	Y	Z
N17/N26	V(0°) H2	Faja	0.045	-	0.000	1.539	Globales	-0.000	0.223	-0.975
N17/N26	V(90°) H1	Uniforme	0.159	-	-	-	Globales	0.000	-0.223	0.975
N17/N26	V(90°) H1	Uniforme	0.083	-	-	-	Globales	-0.000	0.223	-0.975
N17/N26	V(180°) H1	Uniforme	0.135	-	-	-	Globales	0.000	-0.223	0.975
N17/N26	V(180°) H1	Uniforme	0.167	-	-	-	Globales	-0.000	0.223	-0.975
N17/N26	V(180°) H2	Uniforme	0.167	-	-	-	Globales	-0.000	0.223	-0.975
N17/N26	V(180°) H2	Uniforme	0.039	-	-	-	Globales	0.000	-0.223	0.975
N17/N26	V(270°) H1	Uniforme	0.159	-	-	-	Globales	0.000	-0.223	0.975
N17/N26	V(270°) H1	Uniforme	0.079	-	-	-	Globales	0.000	-0.223	0.975
N17/N26	V(270°) H1	Faja	0.229	-	4.514	5.155	Globales	0.000	-0.223	0.975
N17/N26	V(270°) H1	Faja	0.241	-	0.000	4.514	Globales	0.000	-0.223	0.975
N17/N26	N(EI)	Uniforme	0.224	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N17/N26	N(R) 1	Uniforme	0.112	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N17/N26	N(R) 2	Uniforme	0.224	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N26/N20	Peso propio	Faja	0.103	-	0.000	3.155	Globales	0.000	0.000	-1.000
N26/N20	Peso propio	Trapecial	0.143	0.163	3.155	5.155	Globales	0.000	0.000	-1.000
N26/N20	Peso propio	Uniforme	0.053	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N26/N20	Q	Uniforme	0.100	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N26/N20	V(0°) H1	Uniforme	0.111	-	-	-	Globales	0.000	-0.223	0.975
N26/N20	V(0°) H1	Uniforme	0.167	-	-	-	Globales	-0.000	0.223	-0.975
N26/N20	V(0°) H2	Uniforme	0.048	-	-	-	Globales	-0.000	0.223	-0.975
N26/N20	V(0°) H2	Uniforme	0.167	-	-	-	Globales	-0.000	0.223	-0.975
N26/N20	V(90°) H1	Uniforme	0.083	-	-	-	Globales	-0.000	0.223	-0.975
N26/N20	V(90°) H1	Uniforme	0.159	-	-	-	Globales	0.000	-0.223	0.975
N26/N20	V(180°) H1	Faja	0.227	-	3.616	5.155	Globales	0.000	-0.223	0.975
N26/N20	V(180°) H1	Faja	0.135	-	0.000	3.616	Globales	0.000	-0.223	0.975
N26/N20	V(180°) H1	Uniforme	0.167	-	-	-	Globales	-0.000	0.223	-0.975
N26/N20	V(180°) H2	Uniforme	0.167	-	-	-	Globales	-0.000	0.223	-0.975
N26/N20	V(180°) H2	Faja	0.039	-	0.000	3.616	Globales	0.000	-0.223	0.975
N26/N20	V(180°) H2	Faja	0.039	-	3.616	5.155	Globales	0.000	-0.223	0.975
N26/N20	V(270°) H1	Uniforme	0.159	-	-	-	Globales	0.000	-0.223	0.975
N26/N20	V(270°) H1	Uniforme	0.079	-	-	-	Globales	0.000	-0.223	0.975
N26/N20	V(270°) H1	Uniforme	0.229	-	-	-	Globales	0.000	-0.223	0.975
N26/N20	N(EI)	Uniforme	0.224	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N26/N20	N(R) 1	Uniforme	0.112	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N26/N20	N(R) 2	Uniforme	0.224	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N19/N27	Peso propio	Trapecial	0.163	0.143	0.000	2.000	Globales	0.000	0.000	-1.000
N19/N27	Peso propio	Faja	0.103	-	2.000	5.155	Globales	0.000	0.000	-1.000
N19/N27	Peso propio	Uniforme	0.053	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N19/N27	Q	Uniforme	0.100	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N19/N27	V(0°) H1	Uniforme	0.135	-	-	-	Globales	-0.000	0.223	0.975
N19/N27	V(0°) H1	Uniforme	0.167	-	-	-	Globales	-0.000	-0.223	-0.975
N19/N27	V(0°) H2	Uniforme	0.167	-	-	-	Globales	-0.000	-0.223	-0.975
N19/N27	V(0°) H2	Uniforme	0.039	-	-	-	Globales	-0.000	0.223	0.975
N19/N27	V(90°) H1	Uniforme	0.159	-	-	-	Globales	-0.000	0.223	0.975
N19/N27	V(90°) H1	Uniforme	0.083	-	-	-	Globales	-0.000	-0.223	-0.975



APÉNDICE N° 3.1. DEPÓSITO DE SAL.
NOTA DE CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA METÁLICA.

Proyecto de depósito de sal cubierto en carretera N-240 P.K. 37+000.

Febrero 2022

Cargas en barras										
Barra	Hipótesis	Tipo	Valores		Posición		Dirección			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Ejes	X	Y	Z
N19/N27	V(180°) H1	Uniforme	0.167	-	-	-	Globales	-0.000	-0.223	-0.975
N19/N27	V(180°) H1	Faja	0.111	-	1.539	5.155	Globales	0.000	0.223	0.975
N19/N27	V(180°) H1	Faja	0.017	-	0.000	1.539	Globales	0.000	0.223	0.975
N19/N27	V(180°) H1	Faja	0.305	-	0.000	1.539	Globales	-0.000	0.223	0.975
N19/N27	V(180°) H2	Faja	0.003	-	0.000	1.539	Globales	-0.000	-0.223	-0.975
N19/N27	V(180°) H2	Faja	0.048	-	1.539	5.155	Globales	-0.000	-0.223	-0.975
N19/N27	V(180°) H2	Uniforme	0.167	-	-	-	Globales	-0.000	-0.223	-0.975
N19/N27	V(180°) H2	Faja	0.045	-	0.000	1.539	Globales	0.000	-0.223	-0.975
N19/N27	V(270°) H1	Uniforme	0.159	-	-	-	Globales	0.000	0.223	0.975
N19/N27	V(270°) H1	Uniforme	0.079	-	-	-	Globales	-0.000	0.223	0.975
N19/N27	V(270°) H1	Faja	0.229	-	4.514	5.155	Globales	0.000	0.223	0.975
N19/N27	V(270°) H1	Faja	0.241	-	0.000	4.514	Globales	-0.000	0.223	0.975
N19/N27	N(EI)	Uniforme	0.224	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N19/N27	N(R) 1	Uniforme	0.224	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N19/N27	N(R) 2	Uniforme	0.112	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N27/N20	Peso propio	Faja	0.103	-	0.000	3.155	Globales	0.000	0.000	-1.000
N27/N20	Peso propio	Trapecial	0.143	0.163	3.155	5.155	Globales	0.000	0.000	-1.000
N27/N20	Peso propio	Uniforme	0.053	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N27/N20	Q	Uniforme	0.100	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N27/N20	V(0°) H1	Uniforme	0.167	-	-	-	Globales	-0.000	-0.223	-0.975
N27/N20	V(0°) H1	Faja	0.135	-	0.000	3.616	Globales	-0.000	0.223	0.975
N27/N20	V(0°) H1	Faja	0.227	-	3.616	5.155	Globales	0.000	0.223	0.975
N27/N20	V(0°) H2	Faja	0.039	-	3.616	5.155	Globales	0.000	0.223	0.975
N27/N20	V(0°) H2	Faja	0.039	-	0.000	3.616	Globales	-0.000	0.223	0.975
N27/N20	V(0°) H2	Uniforme	0.167	-	-	-	Globales	-0.000	-0.223	-0.975
N27/N20	V(90°) H1	Uniforme	0.159	-	-	-	Globales	-0.000	0.223	0.975
N27/N20	V(90°) H1	Uniforme	0.083	-	-	-	Globales	-0.000	-0.223	-0.975
N27/N20	V(180°) H1	Uniforme	0.111	-	-	-	Globales	0.000	0.223	0.975
N27/N20	V(180°) H1	Uniforme	0.167	-	-	-	Globales	-0.000	-0.223	-0.975
N27/N20	V(180°) H2	Uniforme	0.167	-	-	-	Globales	-0.000	-0.223	-0.975
N27/N20	V(180°) H2	Uniforme	0.048	-	-	-	Globales	-0.000	-0.223	-0.975
N27/N20	V(270°) H1	Uniforme	0.159	-	-	-	Globales	0.000	0.223	0.975
N27/N20	V(270°) H1	Uniforme	0.079	-	-	-	Globales	-0.000	0.223	0.975
N27/N20	V(270°) H1	Uniforme	0.229	-	-	-	Globales	0.000	0.223	0.975
N27/N20	N(EI)	Uniforme	0.224	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N27/N20	N(R) 1	Uniforme	0.224	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N27/N20	N(R) 2	Uniforme	0.112	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N21/N22	Peso propio	Uniforme	0.061	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N21/N22	V(0°) H1	Faja	0.131	-	0.000	6.500	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N21/N22	V(0°) H1	Faja	0.106	-	6.500	6.691	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N21/N22	V(0°) H1	Faja	0.053	-	6.691	6.939	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N21/N22	V(0°) H1	Faja	0.008	-	6.939	7.187	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N21/N22	V(0°) H1	Faja	0.402	-	0.000	6.500	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N21/N22	V(0°) H1	Faja	0.400	-	6.500	6.600	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N21/N22	V(0°) H1	Faja	0.393	-	6.600	6.844	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N21/N22	V(0°) H1	Faja	0.375	-	6.844	7.089	Globales	-1.000	-0.000	-0.000



APÉNDICE N° 3.1. DEPÓSITO DE SAL.
NOTA DE CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA METÁLICA.

Proyecto de depósito de sal cubierto en carretera N-240 P.K. 37+000.

Febrero 2022

Cargas en barras										
Barra	Hipótesis	Tipo	Valores		Posición		Dirección			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Ejes	X	Y	Z
N21/N22	V(0°) H1	Faja	0.353	-	7.089	7.187	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N21/N22	V(0°) H1	Trapecial	0.343	0.245	7.187	7.650	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N21/N22	V(0°) H1	Faja	0.335	-	0.000	6.500	Globales	1.000	0.000	-0.000
N21/N22	V(0°) H1	Trapecial	0.335	0.168	6.500	7.650	Globales	1.000	0.000	-0.000
N21/N22	V(0°) H2	Faja	0.131	-	0.000	6.500	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N21/N22	V(0°) H2	Faja	0.106	-	6.500	6.691	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N21/N22	V(0°) H2	Faja	0.053	-	6.691	6.939	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N21/N22	V(0°) H2	Faja	0.008	-	6.939	7.187	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N21/N22	V(0°) H2	Faja	0.402	-	0.000	6.500	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N21/N22	V(0°) H2	Faja	0.400	-	6.500	6.600	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N21/N22	V(0°) H2	Faja	0.393	-	6.600	6.844	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N21/N22	V(0°) H2	Faja	0.375	-	6.844	7.089	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N21/N22	V(0°) H2	Faja	0.353	-	7.089	7.187	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N21/N22	V(0°) H2	Trapecial	0.343	0.245	7.187	7.650	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N21/N22	V(0°) H2	Faja	0.335	-	0.000	6.500	Globales	1.000	0.000	-0.000
N21/N22	V(0°) H2	Trapecial	0.335	0.168	6.500	7.650	Globales	1.000	0.000	-0.000
N21/N22	V(90°) H1	Faja	0.456	-	0.000	6.500	Globales	1.000	0.000	0.000
N21/N22	V(90°) H1	Trapecial	0.456	0.228	6.500	7.650	Globales	1.000	0.000	0.000
N21/N22	V(90°) H1	Faja	0.167	-	0.000	6.500	Globales	1.000	0.000	-0.000
N21/N22	V(90°) H1	Trapecial	0.167	0.083	6.500	7.650	Globales	1.000	0.000	-0.000
N21/N22	V(180°) H1	Uniforme	0.237	-	-	-	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N21/N22	V(180°) H1	Faja	0.157	-	0.000	6.500	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N21/N22	V(180°) H1	Trapecial	0.157	0.005	6.500	7.650	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N21/N22	V(180°) H1	Faja	0.335	-	0.000	6.500	Globales	1.000	0.000	-0.000
N21/N22	V(180°) H1	Trapecial	0.335	0.168	6.500	7.650	Globales	1.000	0.000	-0.000
N21/N22	V(180°) H2	Uniforme	0.237	-	-	-	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N21/N22	V(180°) H2	Faja	0.157	-	0.000	6.500	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N21/N22	V(180°) H2	Trapecial	0.157	0.005	6.500	7.650	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N21/N22	V(180°) H2	Faja	0.335	-	0.000	6.500	Globales	1.000	0.000	-0.000
N21/N22	V(180°) H2	Trapecial	0.335	0.168	6.500	7.650	Globales	1.000	0.000	-0.000
N21/N22	V(270°) H1	Faja	0.238	-	0.000	6.500	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N21/N22	V(270°) H1	Trapecial	0.238	0.119	6.500	7.650	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N21/N22	V(270°) H1	Faja	0.319	-	0.000	6.500	Globales	-1.000	-0.000	0.000
N21/N22	V(270°) H1	Trapecial	0.319	0.159	6.500	7.650	Globales	-1.000	-0.000	0.000
N23/N32	Peso propio	Uniforme	0.061	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N23/N32	V(0°) H1	Uniforme	0.489	-	-	-	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N23/N32	V(0°) H1	Uniforme	0.335	-	-	-	Globales	1.000	0.000	-0.000
N23/N32	V(0°) H2	Uniforme	0.489	-	-	-	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N23/N32	V(0°) H2	Uniforme	0.335	-	-	-	Globales	1.000	0.000	-0.000
N23/N32	V(90°) H1	Uniforme	0.456	-	-	-	Globales	1.000	0.000	0.000
N23/N32	V(90°) H1	Uniforme	0.167	-	-	-	Globales	1.000	0.000	-0.000
N23/N32	V(180°) H1	Uniforme	0.489	-	-	-	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N23/N32	V(180°) H1	Uniforme	0.335	-	-	-	Globales	1.000	0.000	-0.000
N23/N32	V(180°) H2	Uniforme	0.489	-	-	-	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N23/N32	V(180°) H2	Uniforme	0.335	-	-	-	Globales	1.000	0.000	-0.000
N23/N32	V(270°) H1	Uniforme	0.238	-	-	-	Globales	-1.000	-0.000	-0.000



APÉNDICE N° 3.1. DEPÓSITO DE SAL.
NOTA DE CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA METÁLICA.

Proyecto de depósito de sal cubierto en carretera N-240 P.K. 37+000.

Febrero 2022

Cargas en barras										
Barra	Hipótesis	Tipo	Valores		Posición		Dirección			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Ejes	X	Y	Z
N23/N32	V(270°) H1	Uniforme	0.319	-	-	-	Globales	-1.000	-0.000	0.000
N32/N5	Peso propio	Uniforme	0.061	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N32/N5	V(0°) H1	Faja	0.489	-	0.000	3.250	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N32/N5	V(0°) H1	Faja	0.486	-	3.250	3.267	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N32/N5	V(0°) H1	Triangular Izq.	0.482	-	3.267	4.400	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N32/N5	V(0°) H1	Faja	0.335	-	0.000	3.250	Globales	1.000	0.000	-0.000
N32/N5	V(0°) H1	Triangular Izq.	0.335	-	3.250	4.400	Globales	1.000	0.000	-0.000
N32/N5	V(0°) H2	Faja	0.489	-	0.000	3.250	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N32/N5	V(0°) H2	Faja	0.486	-	3.250	3.267	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N32/N5	V(0°) H2	Triangular Izq.	0.482	-	3.267	4.400	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N32/N5	V(0°) H2	Faja	0.335	-	0.000	3.250	Globales	1.000	0.000	-0.000
N32/N5	V(0°) H2	Triangular Izq.	0.335	-	3.250	4.400	Globales	1.000	0.000	-0.000
N32/N5	V(90°) H1	Faja	0.456	-	0.000	3.250	Globales	1.000	0.000	0.000
N32/N5	V(90°) H1	Triangular Izq.	0.456	-	3.250	4.400	Globales	1.000	0.000	0.000
N32/N5	V(90°) H1	Faja	0.167	-	0.000	3.250	Globales	1.000	0.000	-0.000
N32/N5	V(90°) H1	Triangular Izq.	0.167	-	3.250	4.400	Globales	1.000	0.000	-0.000
N32/N5	V(180°) H1	Faja	0.489	-	0.000	3.250	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N32/N5	V(180°) H1	Faja	0.486	-	3.250	3.267	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N32/N5	V(180°) H1	Triangular Izq.	0.482	-	3.267	4.400	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N32/N5	V(180°) H1	Faja	0.335	-	0.000	3.250	Globales	1.000	0.000	-0.000
N32/N5	V(180°) H1	Triangular Izq.	0.335	-	3.250	4.400	Globales	1.000	0.000	-0.000
N32/N5	V(180°) H2	Faja	0.489	-	0.000	3.250	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N32/N5	V(180°) H2	Faja	0.486	-	3.250	3.267	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N32/N5	V(180°) H2	Triangular Izq.	0.482	-	3.267	4.400	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N32/N5	V(180°) H2	Faja	0.335	-	0.000	3.250	Globales	1.000	0.000	-0.000
N32/N5	V(180°) H2	Triangular Izq.	0.335	-	3.250	4.400	Globales	1.000	0.000	-0.000
N32/N5	V(270°) H1	Faja	0.238	-	0.000	3.250	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N32/N5	V(270°) H1	Triangular Izq.	0.238	-	3.250	4.400	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N32/N5	V(270°) H1	Faja	0.319	-	0.000	3.250	Globales	-1.000	-0.000	0.000
N32/N5	V(270°) H1	Triangular Izq.	0.319	-	3.250	4.400	Globales	-1.000	-0.000	0.000
N24/N25	Peso propio	Uniforme	0.061	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N24/N25	V(0°) H1	Uniforme	0.237	-	-	-	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N24/N25	V(0°) H1	Faja	0.157	-	0.000	6.500	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N24/N25	V(0°) H1	Trapecial	0.157	0.005	6.500	7.650	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N24/N25	V(0°) H1	Faja	0.335	-	0.000	6.500	Globales	1.000	0.000	-0.000
N24/N25	V(0°) H1	Trapecial	0.335	0.168	6.500	7.650	Globales	1.000	0.000	-0.000
N24/N25	V(0°) H2	Uniforme	0.237	-	-	-	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N24/N25	V(0°) H2	Faja	0.157	-	0.000	6.500	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N24/N25	V(0°) H2	Trapecial	0.157	0.005	6.500	7.650	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N24/N25	V(0°) H2	Faja	0.335	-	0.000	6.500	Globales	1.000	0.000	-0.000
N24/N25	V(0°) H2	Trapecial	0.335	0.168	6.500	7.650	Globales	1.000	0.000	-0.000
N24/N25	V(90°) H1	Faja	0.456	-	0.000	6.500	Globales	1.000	0.000	0.000
N24/N25	V(90°) H1	Trapecial	0.456	0.228	6.500	7.650	Globales	1.000	0.000	0.000
N24/N25	V(90°) H1	Faja	0.167	-	0.000	6.500	Globales	1.000	0.000	-0.000
N24/N25	V(90°) H1	Trapecial	0.167	0.083	6.500	7.650	Globales	1.000	0.000	-0.000
N24/N25	V(180°) H1	Faja	0.131	-	0.000	6.500	Globales	-1.000	-0.000	0.000



APÉNDICE Nº 3.1. DEPÓSITO DE SAL.
NOTA DE CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA METÁLICA.

Proyecto de depósito de sal cubierto en carretera N-240 P.K. 37+000.

Febrero 2022

Cargas en barras										
Barra	Hipótesis	Tipo	Valores		Posición		Dirección			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Ejes	X	Y	Z
N24/N25	V(180°) H1	Faja	0.106	-	6.500	6.691	Globales	-1.000	-0.000	0.000
N24/N25	V(180°) H1	Faja	0.053	-	6.691	6.939	Globales	-1.000	-0.000	0.000
N24/N25	V(180°) H1	Faja	0.008	-	6.939	7.187	Globales	-1.000	-0.000	0.000
N24/N25	V(180°) H1	Faja	0.402	-	0.000	6.500	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N24/N25	V(180°) H1	Faja	0.400	-	6.500	6.600	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N24/N25	V(180°) H1	Faja	0.393	-	6.600	6.844	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N24/N25	V(180°) H1	Faja	0.375	-	6.844	7.089	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N24/N25	V(180°) H1	Faja	0.353	-	7.089	7.187	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N24/N25	V(180°) H1	Trapezial	0.343	0.245	7.187	7.650	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N24/N25	V(180°) H1	Faja	0.335	-	0.000	6.500	Globales	1.000	0.000	-0.000
N24/N25	V(180°) H1	Trapezial	0.335	0.168	6.500	7.650	Globales	1.000	0.000	-0.000
N24/N25	V(180°) H2	Faja	0.131	-	0.000	6.500	Globales	-1.000	-0.000	0.000
N24/N25	V(180°) H2	Faja	0.106	-	6.500	6.691	Globales	-1.000	-0.000	0.000
N24/N25	V(180°) H2	Faja	0.053	-	6.691	6.939	Globales	-1.000	-0.000	0.000
N24/N25	V(180°) H2	Faja	0.008	-	6.939	7.187	Globales	-1.000	-0.000	0.000
N24/N25	V(180°) H2	Faja	0.402	-	0.000	6.500	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N24/N25	V(180°) H2	Faja	0.400	-	6.500	6.600	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N24/N25	V(180°) H2	Faja	0.393	-	6.600	6.844	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N24/N25	V(180°) H2	Faja	0.375	-	6.844	7.089	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N24/N25	V(180°) H2	Faja	0.353	-	7.089	7.187	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N24/N25	V(180°) H2	Trapezial	0.343	0.245	7.187	7.650	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N24/N25	V(180°) H2	Faja	0.335	-	0.000	6.500	Globales	1.000	0.000	-0.000
N24/N25	V(180°) H2	Trapezial	0.335	0.168	6.500	7.650	Globales	1.000	0.000	-0.000
N24/N25	V(270°) H1	Faja	0.238	-	0.000	6.500	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N24/N25	V(270°) H1	Trapezial	0.238	0.119	6.500	7.650	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N24/N25	V(270°) H1	Faja	0.319	-	0.000	6.500	Globales	-1.000	-0.000	0.000
N24/N25	V(270°) H1	Trapezial	0.319	0.159	6.500	7.650	Globales	-1.000	-0.000	0.000
N22/N28	Peso propio	Uniforme	0.010	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N28/N30	Peso propio	Uniforme	0.010	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N30/N26	Peso propio	Uniforme	0.010	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N5/N10	Peso propio	Uniforme	0.010	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N10/N15	Peso propio	Uniforme	0.010	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N15/N20	Peso propio	Uniforme	0.010	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N25/N29	Peso propio	Uniforme	0.010	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N29/N31	Peso propio	Uniforme	0.010	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N31/N27	Peso propio	Uniforme	0.010	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N33/N17	Peso propio	Uniforme	0.103	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N34/N19	Peso propio	Uniforme	0.103	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N35/N7	Peso propio	Uniforme	0.103	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N36/N2	Peso propio	Uniforme	0.061	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N37/N12	Peso propio	Uniforme	0.103	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N38/N14	Peso propio	Uniforme	0.103	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N39/N9	Peso propio	Uniforme	0.103	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N40/N4	Peso propio	Uniforme	0.061	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N7/N12	Peso propio	Uniforme	0.034	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N12/N17	Peso propio	Uniforme	0.034	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000



APÉNDICE Nº 3.1. DEPÓSITO DE SAL.
NOTA DE CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA METÁLICA.

Proyecto de depósito de sal cubierto en carretera N-240 P.K. 37+000.

Febrero 2022

Cargas en barras										
Barra	Hipótesis	Tipo	Valores		Posición		Dirección			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Ejes	X	Y	Z
N2/N7	Peso propio	Uniforme	0.034	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N4/N9	Peso propio	Uniforme	0.034	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N14/N19	Peso propio	Uniforme	0.034	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N9/N14	Peso propio	Uniforme	0.034	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000

4. COMBINACIONES DE ACCIONES.

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

- Con coeficientes de combinación

- Sin coeficientes de combinación

- Donde:

G_k Acción permanente

P_k Acción de pretensado

Q_k Acción variable

γ_G Coeficiente parcial de seguridad de las acciones permanentes

γ_P Coeficiente parcial de seguridad de la acción de pretensado

γ_{Q,1} Coeficiente parcial de seguridad de la acción variable principal

γ_{Q,i} Coeficiente parcial de seguridad de las acciones variables de acompañamiento

ψ_{p,1} Coeficiente de combinación de la acción variable principal

ψ_{a,i} Coeficiente de combinación de las acciones variables de acompañamiento

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

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

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ _p)	Acompañamiento (ψ _a)
Carga permanente (G)	0.800	1.350	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.500	0.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.500	1.000	0.600
Nieve (Q)	0.000	1.500	1.000	0.500



APÉNDICE Nº 3.1. DEPÓSITO DE SAL.
NOTA DE CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA METÁLICA.

Proyecto de depósito de sal cubierto en carretera N-240 P.K. 37+000.

Febrero 2022

Persistente o transitoria (G1)				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	0.800	1.350	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.500	1.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.500	0.000	0.000
Nieve (Q)	0.000	1.500	0.000	0.000

Desplazamientos

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	0.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Nieve (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Viento (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Nieve (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000

5. MATERIALES UTILIZADOS

Material	Elemento
S355	Perfiles metálicos
	Chapas y Rigidizadores
B 500 S (corrugado)	Pernos de anclaje

Características materiales							
Material		E	ν	G	f_y	α_t	γ
Tipo	Designación	(kp/cm ²)		(kp/cm ²)	(kp/cm ²)	(m/m°C)	(t/m ³)
Acero laminado	S355	2140672.8	0.300	825688.1	3618.8	0.000012	7.850
Notación: E: Módulo de elasticidad ν : Módulo de Poisson G: Módulo de cortadura f_y : Límite elástico α_t : Coeficiente de dilatación γ : Peso específico							



APÉNDICE Nº 3.1. DEPÓSITO DE SAL.
NOTA DE CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA METÁLICA.

Proyecto de depósito de sal cubierto en carretera N-240 P.K. 37+000.

Febrero 2022

6. RESULTADOS

Pórticos

Resistencia

Referencias:

N: Esfuerzo axil (t)
Vy: Esfuerzo cortante según el eje local Y de la barra. (t)
Vz: Esfuerzo cortante según el eje local Z de la barra. (t)
Mt: Momento torsor (t·m)
My: Momento flector en el plano 'XZ' (giro de la sección respecto al eje local 'Y' de la barra). (t·m)
Mz: Momento flector en el plano 'XY' (giro de la sección respecto al eje local 'Z' de la barra). (t·m)

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

Origen de los esfuerzos pésimos:

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

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

Comprobación de resistencia										
Barra	η (%)	Posición (m)	Esfuerzos pésimos						Origen	Estado
			N (t)	Vy (t)	Vz (t)	Mt (t·m)	My (t·m)	Mz (t·m)		
N1/N2	52.02	0.000	-2.222	-1.121	2.741	0.001	5.190	-1.585	GV	Cumple
N3/N4	52.13	0.000	-2.220	-1.122	-2.743	-0.001	-5.196	-1.592	GV	Cumple
N2/N22	17.01	0.103	-1.575	-0.032	-1.656	0.012	-2.690	0.001	GV	Cumple
N22/N5	13.68	0.000	-1.794	0.200	-1.888	-0.004	-1.967	0.156	GV	Cumple
N4/N25	16.98	0.103	-1.573	0.034	-1.654	-0.010	-2.685	-0.001	GV	Cumple
N25/N5	13.68	0.000	-1.794	-0.200	-1.888	0.003	-1.968	-0.154	GV	Cumple
N6/N7	63.55	6.112	-13.487	-0.023	-9.261	0.001	28.874	-0.002	GV	Cumple
N8/N9	67.86	6.112	-13.889	-0.029	9.546	-0.001	-30.881	-0.002	GV	Cumple
N7/N28	35.57	0.154	-12.303	0.002	-9.552	0.006	-29.502	-0.001	GV	Cumple
N28/N10	32.21	3.156	-9.829	0.138	-0.240	0.011	14.415	-0.464	GV	Cumple
N9/N29	38.22	2.155	-11.755	0.001	-7.887	-0.010	-14.843	-0.001	GV	Cumple
N29/N10	31.56	3.156	-9.875	-0.133	-0.406	-0.009	14.098	0.452	GV	Cumple
N11/N12	70.30	6.112	-13.870	-0.024	-9.984	0.001	32.059	0.003	GV	Cumple
N13/N14	68.57	6.112	-13.641	-0.028	9.620	-0.001	-31.265	-0.006	GV	Cumple
N12/N30	40.19	2.155	-12.666	0.024	-8.206	0.013	-15.503	-0.053	GV	Cumple
N30/N15	32.13	3.156	-11.134	0.048	-0.492	0.004	14.451	-0.247	GV	Cumple
N14/N31	38.54	2.155	-12.390	-0.010	-8.064	-0.005	-14.874	0.022	GV	Cumple
N31/N15	32.40	3.156	-10.991	-0.042	-0.460	-0.011	14.587	0.267	GV	Cumple
N16/N17	61.91	0.000	-7.343	-0.021	-4.293	0.000	-29.053	-0.137	GV	Cumple
N18/N19	47.42	6.112	-8.733	-0.030	4.751	-0.001	-21.891	0.002	GV	Cumple
N17/N26	33.96	5.155	-5.165	0.019	-1.324	0.000	16.509	-0.098	GV	Cumple
N26/N20	37.04	2.366	-4.915	0.146	0.358	-0.025	17.692	-0.360	GV	Cumple
N19/N27	26.05	0.154	-6.809	0.005	-6.700	-0.014	-21.921	0.002	GV	Cumple
N27/N20	29.63	3.156	-5.242	-0.149	-1.521	-0.010	13.497	0.522	GV	Cumple



APÉNDICE Nº 3.1. DEPÓSITO DE SAL.
NOTA DE CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA METÁLICA.

Proyecto de depósito de sal cubierto en carretera N-240 P.K. 37+000.

Febrero 2022

Comprobación de resistencia										
Barra	η (%)	Posición (m)	Esfuerzos pésimos						Origen	Estado
			N (t)	Vy (t)	Vz (t)	Mt (t·m)	My (t·m)	Mz (t·m)		
N21/N22	39.89	0.000	-0.785	0.001	-4.659	0.000	-8.655	0.005	GV	Cumple
N23/N32	49.89	0.000	-1.415	0.000	-5.319	0.000	-10.868	0.000	GV	Cumple
N32/N5	19.83	1.320	-0.941	0.000	0.021	0.000	4.286	0.000	GV	Cumple
N24/N25	39.90	0.000	-0.781	-0.001	-4.660	0.000	-8.657	-0.005	GV	Cumple
N6/N12	77.68	0.000	6.620	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	Cumple
N12/N28	53.54	0.215	4.563	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	Cumple
N28/N15	19.91	0.000	1.697	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	Cumple
N29/N15	19.57	0.000	1.668	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	Cumple
N14/N29	53.24	0.215	4.538	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	Cumple
N8/N14	77.81	0.000	6.632	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	Cumple
N13/N9	69.50	0.000	5.923	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	Cumple
N9/N31	59.83	0.215	5.100	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	Cumple
N31/N10	19.27	0.000	1.643	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	Cumple
N30/N10	20.17	0.000	1.719	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	Cumple
N7/N30	59.63	0.215	5.083	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	Cumple
N11/N7	69.68	0.000	5.939	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	Cumple
N33/N17	0.18	1.077	0.033	0.000	0.146	0.000	-0.079	0.000	G	Cumple
N34/N19	0.18	1.077	0.033	0.000	0.146	0.000	-0.079	0.000	G	Cumple
N35/N7	0.18	1.077	0.033	0.000	0.146	0.000	-0.079	0.000	G	Cumple
N36/N2	0.24	1.128	0.021	0.000	0.091	0.000	-0.051	0.000	G	Cumple
N37/N12	0.18	1.077	0.033	0.000	0.146	0.000	-0.079	0.000	G	Cumple
N38/N14	0.18	1.077	0.033	0.000	0.146	0.000	-0.079	0.000	G	Cumple
N39/N9	0.18	1.077	0.033	0.000	0.146	0.000	-0.079	0.000	G	Cumple
N40/N4	0.24	1.128	0.021	0.000	0.091	0.000	-0.051	0.000	G	Cumple
N7/N12	14.53	2.500	-4.536	0.000	0.000	0.000	0.142	0.000	GV	Cumple
N12/N17	2.01	2.500	-0.252	0.000	0.000	0.000	0.142	0.000	GV	Cumple
N2/N7	4.69	2.500	-1.235	0.000	0.000	0.000	0.142	0.000	GV	Cumple
N4/N9	4.69	2.500	-1.236	0.000	0.000	0.000	0.142	0.000	GV	Cumple
N14/N19	2.00	2.500	-0.246	0.000	0.000	0.000	0.142	0.000	GV	Cumple
N9/N14	14.50	2.500	-4.526	0.000	0.000	0.000	0.142	0.000	GV	Cumple

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)															Estado
	$\bar{\lambda}$	λ_{sw}	N_k	N_c	M_y	M_z	V_z	V_y	M_1V_z	M_2V_y	NM_1M_2	$NM_1M_2V_yV_z$	M_k	M_1V_z	M_2V_y	
N1/N2	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{sw} \leq \lambda_{sw,lim}$ Cumple	x: 6.373 m η = 0.5	x: 0 m η = 2.3	x: 0 m η = 35.3	x: 0 m η = 28.0	x: 0 m η = 5.6	x: 0 m η = 1.6	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 52.0	η < 0.1	η = 0.4	x: 0 m η = 5.6	x: 0 m η = 1.6	CUMPLE η = 52.0
N3/N4	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{sw} \leq \lambda_{sw,lim}$ Cumple	x: 6.373 m η = 0.5	x: 0 m η = 2.3	x: 0 m η = 35.4	x: 0 m η = 28.0	x: 0 m η = 5.6	x: 0 m η = 1.6	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 52.1	η < 0.1	η = 0.4	x: 0 m η = 5.6	x: 0 m η = 1.6	CUMPLE η = 52.1
N2/N22	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{sw} \leq \lambda_{sw,lim}$ Cumple	x: 5.155 m η = 0.9	x: 0.103 m η = 0.9	x: 0.103 m η = 16.0	x: 2.124 m η = 1.5	x: 5.155 m η = 4.2	x: 0.103 m η = 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.103 m η = 17.0	η < 0.1	η = 1.8	x: 5.155 m η = 4.3	x: 0.103 m η = 0.1	CUMPLE η = 17.0
N22/N5	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{sw} \leq \lambda_{sw,lim}$ Cumple	x: 5.051 m η = 1.1	x: 0 m η = 1.0	x: 0 m η = 11.8	x: 5.052 m η = 7.2	x: 0 m η = 4.0	x: 0 m η = 0.2	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 13.7	η < 0.1	η = 0.8	x: 4.0 m η = 4.0	x: 0 m η = 0.2	CUMPLE η = 13.7
N4/N25	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{sw} \leq \lambda_{sw,lim}$ Cumple	x: 5.155 m η = 0.9	x: 0.103 m η = 0.9	x: 0.103 m η = 16.0	x: 2.124 m η = 1.5	x: 5.155 m η = 4.2	x: 0.103 m η = 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.103 m η = 17.0	η < 0.1	η = 1.7	x: 5.155 m η = 4.3	x: 0.103 m η = 0.1	CUMPLE η = 17.0
N25/N5	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{sw} \leq \lambda_{sw,lim}$ Cumple	x: 5.051 m η = 1.1	x: 0 m η = 1.0	x: 0 m η = 11.8	x: 5.052 m η = 7.2	x: 0 m η = 4.0	x: 0 m η = 0.2	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 13.7	η < 0.1	η = 0.8	x: 4.0 m η = 4.0	x: 0 m η = 0.2	CUMPLE η = 13.7
N6/N7	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{sw} \leq \lambda_{sw,lim}$ Cumple	x: 6.111 m η = 0.5	x: 0 m η = 4.6	x: 6.112 m η = 58.5	x: 0 m η = 7.1	x: 6.112 m η = 10.1	η = 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 6.112 m η = 63.5	η < 0.1	η = 0.3	x: 6.112 m η = 10.1	η = 0.1	CUMPLE η = 63.5
N8/N9	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{sw} \leq \lambda_{sw,lim}$ Cumple	x: 6.111 m η = 0.5	x: 0 m η = 4.7	x: 6.112 m η = 62.6	x: 0 m η = 7.2	x: 6.112 m η = 10.4	η = 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 6.112 m η = 67.9	η < 0.1	η = 0.3	x: 6.112 m η = 10.4	η = 0.1	CUMPLE η = 67.9
N7/N28	x: 0.154 m $\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.154 m $\lambda_{sw} \leq \lambda_{sw,lim}$ Cumple	x: 2.153 m η = 1.8	x: 2.153 m η = 3.6	x: 0.154 m η = 33.7	x: 5.155 m η = 1.8	x: 1.904 m η = 11.6	x: 2.153 m η < 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.154 m η = 35.6	η < 0.1	x: 2.155 m η = 0.7	x: 1.904 m η = 11.6	x: 2.153 m η < 0.1	CUMPLE η = 35.6
N28/N10	x: 5.155 m $\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 5.155 m $\lambda_{sw} \leq \lambda_{sw,lim}$ Cumple	x: 3.156 m η = 2.6	x: 0 m η = 3.3	x: 3.156 m η = 28.6	x: 3.156 m η = 2.2	x: 0 m η = 5.4	x: 0 m η = 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 3.156 m η = 32.2	η < 0.1	x: 3.156 m η = 0.8	x: 0 m η = 5.4	x: 3.156 m η = 0.1	CUMPLE η = 32.2



APÉNDICE Nº 3.1. DEPÓSITO DE SAL.
NOTA DE CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA METÁLICA.

Proyecto de depósito de sal cubierto en carretera N-240 P.K. 37+000.

Febrero 2022

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)															Estado
	$\bar{\lambda}$	λ_{sw}	N _k	N _c	M _y	M _z	V _z	V _y	M ₁ V _z	M ₂ V _y	NM ₁ M ₂	NM ₁ M ₂ V _y V _z	M _k	M ₁ V _z	M ₂ V _y	
N9/N29	x: 0.154 m $\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.154 m $\lambda_{sw} \leq \lambda_{sw,lim}$ Cumple	x: 2.153 m $\eta = 1.8$	x: 2.153 m $\eta = 3.7$	x: 0.154 m $\eta = 36.1$	x: 5.155 m $\eta = 1.8$	x: 1.904 m $\eta = 11.9$	x: 2.153 m $\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 2.155 m $\eta = 38.2$	$\eta < 0.1$	x: 2.155 m $\eta = 0.9$	x: 1.904 m $\eta = 11.9$	x: 2.153 m $\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 38.2$
N29/N10	x: 5.155 m $\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 5.155 m $\lambda_{sw} \leq \lambda_{sw,lim}$ Cumple	x: 3.156 m $\eta = 2.6$	x: 0 m $\eta = 3.3$	x: 3.156 m $\eta = 28.0$	x: 3.156 m $\eta = 2.2$	x: 0 m $\eta = 5.6$	x: 0 m $\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 3.156 m $\eta = 31.6$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 0.7$	x: 0 m $\eta = 5.6$	x: 3.156 m $\eta = 0.1$	CUMPLE $\eta = 31.6$
N11/N12	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{sw} \leq \lambda_{sw,lim}$ Cumple	x: 6.111 m $\eta = 1.9$	x: 0 m $\eta = 4.5$	x: 6.112 m $\eta = 65.0$	x: 0 m $\eta = 7.1$	x: 6.112 m $\eta = 10.9$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 6.112 m $\eta = 70.3$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.3$	x: 6.112 m $\eta = 10.9$	$\eta = 0.1$	CUMPLE $\eta = 70.3$
N13/N14	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{sw} \leq \lambda_{sw,lim}$ Cumple	x: 6.111 m $\eta = 1.9$	x: 0 m $\eta = 4.5$	x: 6.112 m $\eta = 63.4$	x: 0 m $\eta = 7.1$	x: 6.112 m $\eta = 10.5$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 6.112 m $\eta = 68.6$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.3$	x: 6.112 m $\eta = 10.5$	$\eta = 0.1$	CUMPLE $\eta = 68.6$
N12/N30	x: 0.154 m $\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.154 m $\lambda_{sw} \leq \lambda_{sw,lim}$ Cumple	x: 2.153 m $\eta = 1.9$	x: 2.153 m $\eta = 3.9$	x: 0.154 m $\eta = 37.4$	x: 5.155 m $\eta = 1.7$	x: 1.904 m $\eta = 12.3$	x: 2.153 m $\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 2.155 m $\eta = 40.2$	$\eta < 0.1$	x: 2.155 m $\eta = 0.9$	x: 1.904 m $\eta = 12.3$	x: 2.153 m $\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 40.2$
N30/N15	x: 5.155 m $\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 5.155 m $\lambda_{sw} \leq \lambda_{sw,lim}$ Cumple	x: 3.154 m $\eta = 1.6$	x: 0 m $\eta = 3.6$	x: 3.156 m $\eta = 28.7$	x: 3.156 m $\eta = 2.0$	x: 0 m $\eta = 5.6$	x: 0 m $\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 3.156 m $\eta = 32.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 0.8$	x: 0 m $\eta = 5.6$	x: 0 m $\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 32.1$
N14/N31	x: 0.154 m $\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.154 m $\lambda_{sw} \leq \lambda_{sw,lim}$ Cumple	x: 2.153 m $\eta = 1.9$	x: 2.153 m $\eta = 3.9$	x: 0.154 m $\eta = 36.4$	x: 5.155 m $\eta = 1.7$	x: 1.904 m $\eta = 12.2$	x: 2.153 m $\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 2.155 m $\eta = 38.5$	$\eta < 0.1$	x: 2.155 m $\eta = 0.5$	x: 1.904 m $\eta = 12.2$	x: 2.153 m $\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 38.5$
N31/N15	x: 5.155 m $\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 5.155 m $\lambda_{sw} \leq \lambda_{sw,lim}$ Cumple	x: 3.154 m $\eta = 1.6$	x: 0 m $\eta = 3.6$	x: 3.156 m $\eta = 28.9$	x: 3.156 m $\eta = 2.0$	x: 0 m $\eta = 5.6$	x: 0 m $\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 3.156 m $\eta = 32.4$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 0.9$	x: 0 m $\eta = 5.6$	x: 0 m $\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 32.4$
N16/N17	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0 m $\lambda_{sw} \leq \lambda_{sw,lim}$ Cumple	x: 6.5 m $\eta = 0.9$	x: 0 m $\eta = 2.3$	x: 0 m $\eta = 58.9$	x: 0 m $\eta = 7.1$	x: 6.5 m $\eta = 5.1$	$\eta = 0.1$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 61.9$	x: 0 m $\eta < 0.1$	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 61.9$
N18/N19	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{sw} \leq \lambda_{sw,lim}$ Cumple	x: 6.111 m $\eta = 1.3$	x: 0 m $\eta = 3.0$	x: 6.112 m $\eta = 44.4$	x: 0 m $\eta = 7.1$	x: 6.111 m $\eta = 5.2$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 6.112 m $\eta = 47.4$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.3$	x: 6.111 m $\eta = 5.2$	$\eta = 0.1$	CUMPLE $\eta = 47.4$
N17/N26	x: 0.154 m $\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.154 m $\lambda_{sw} \leq \lambda_{sw,lim}$ Cumple	x: 2.153 m $\eta = 1.3$	x: 2.153 m $\eta = 1.7$	x: 5.155 m $\eta = 32.8$	x: 5.155 m $\eta = 1.5$	x: 1.904 m $\eta = 5.2$	x: 2.153 m $\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 5.155 m $\eta = 34.0$	$\eta < 0.1$	x: 2.153 m $\eta = 0.6$	x: 1.904 m $\eta = 5.2$	x: 2.153 m $\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 34.0$
N26/N20	x: 5.155 m $\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 5.155 m $\lambda_{sw} \leq \lambda_{sw,lim}$ Cumple	x: 3.156 m $\eta = 1.4$	x: 0 m $\eta = 1.6$	x: 1.84 m $\eta = 35.3$	x: 5.155 m $\eta = 2.7$	x: 5.155 m $\eta = 2.3$	x: 0 m $\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 2.366 m $\eta = 37.0$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 2.0$	x: 5.155 m $\eta = 2.3$	x: 0 m $\eta = 0.1$	CUMPLE $\eta = 37.0$
N19/N27	x: 0.154 m $\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.154 m $\lambda_{sw} \leq \lambda_{sw,lim}$ Cumple	x: 2.153 m $\eta = 1.4$	x: 2.153 m $\eta = 2.0$	x: 0.154 m $\eta = 25.1$	x: 5.155 m $\eta = 1.6$	x: 1.904 m $\eta = 8.5$	x: 2.153 m $\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.154 m $\eta = 26.0$	$\eta < 0.1$	x: 2.155 m $\eta = 1.0$	x: 1.904 m $\eta = 8.6$	x: 2.153 m $\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 26.0$
N27/N20	x: 5.155 m $\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 5.155 m $\lambda_{sw} \leq \lambda_{sw,lim}$ Cumple	x: 3.154 m $\eta = 1.4$	x: 0 m $\eta = 1.8$	x: 3.156 m $\eta = 26.8$	x: 3.156 m $\eta = 2.6$	x: 0 m $\eta = 4.6$	x: 0 m $\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 3.156 m $\eta = 29.6$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 1.2$	x: 0 m $\eta = 4.6$	x: 0 m $\eta = 0.1$	CUMPLE $\eta = 29.6$
N21/N22	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0 m $\lambda_{sw} \leq \lambda_{sw,lim}$ Cumple	x: 7.546 m $\eta = 0.7$	x: 0 m $\eta = 9.1$	x: 0 m $\eta = 39.2$	x: 0 m $\eta = 4.9$	x: 0 m $\eta = 9.4$	$\eta = 0.1$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 39.9$	x: 0 m $\eta < 0.1$	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 39.9$
N23/N32	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{sw} \leq \lambda_{sw,lim}$ Cumple	x: 4.4 m $\eta = 0.1$	x: 0 m $\eta = 2.8$	x: 0 m $\eta = 49.1$	x: 0 m $\eta = 3.6$	x: 0 m $\eta = 10.8$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 49.9$	$\eta < 0.1$	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 49.9$
N32/N5	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0 m $\lambda_{sw} \leq \lambda_{sw,lim}$ Cumple	x: 4.4 m $\eta = 0.2$	x: 0 m $\eta = 2.5$	x: 1.32 m $\eta = 19.4$	x: 0 m $\eta = 1.8$	x: 4.4 m $\eta = 4.8$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 1.32 m $\eta = 19.8$	x: 0 m $\eta < 0.1$	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 19.8$
N24/N25	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0 m $\lambda_{sw} \leq \lambda_{sw,lim}$ Cumple	x: 7.546 m $\eta = 0.7$	x: 0 m $\eta = 9.1$	x: 0 m $\eta = 39.2$	x: 0 m $\eta = 4.9$	x: 0 m $\eta = 9.4$	$\eta = 0.1$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 39.9$	x: 0 m $\eta < 0.1$	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 39.9$
N33/N17	x: 0.18 m $\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	x: 0.18 m $\lambda_{sw} \leq \lambda_{sw,lim}$ Cumple	x: 1.076 m $\eta < 0.1$	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁴⁾	x: 1.077 m $\eta = 0.2$	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁵⁾	x: 1.077 m $\eta = 0.2$	V _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁶⁾	x: 0.18 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁷⁾	x: 1.077 m $\eta = 0.2$	x: 0.18 m $\eta < 0.1$	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 0.2$
N34/N19	x: 0.18 m $\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	x: 0.18 m $\lambda_{sw} \leq \lambda_{sw,lim}$ Cumple	x: 1.076 m $\eta < 0.1$	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁴⁾	x: 1.077 m $\eta = 0.2$	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁵⁾	x: 1.077 m $\eta = 0.2$	V _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁶⁾	x: 0.18 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁷⁾	x: 1.077 m $\eta = 0.2$	x: 0.18 m $\eta < 0.1$	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 0.2$
N35/N7	x: 0.18 m $\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	x: 0.18 m $\lambda_{sw} \leq \lambda_{sw,lim}$ Cumple	x: 1.076 m $\eta < 0.1$	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁴⁾	x: 1.077 m $\eta = 0.2$	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁵⁾	x: 1.077 m $\eta = 0.2$	V _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁶⁾	x: 0.18 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁷⁾	x: 1.077 m $\eta = 0.2$	x: 0.18 m $\eta < 0.1$	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 0.2$
N36/N2	x: 0.188 m $\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	x: 0.188 m $\lambda_{sw} \leq \lambda_{sw,lim}$ Cumple	x: 1.127 m $\eta < 0.1$	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁴⁾	x: 1.128 m $\eta = 0.2$	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁵⁾	x: 1.128 m $\eta = 0.2$	V _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁶⁾	x: 0.188 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁷⁾	x: 1.128 m $\eta = 0.2$	x: 0.188 m $\eta < 0.1$	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 0.2$
N37/N12	x: 0.18 m $\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	x: 0.18 m $\lambda_{sw} \leq \lambda_{sw,lim}$ Cumple	x: 1.076 m $\eta < 0.1$	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁴⁾	x: 1.077 m $\eta = 0.2$	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁵⁾	x: 1.077 m $\eta = 0.2$	V _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁶⁾	x: 0.18 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁷⁾	x: 1.077 m $\eta = 0.2$	x: 0.18 m $\eta < 0.1$	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 0.2$
N38/N14	x: 0.18 m $\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	x: 0.18 m $\lambda_{sw} \leq \lambda_{sw,lim}$ Cumple	x: 1.076 m $\eta < 0.1$	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁴⁾	x: 1.077 m $\eta = 0.2$	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁵⁾	x: 1.077 m $\eta = 0.2$	V _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁶⁾	x: 0.18 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁷⁾	x: 1.077 m $\eta = 0.2$	x: 0.18 m $\eta < 0.1$	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 0.2$
N39/N9	x: 0.18 m $\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	x: 0.18 m $\lambda_{sw} \leq \lambda_{sw,lim}$ Cumple	x: 1.076 m $\eta < 0.1$	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁴⁾	x: 1.077 m $\eta = 0.2$	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁵⁾	x: 1.077 m $\eta = 0.2$	V _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁶⁾	x: 0.18 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁷⁾	x: 1.077 m $\eta = 0.2$	x: 0.18 m $\eta < 0.1$	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 0.2$
N40/N4	x: 0.188 m $\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	x: 0.188 m $\lambda_{sw} \leq \lambda_{sw,lim}$ Cumple	x: 1.127 m $\eta < 0.1$	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁴⁾	x: 1.128 m $\eta = 0.2$	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁵⁾	x: 1.128 m $\eta = 0.2$	V _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁶⁾	x: 0.188 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁷⁾	x: 1.128 m $\eta = 0.2$	x: 0.188 m $\eta < 0.1$	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 0.2$
N7/N12	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.313 m $\lambda_{sw} \leq \lambda_{sw,lim}$ Cumple	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽³⁾	$\eta = 13.5$	x: 2.5 m $\eta = 1.7$	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁵⁾	x: 0 m $\eta = 0.4$	V _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁶⁾	x: 0.313 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁷⁾	x: 2.5 m $\eta = 14.5$	x: 0.313 m $\eta < 0.1$	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 14.5$
N12/N17	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.313 m $\lambda_{sw} \leq \lambda_{sw,lim}$ Cumple	$\eta = 0.1$	$\eta = 0.8$	x: 2.5 m $\eta = 1.7$	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁵⁾	x: 0 m $\eta = 0.4$	V _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁶⁾	x: 0.313 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁷⁾	x: 2.5 m $\eta = 2.0$	x: 0.313 m $\eta < 0.1$	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 2.0$
N2/N7	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.313 m $\lambda_{sw} \leq \lambda_{sw,lim}$ Cumple	$\eta = 0.7$	$\eta = 3.7$	x: 2.5 m $\eta = 1.7$	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁵⁾	x: 0 m $\eta = 0.4$	V _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁶⁾	x: 0.313 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁷⁾	x: 2.5 m $\eta = 4.7$	x: 0.313 m $\eta < 0.1$	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 4.7$
N4/N9	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.313 m $\lambda_{sw} \leq \lambda_{sw,lim}$ Cumple	$\eta = 0.7$	$\eta = 3.7$	x: 2.5 m $\eta = 1.7$	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁵⁾	x: 0 m $\eta = 0.4$	V _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁶⁾	x: 0.313 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁷⁾	x: 2.5 m $\eta = 4.7$	x: 0.313 m $\eta < 0.1$	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 4.7$
N14/N19	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.313 m $\lambda_{sw} \leq \lambda_{sw,lim}$ Cumple	$\eta = 0.1$	$\eta = 0.7$	x: 2.5 m $\eta = 1.7$	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁵⁾	x: 0 m $\eta = 0.4$	V _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁶⁾	x: 0.313 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁷⁾	x: 2.5 m $\eta = 2.0$	x: 0.313 m $\eta < 0.1$	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 2.0$
N9/N14	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.313 m $\lambda_{sw} \leq \lambda_{sw,lim}$ Cumple	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽³⁾	$\eta = 13.5$	x: 2.5 m $\eta = 1.7$	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁵⁾	x: 0 m 									

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)														Estado
	$\bar{\lambda}$	N _t	N _c	M _Y	M _Z	V _Z	V _Y	M _Y V _Z	M _Z V _Y	NM _Y M _Z	NM _Y M _Z V _Y V _Z	M _t	M _t V _Z	M _t V _Y	
N6/N12	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 77.7$	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁴⁾	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁵⁾	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁵⁾	V _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁶⁾	V _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE η = 77.7
N12/N28	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 53.5$	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁴⁾	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁵⁾	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁵⁾	V _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁶⁾	V _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE η = 53.5
N28/N15	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 19.9$	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁴⁾	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁵⁾	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁵⁾	V _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁶⁾	V _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE η = 19.9
N29/N15	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 19.6$	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁴⁾	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁵⁾	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁵⁾	V _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁶⁾	V _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE η = 19.6
N14/N29	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 53.2$	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁴⁾	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁵⁾	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁵⁾	V _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁶⁾	V _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE η = 53.2
N8/N14	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 77.8$	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁴⁾	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁵⁾	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁵⁾	V _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁶⁾	V _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE η = 77.8
N13/N9	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 69.5$	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁴⁾	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁵⁾	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁵⁾	V _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁶⁾	V _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE η = 69.5
N9/N31	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 59.8$	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁴⁾	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁵⁾	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁵⁾	V _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁶⁾	V _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE η = 59.8
N31/N10	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 19.3$	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁴⁾	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁵⁾	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁵⁾	V _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁶⁾	V _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE η = 19.3
N30/N10	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 20.2$	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁴⁾	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁵⁾	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁵⁾	V _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁶⁾	V _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE η = 20.2
N7/N30	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 59.6$	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁴⁾	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁵⁾	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁵⁾	V _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁶⁾	V _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE η = 59.6
N11/N7	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 69.7$	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁴⁾	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁵⁾	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁵⁾	V _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁶⁾	V _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE η = 69.7
Notación: <i>λ̄</i> : Limitación de esbeltez <i>λ_w</i> : Abolladura del alma inducida por el ala comprimida <i>N_t</i> : Resistencia a tracción <i>N_c</i> : Resistencia a compresión <i>M_Y</i> : Resistencia a flexión eje Y <i>M_Z</i> : Resistencia a flexión eje Z <i>V_Z</i> : Resistencia a corte Z <i>V_Y</i> : Resistencia a corte Y <i>M_YV_Z</i> : Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados <i>M_ZV_Y</i> : Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados <i>NM_YM_Z</i> : Resistencia a flexión y axil combinados <i>NM_YM_ZV_YV_Z</i> : Resistencia a flexión, axil y cortante combinados <i>M_t</i> : Resistencia a torsión <i>M_tV_Z</i> : Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados <i>M_tV_Y</i> : Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados <i>x</i> : Distancia al origen de la barra <i>η</i> : Coeficiente de aprovechamiento (%) <i>N.P.</i> : No procede															
Comprobaciones que no proceden (N.P.): ⁽¹⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor. ⁽²⁾ No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede. ⁽³⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción. ⁽⁴⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión. ⁽⁵⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento flector. ⁽⁶⁾ La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante. ⁽⁷⁾ No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede. ⁽⁸⁾ No hay interacción entre axil y momento flector ni entre momentos flectores en ambas direcciones para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede. ⁽⁹⁾ No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.															

Deformaciones

Flecha relativa en el punto pésimo de la cubierta para la combinación de acciones casi permanente:

$F_{\max} = 29.491 \text{ mm} < L/300 \rightarrow$ Cumple.

Desplome relativo en el punto pésimo del pórtico 1 (fachada sin cerramiento) para la combinación de acciones casi permanente:

$F_{\max} = 17.445 \text{ mm} < H/250 \rightarrow$ Cumple.

Desplome local en el punto pésimo de los pórticos 2, 3 y 4 para la combinación de acciones característica:

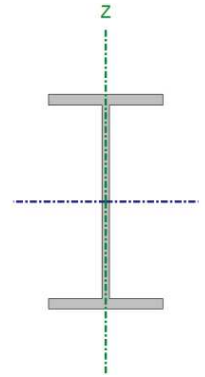
$F_{\max} = 25.919 \text{ mm} < H/250 \rightarrow$ Cumple.

Correas									
Datos de correas de cubierta									
Descripción de correas				Parámetros de cálculo					
Tipo de perfil: IPE120				Límite flecha: L / 250					
Separación: 1.70 m				Número de vanos: Dos vanos					
Tipo de Acero: S275				Tipo de fijación: Fijación rígida					

Resistencia

Comprobación de resistencia	
El perfil seleccionado cumple todas las comprobaciones.	
Aprovechamiento: 77.29 %	

Barra pésima en cubierta

Perfil: IPE120 Material: S275									
	Nudos			Longitud (m)	Características mecánicas				
	Inicial	Final	Área (cm²)		I _y ⁽¹⁾ (cm4)	I _z ⁽¹⁾ (cm4)	I _t ⁽²⁾ (cm4)		
	0.829, 10.000, 6.690			0.829, 5.000, 6.690	5.000	13.21	318.75	27.38	1.74
	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									

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)														Estado	
	λ̄	λ _w	N _t	N _c	M _Y	M _Z	V _Z	V _Y	M _t V _Z	M ₂ V _Y	NM _Y M _Z	NM _Y M _Z V _Y V _Z	M _t	M _t V _Z		M _t V _Y
pésima en cubierta	N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m λ _w ≤ λ _{w,máx} Cumple	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽³⁾	x: 0 m η = 77.3	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁴⁾	x: 0 m η = 12.9	V _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁵⁾	x: 0 m η < 0.1	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁸⁾	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁹⁾	N.P. ⁽¹⁰⁾	N.P. ⁽¹⁰⁾	CUMPLE η = 77.3
Notación: λ̄: Limitación de esbeltez λ _w : Abolladura del alma inducida por el ala comprimida N: 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 _t V _Z : Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados M ₂ 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 (%) 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 esfuerzo cortante. ⁽⁶⁾ No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede. ⁽⁷⁾ 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. ⁽⁸⁾ No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede. ⁽⁹⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor. ⁽¹⁰⁾ No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.																



APÉNDICE Nº 3.1. DEPÓSITO DE SAL.
NOTA DE CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA METÁLICA.

Proyecto de depósito de sal cubierto en carretera N-240 P.K. 37+000.

Febrero 2022

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

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

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

Se debe satisfacer:

24.41 ≤ 248.01 ✓

Donde:

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 : 107.40 mm

t_w : 4.40 mm

A_w : 4.73 cm²

A_{fc,ef} : 4.03 cm²

k : 0.30

E : 2140673 kp/cm²

f_{yf} : 2803.26 kp/cm²

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

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

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

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

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

Se debe satisfacer:

η : 0.773 ✓

Para flexión positiva:

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

M_{Ed}⁺ : 0.000 t·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo 0.829, 10.000, 6.690, para la combinación de acciones 1.35*G1 + 1.35*G2 + 1.50*N(EI) + 0.90*V(0°) H2.

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

M_{Ed}⁻ : 1.253 t·m



APÉNDICE Nº 3.1. DEPÓSITO DE SAL.
NOTA DE CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA METÁLICA.

Proyecto de depósito de sal cubierto en carretera N-240 P.K. 37+000.

Febrero 2022

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

M_{c,Rd} : 1.621 t·m

Donde:

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

Clase : 1

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

W_{pl,y} : 60.73 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

Siendo:

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

f_y : 2803.26 kp/cm²

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

γ_{Mo} : 1.05

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

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

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

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

Se debe satisfacer:

η : 0.129 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo 0.829, 10.000, 6.690, para la combinación de acciones 1.35*G1 + 1.35*G2 + 1.50*N(EI) + 0.90*V(0°) H2.

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

V_{Ed} : 1.253 t

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

V_{c,Rd} : 9.719 t

Donde:

A_v: Área transversal a cortante.

A_v : 6.31 cm²



APÉNDICE Nº 3.1. DEPÓSITO DE SAL.
NOTA DE CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA METÁLICA.

Proyecto de depósito de sal cubierto en carretera N-240 P.K. 37+000.

Febrero 2022

Siendo:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra.
b: Ancho de la sección.
t_f: Espesor del ala.
t_w: Espesor del alma.
r: Radio de acuerdo entre ala y alma.

A : 13.21 cm²
b : 64.00 mm
t_f : 6.30 mm
t_w : 4.40 mm
r : 7.00 mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)
γ_{Mo}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

f_y : 2803.26 kp/cm²
γ_{Mo} : 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:

$21.23 < 64.71$ ✓

Donde:

λ_w: Esbeltez del alma.

λ_w : 21.23

λ_{máx}: Esbeltez máxima.

λ_{máx} : 64.71

ε: Factor de reducción.

ε : 0.92

Siendo:

f_{ref}: Límite elástico de referencia.
f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_{ref} : 2395.51 kp/cm²
f_y : 2803.26 kp/cm²

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

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

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

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

$1.253 \text{ t} \leq 4.859 \text{ t}$ ✓



APÉNDICE Nº 3.1. DEPÓSITO DE SAL.
NOTA DE CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA METÁLICA.

Proyecto de depósito de sal cubierto en carretera N-240 P.K. 37+000.

Febrero 2022

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo 0.829, 10.000, 6.690, para la combinación de acciones 1.35*G1 + 1.35*G2 + 1.50*N(EI) + 0.90*V(0°) H2.

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

V_{Ed} : 1.253 t

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

V_{c,Rd} : 9.719 t

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Deformaciones

Comprobación de flecha

Comprobación de flecha
El perfil seleccionado cumple todas las comprobaciones. Porcentajes de aprovechamiento: - Flecha: 94.35 %

El aprovechamiento pésimo se produce para la combinación de hipótesis 1.00*G1 + 1.00*G2 + 1.00*Q + 1.00*N(EI) + 1.00*V(0°) H2 a una distancia 2.500 m del origen en el segundo vano de la correa.
(I_y = 319 cm⁴) (I_z = 27 cm⁴)



APÉNDICE N° 3.1. DEPÓSITO DE SAL.
NOTA DE CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA METÁLICA.

Proyecto de depósito de sal cubierto en carretera N-240 P.K. 37+000.

Febrero 2022

7. REACCIONES

Referencias:

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

Reacciones en los nudos, por hipótesis							
Referencia	Descripción	Reacciones en ejes globales					
		Rx (t)	Ry (t)	Rz (t)	Mx (t·m)	My (t·m)	Mz (t·m)
N1	Peso propio	0.001	0.023	0.827	-0.049	0.001	0.000
	Q	0.000	0.025	0.232	-0.053	0.000	0.000
	V(0°) H1	0.746	-1.828	-0.100	3.285	1.056	-0.001
	V(0°) H2	0.746	-1.868	0.485	3.537	1.056	-0.001
	V(90°) H1	-1.315	0.922	-0.878	-1.045	-1.968	0.002
	V(180°) H1	-0.053	0.212	0.530	-1.361	-0.036	0.000
	V(180°) H2	-0.053	0.334	0.843	-1.787	-0.036	0.000
	V(270°) H1	1.176	1.375	-1.214	-1.567	1.762	-0.002
	N(EI)	0.001	0.055	0.519	-0.118	0.000	0.000
	N(R) 1	0.000	0.041	0.275	-0.111	0.000	0.000
	N(R) 2	0.001	0.041	0.503	-0.066	0.000	0.000
N3	Peso propio	0.001	-0.022	0.827	0.048	0.002	0.000
	Q	0.001	-0.024	0.232	0.051	0.002	0.000
	V(0°) H1	-0.053	-0.212	0.530	1.361	-0.036	0.000
	V(0°) H2	-0.053	-0.334	0.843	1.785	-0.034	0.000
	V(90°) H1	-1.315	-0.923	-0.877	1.047	-1.971	-0.002
	V(180°) H1	0.746	1.828	-0.100	-3.286	1.056	0.001
	V(180°) H2	0.747	1.869	0.484	-3.539	1.058	0.001
	V(270°) H1	1.176	-1.376	-1.214	1.570	1.759	0.002
	N(EI)	0.001	-0.054	0.518	0.115	0.003	0.000
	N(R) 1	0.001	-0.040	0.503	0.064	0.003	0.000
	N(R) 2	0.001	-0.041	0.275	0.108	0.002	0.000
N6	Peso propio	-0.004	1.483	3.366	-4.001	-0.003	0.000
	Q	-0.004	1.284	1.971	-3.450	-0.003	0.000
	V(0°) H1	0.071	-3.661	1.517	7.234	0.461	-0.001
	V(0°) H2	0.071	-2.132	4.891	3.805	0.457	-0.001
	V(90°) H1	-2.890	-0.344	-6.430	3.044	-1.380	0.004
	V(180°) H1	0.027	0.673	1.360	-4.030	0.178	-0.001
	V(180°) H2	0.027	2.544	3.664	-9.705	0.173	-0.001
	V(270°) H1	0.192	0.265	-2.588	3.465	1.245	-0.004
	N(EI)	-0.009	2.870	4.406	-7.712	-0.007	0.000
	N(R) 1	-0.006	2.158	2.678	-6.401	-0.005	0.000
	N(R) 2	-0.007	2.148	3.932	-5.168	-0.006	0.000
N8	Peso propio	0.003	-1.532	3.436	3.944	0.003	0.000
	Q	0.003	-1.326	2.032	3.406	0.003	0.000
	V(0°) H1	0.028	-0.703	1.394	4.040	0.180	0.001
	V(0°) H2	0.028	-2.631	3.779	9.656	0.184	0.001
	V(90°) H1	-2.913	0.409	-6.522	-2.989	-1.391	-0.004
	V(180°) H1	0.072	3.669	1.514	-7.264	0.463	0.001



APÉNDICE N° 3.1. DEPÓSITO DE SAL.
NOTA DE CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA METÁLICA.

Proyecto de depósito de sal cubierto en carretera N-240 P.K. 37+000.

Febrero 2022

Reacciones en los nudos, por hipótesis							
Referencia	Descripción	Reacciones en ejes globales					
		Rx (t)	Ry (t)	Rz (t)	Mx (t·m)	My (t·m)	Mz (t·m)
	V(180°) H2	0.073	2.085	4.969	-3.891	0.467	0.000
	V(270°) H1	0.190	-0.171	-2.723	-3.344	1.234	0.004
	N(EI)	0.007	-2.965	4.544	7.615	0.007	0.000
	N(R) 1	0.005	-2.226	4.042	5.103	0.005	0.000
	N(R) 2	0.006	-2.222	2.774	6.319	0.006	0.000
N11	Peso propio	-0.003	1.712	3.615	-4.509	-0.002	0.000
	Q	-0.004	1.431	2.134	-3.754	-0.003	0.000
	V(0°) H1	0.965	-3.906	-1.087	7.810	0.459	-0.001
	V(0°) H2	0.955	-2.182	2.505	3.976	0.454	-0.001
	V(90°) H1	-0.213	0.907	2.324	-0.802	-1.378	0.004
	V(180°) H1	0.374	0.388	0.199	-3.102	0.179	-0.001
	V(180°) H2	0.364	2.454	2.719	-9.177	0.175	-0.001
	V(270°) H1	2.608	-1.491	-11.167	8.311	1.241	-0.004
	N(EI)	-0.009	3.200	4.772	-8.393	-0.008	0.000
	N(R) 1	-0.006	2.390	2.930	-6.881	-0.005	0.000
	N(R) 2	-0.008	2.411	4.227	-5.708	-0.007	0.000
N13	Peso propio	0.003	-1.647	3.560	4.246	0.003	0.000
	Q	0.003	-1.379	2.088	3.543	0.002	0.000
	V(0°) H1	0.378	-0.346	0.156	2.972	0.181	0.001
	V(0°) H2	0.385	-2.343	2.614	8.769	0.184	0.001
	V(90°) H1	-0.214	-0.976	2.386	1.089	-1.389	-0.004
	V(180°) H1	0.968	3.889	-1.065	-7.782	0.461	0.001
	V(180°) H2	0.975	2.234	2.465	-4.225	0.464	0.000
	V(270°) H1	2.588	1.354	-11.053	-7.770	1.233	0.004
	N(EI)	0.006	-3.084	4.668	7.922	0.006	0.000
	N(R) 1	0.004	-2.312	4.137	5.324	0.003	0.000
	N(R) 2	0.006	-2.314	2.865	6.558	0.005	0.000
N16	Peso propio	-0.001	1.013	2.486	-6.586	-0.004	0.000
	Q	-0.001	0.587	0.851	-3.814	-0.004	0.000
	V(0°) H1	0.070	-1.891	0.066	4.107	0.458	0.000
	V(0°) H2	0.070	-1.206	1.627	-0.345	0.453	0.000
	V(90°) H1	-0.211	0.361	-0.596	1.046	-1.373	0.000
	V(180°) H1	0.027	0.193	0.284	-2.527	0.178	0.000
	V(180°) H2	0.027	1.064	1.259	-8.189	0.173	0.000
	V(270°) H1	0.191	-0.322	-4.027	12.934	1.241	0.000
	N(EI)	-0.001	1.312	1.903	-8.527	-0.009	0.000
	N(R) 1	-0.001	0.997	1.131	-6.482	-0.006	0.000
	N(R) 2	-0.001	0.971	1.724	-6.309	-0.008	0.000
N18	Peso propio	0.001	-1.031	3.062	0.995	0.004	0.000
	Q	0.001	-0.597	1.186	0.566	0.003	0.000
	V(0°) H1	0.028	-0.254	0.344	1.871	0.181	0.001
	V(0°) H2	0.029	-1.139	1.764	3.215	0.185	0.001
	V(90°) H1	-0.216	-0.355	-0.769	0.647	-1.390	-0.004
	V(180°) H1	0.072	1.949	0.094	-4.312	0.461	0.000
	V(180°) H2	0.072	1.251	2.100	-4.178	0.465	0.000
	V(270°) H1	0.189	0.366	-5.426	0.638	1.230	0.004



APÉNDICE Nº 3.1. DEPÓSITO DE SAL.
NOTA DE CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA METÁLICA.

Proyecto de depósito de sal cubierto en carretera N-240 P.K. 37+000.

Febrero 2022

Reacciones en los nudos, por hipótesis							
Referencia	Descripción	Reacciones en ejes globales					
		Rx (t)	Ry (t)	Rz (t)	Mx (t·m)	My (t·m)	Mz (t·m)
	N(EI)	0.002	-1.335	2.651	1.266	0.007	0.000
	N(R) 1	0.001	-1.011	2.291	0.775	0.004	0.000
	N(R) 2	0.002	-0.991	1.686	1.125	0.007	0.000
N21	Peso propio	0.001	0.000	1.152	0.000	0.008	0.000
	Q	0.001	0.000	0.585	0.000	0.010	0.000
	V(0°) H1	0.974	-0.036	0.383	0.274	1.748	0.000
	V(0°) H2	0.976	-0.045	1.466	0.339	1.765	0.000
	V(90°) H1	-3.109	0.000	-1.182	-0.001	-5.788	0.000
	V(180°) H1	0.314	0.036	-0.214	-0.274	0.674	0.000
	V(180°) H2	0.316	0.045	0.305	-0.338	0.685	0.000
	V(270°) H1	2.781	0.000	-1.672	-0.001	5.165	0.000
	N(EI)	0.003	0.000	1.309	0.000	0.023	0.000
	N(R) 1	0.002	0.001	0.626	-0.009	0.013	0.000
	N(R) 2	0.003	-0.001	1.337	0.008	0.021	0.000
N23	Peso propio	-0.004	0.000	1.109	0.000	-0.035	0.000
	Q	-0.002	0.000	0.476	0.000	-0.015	0.000
	V(0°) H1	0.872	-0.023	-0.162	0.201	1.747	0.000
	V(0°) H2	0.870	-0.028	0.418	0.248	1.727	0.000
	V(90°) H1	-3.541	0.000	-0.587	0.000	-7.197	0.000
	V(180°) H1	0.872	0.023	-0.162	-0.201	1.743	0.000
	V(180°) H2	0.869	0.028	0.418	-0.248	1.723	0.000
	V(270°) H1	3.179	0.000	-0.694	0.000	6.529	0.000
	N(EI)	-0.004	0.000	1.065	0.000	-0.034	0.000
	N(R) 1	-0.003	0.001	0.799	-0.006	-0.024	0.000
	N(R) 2	-0.003	-0.001	0.799	0.006	-0.027	0.000
N24	Peso propio	0.001	0.000	1.149	0.000	0.007	0.000
	Q	0.001	0.000	0.584	0.000	0.010	0.000
	V(0°) H1	0.314	-0.036	-0.216	0.274	0.674	0.000
	V(0°) H2	0.315	-0.045	0.301	0.338	0.683	0.000
	V(90°) H1	-3.109	0.000	-1.180	0.001	-5.788	0.000
	V(180°) H1	0.974	0.036	0.384	-0.274	1.749	0.000
	V(180°) H2	0.976	0.045	1.464	-0.339	1.765	0.000
	V(270°) H1	2.781	0.000	-1.667	0.001	5.168	0.000
	N(EI)	0.003	0.000	1.305	0.000	0.022	0.000
	N(R) 1	0.003	0.001	1.334	-0.009	0.021	0.000
	N(R) 2	0.002	-0.001	0.624	0.008	0.012	0.000

Envolventes de las reacciones en nudos								
Referencia	Combinación		Reacciones en ejes globales					
	Tipo	Descripción	Rx (t)	Ry (t)	Rz (t)	Mx (t·m)	My (t·m)	Mz (t·m)
N1	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	-2.103	-2.967	-1.115	-3.033	-3.149	-0.003
		Valor máximo de la envolvente	1.883	2.281	3.088	5.611	2.820	0.004
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envolvente	-1.314	-1.846	-0.387	-2.007	-1.968	-0.002
		Valor máximo de la envolvente	1.178	1.477	2.422	3.488	1.763	0.002



APÉNDICE Nº 3.1. DEPÓSITO DE SAL.
NOTA DE CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA METÁLICA.

Proyecto de depósito de sal cubierto en carretera N-240 P.K. 37+000.

Febrero 2022

Envolventes de las reacciones en nudos								
Referencia	Combinación		Reacciones en ejes globales					
	Tipo	Descripción	Rx (t)	Ry (t)	Rz (t)	Mx (t·m)	My (t·m)	Mz (t·m)
N3	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	-2.104	-2.281	-1.115	-5.615	-3.152	-0.004
		Valor máximo de la envolvente	1.883	2.968	3.087	3.025	2.821	0.003
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envolvente	-1.315	-1.477	-0.387	-3.492	-1.969	-0.002
		Valor máximo de la envolvente	1.178	1.846	2.420	1.999	1.766	0.002
N6	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	-4.648	-4.374	-6.921	-28.099	-2.219	-0.006
		Valor máximo de la envolvente	0.306	9.409	17.132	7.574	1.989	0.007
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envolvente	-2.921	-2.177	-3.063	-24.868	-1.394	-0.004
		Valor máximo de la envolvente	0.191	8.182	14.634	3.233	1.242	0.004
N8	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	-4.655	-9.720	-7.000	-7.679	-2.223	-0.007
		Valor máximo de la envolvente	0.306	4.339	17.537	27.851	1.986	0.006
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envolvente	-2.907	-8.453	-3.087	-3.320	-1.388	-0.004
		Valor máximo de la envolvente	0.193	2.137	14.980	24.621	1.248	0.004
N11	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	-0.341	-4.537	-14.252	-29.453	-2.213	-0.006
		Valor máximo de la envolvente	4.166	10.216	16.029	8.789	1.983	0.007
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envolvente	-0.214	-2.193	-7.552	-25.833	-1.390	-0.004
		Valor máximo de la envolvente	2.602	8.798	13.240	3.802	1.239	0.004
N13	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	-0.342	-9.817	-14.124	-8.205	-2.218	-0.007
		Valor máximo de la envolvente	4.159	4.575	15.674	27.886	1.982	0.006
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envolvente	-0.214	-8.452	-7.493	-3.536	-1.385	-0.004
		Valor máximo de la envolvente	2.610	2.242	12.930	24.479	1.244	0.004
N16	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	-0.340	-2.012	-3.957	-32.044	-2.210	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.305	4.742	8.584	14.108	1.982	0.000
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envolvente	-0.214	-0.878	-1.541	-27.117	-1.390	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.190	3.976	6.867	6.348	1.237	0.000
N18	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	-0.344	-4.879	-5.620	-5.905	-2.220	-0.007
		Valor máximo de la envolvente	0.306	2.088	11.158	7.749	1.981	0.006
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envolvente	-0.214	-4.102	-2.364	-3.317	-1.386	-0.004
		Valor máximo de la envolvente	0.192	0.918	9.000	6.042	1.244	0.004
N21	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	-4.973	-0.073	-1.524	-0.548	-9.253	0.000
		Valor máximo de la envolvente	4.453	0.073	5.389	0.548	8.296	0.000
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envolvente	-3.108	-0.046	-0.520	-0.347	-5.780	0.000
		Valor máximo de la envolvente	2.786	0.046	4.540	0.347	5.206	0.000
N23	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	-5.675	-0.046	-0.001	-0.403	-11.598	0.000
		Valor máximo de la envolvente	5.083	0.046	3.879	0.402	10.411	0.000
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envolvente	-3.550	-0.029	0.415	-0.255	-7.281	0.000
		Valor máximo de la envolvente	3.176	0.029	3.068	0.254	6.494	0.000
N24	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	-4.973	-0.072	-1.518	-0.550	-9.254	0.000
		Valor máximo de la envolvente	4.454	0.073	5.379	0.547	8.297	0.000
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envolvente	-3.108	-0.046	-0.517	-0.348	-5.781	0.000
		Valor máximo de la envolvente	2.786	0.046	4.531	0.346	5.207	0.000

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



APÉNDICE Nº 3.1. DEPÓSITO DE SAL.
NOTA DE CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA METÁLICA.

Proyecto de depósito de sal cubierto en carretera N-240 P.K. 37+000.

Febrero 2022

8. PLACAS DE ANCLAJE

En cada placa de anclaje se realizan las siguientes comprobaciones (asumiendo la hipótesis de placa rígida):

1. Hormigón sobre el que apoya la placa
 - Se comprueba que la tensión de compresión en la interfaz placa de anclaje-hormigón es menor a la tensión admisible del hormigón según la naturaleza de cada combinación.
2. Pernos de anclaje
 - Resistencia del material de los pernos: Se descomponen los esfuerzos actuantes sobre la placa en axiles y cortantes en los pernos y se comprueba que ambos esfuerzos, por separado y con interacción entre ellos (tensión de Von Mises), producen tensiones menores a la tensión límite del material de los pernos.
 - Anclaje de los pernos: Se comprueba el anclaje de los pernos en el hormigón de tal manera que no se produzca el fallo de deslizamiento por adherencia, arrancamiento del cono de rotura o fractura por esfuerzo cortante (aplastamiento).
 - Aplastamiento: Se comprueba que en cada perno no se supera el cortante que produciría el aplastamiento de la placa contra el perno.
3. Placa de anclaje
 - Tensiones globales: En placas con vuelo, se analizan cuatro secciones en el perímetro del perfil, y se comprueba en todas ellas que las tensiones de Von Mises sean menores que la tensión límite según la norma.
 - Flechas globales relativas: Se comprueba que en los vuelos de las placas no aparezcan flechas mayores que 1/250 del vuelo.
 - Tensiones locales: Se comprueban las tensiones de Von Mises en todas las placas locales en las que tanto el perfil como los rigidizadores dividen a la placa de anclaje propiamente dicha. Los esfuerzos en cada una de las subplacas se obtienen a partir de las tensiones de contacto con el hormigón y los axiles de los pernos. El modelo generado se resuelve por diferencias finitas.

Pilares P5, P6 y P7 (HEB-200)

Comprobaciones geométricas soldadura pilar									
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)				
Soldadura perimetral a la placa	En ángulo	6	978	9.0	90.00				
a: Espesor garganta l: Longitud efectiva t: Espesor de piezas									
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises				Tensión normal		f _u (N/mm²)	β _w	
	σ _⊥ (N/mm²)	τ _⊥ (N/mm²)	τ (N/mm²)	Valor (N/mm²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm²)			Aprov. (%)
Soldadura perimetral a la placa	La comprobación no procede.							470.0	0.90



APÉNDICE Nº 3.1. DEPÓSITO DE SAL.
NOTA DE CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA METÁLICA.

Proyecto de depósito de sal cubierto en carretera N-240 P.K. 37+000.

Febrero 2022

Comprobación placa	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: 3 diámetros	Mínimo: 60 mm Calculado: 124 mm	Cumple
Separación mínima pernos-perfil: 1.5 diámetros	Mínimo: 30 mm Calculado: 39 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: 1.5 diámetros	Mínimo: 30 mm Calculado: 40 mm	Cumple
Esbeltez de rigidizadores: - Paralelos a Y:	Máximo: 50 Calculado: 23.3	Cumple
Longitud mínima del perno: Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.	Mínimo: 22 cm Calculado: 50 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón: - Tracción:	Máximo: 11.327 t Calculado: 9.28 t	Cumple
- Cortante:	Máximo: 7.929 t Calculado: 0.567 t	Cumple
- Tracción + Cortante:	Máximo: 11.327 t Calculado: 10.091 t	Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 10.179 t Calculado: 8.693 t	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 4854.13 kp/cm² Calculado: 2787.44 kp/cm²	Cumple
Aplastamiento perno en placa: Límite del cortante en un perno actuando contra la placa	Máximo: 22.057 t Calculado: 0.532 t	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales: - Derecha:	Máximo: 3446.43 kp/cm² Calculado: 1936.11 kp/cm²	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 1936.11 kp/cm²	Cumple
- Arriba:	Calculado: 2417.63 kp/cm²	Cumple
- Abajo:	Calculado: 2458.3 kp/cm²	Cumple
Flecha global equivalente: Limitación de la deformabilidad de los vuelos - Derecha:	Mínimo: 250 Calculado: 1812.62	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 1808.76	Cumple
- Arriba:	Calculado: 3919.59	Cumple
- Abajo:	Calculado: 4168.57	Cumple
Tensión de Von Mises local: Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo	Máximo: 3446.43 kp/cm² Calculado: 3082.18 kp/cm²	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional: - Relación rotura pésima sección de hormigón: 0.276 - Punto de tensión local máxima: (0.1, -0.01)		



APÉNDICE Nº 3.1. DEPÓSITO DE SAL.
NOTA DE CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA METÁLICA.

Proyecto de depósito de sal cubierto en carretera N-240 P.K. 37+000.

Febrero 2022

Comprobaciones geométricas soldadura rigidizadores								
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)			
Rigidizador y-y (x = -105): Soldadura a la placa base	En ángulo	7	380	10.0	90.00			
Rigidizador y-y (x = 105): Soldadura a la placa base	En ángulo	7	380	10.0	90.00			
a: Espesor garganta l: Longitud efectiva t: Espesor de piezas								
Comprobación de resistencia								
Ref.	Tensión de Von Mises				Tensión normal		f _u (N/mm ²)	β _w
	σ _⊥ (N/mm ²)	τ _⊥ (N/mm ²)	τ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm ²)		
Rigidizador y-y (x = -105): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.						470.0	0.90
Rigidizador y-y (x = 105): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.						470.0	0.90

Pilares P1, P2, P3, P9, P10 y P11 (HEB-300)

Comprobaciones geométricas soldadura pilar									
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)				
Soldadura perimetral a la placa	En ángulo	8	1486	11.0	90.00				
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>									
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm²)	β _w
	σ _⊥ (N/mm²)	τ _⊥ (N/mm²)	τ (N/mm²)	Valor (N/mm²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm²)	Aprov. (%)		
Soldadura perimetral a la placa	La comprobación no procede.							470.0	0.90

Comprobación placa	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: <i>3 diámetros</i>	Mínimo: 75 mm Calculado: 151 mm	Cumple
Separación mínima pernos-perfil: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 37 mm Calculado: 66 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 37 mm Calculado: 50 mm	Cumple
Esbeltez de rigidizadores: -Paralelos a Y:	Máximo: 50 Calculado: 40.9	Cumple
Longitud mínima del perno: <i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>	Mínimo: 28 cm Calculado: 65 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón: -Tracción:	Máximo: 18.407 t Calculado: 15.418 t	Cumple
-Cortante:	Máximo: 12.885 t Calculado: 0.852 t	Cumple



APÉNDICE Nº 3.1. DEPÓSITO DE SAL.
NOTA DE CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA METÁLICA.

Proyecto de depósito de sal cubierto en carretera N-240 P.K. 37+000.

Febrero 2022

Comprobación placa	Valores	Estado
-Tracción + Cortante:	Máximo: 18.407 t Calculado: 16.636 t	Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 15.917 t Calculado: 13.938 t	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 4854.13 kp/cm ² Calculado: 2842.13 kp/cm ²	Cumple
Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 37.911 t Calculado: 0.777 t	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales: -Derecha: -Izquierda: -Arriba: -Abajo:	Máximo: 3446.43 kp/cm ² Calculado: 1730.34 kp/cm ² Calculado: 1358.64 kp/cm ² Calculado: 1705.1 kp/cm ² Calculado: 1640.94 kp/cm ²	Cumple Cumple Cumple Cumple
Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i> -Derecha: -Izquierda: -Arriba: -Abajo:	Mínimo: 250 Calculado: 715.43 Calculado: 874.767 Calculado: 8355.91 Calculado: 8570.71	Cumple Cumple Cumple Cumple
Tensión de Von Mises local: <i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>	Máximo: 3446.43 kp/cm ² Calculado: 3282.6 kp/cm ²	Cumple

Se cumplen todas las comprobaciones
Información adicional: - Relación rotura pésima sección de hormigón: 0.304 - Punto de tensión local máxima: (0.15, -0.025)

Comprobaciones geométricas soldadura rigidizadores									
Ref.				Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Rigidizador y-y (x = -155): Soldadura a la placa base				En ángulo	7	550	10.0	90.00	
Rigidizador y-y (x = 155): Soldadura a la placa base				En ángulo	7	550	10.0	90.00	
a: Espesor garganta l: Longitud efectiva t: Espesor de piezas									
Comprobación de resistencia									
Ref.		Tensión de Von Mises				Tensión normal		f _u (N/mm ²)	β _w
		σ _⊥ (N/mm ²)	τ _⊥ (N/mm ²)	τ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm ²)		
Rigidizador y-y (x = -155): Soldadura a la placa base		La comprobación no procede.						470.0	0.90
Rigidizador y-y (x = 155): Soldadura a la placa base		La comprobación no procede.						470.0	0.90



APÉNDICE Nº 3.1. DEPÓSITO DE SAL.
NOTA DE CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA METÁLICA.

Proyecto de depósito de sal cubierto en carretera N-240 P.K. 37+000.

Febrero 2022

Pilares P4 y P8 (HEB-200)

Comprobaciones geométricas soldadura pilar									
Ref.		Tipo		a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)		
Soldadura perimetral a la placa		En ángulo		6	978	9.0	90.00		
a: Espesor garganta l: Longitud efectiva t: Espesor de piezas									
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm²)	β _w
	σ _⊥ (N/mm²)	τ _⊥ (N/mm²)	τ (N/mm²)	Valor (N/mm²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm²)	Aprov. (%)		
Soldadura perimetral a la placa		La comprobación no procede.						470.0	0.90

Placa	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: <i>3 diámetros</i>	Mínimo: 60 mm Calculado: 150 mm	Cumple
Separación mínima pernos-perfil: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 30 mm Calculado: 40 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 30 mm Calculado: 40 mm	Cumple
Esbeltez de rigidizadores: - Paralelos a Y:	Máximo: 50 Calculado: 23.3	Cumple
Longitud mínima del perno: <i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>	Mínimo: 22 cm Calculado: 50 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón: - Tracción:	Máximo: 11.327 t Calculado: 6.81 t	Cumple
- Cortante:	Máximo: 7.929 t Calculado: 0.401 t	Cumple
- Tracción + Cortante:	Máximo: 11.327 t Calculado: 7.383 t	Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 10.179 t Calculado: 6.395 t	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 4854.13 kp/cm² Calculado: 2049.47 kp/cm²	Cumple
Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 22.057 t Calculado: 0.376 t	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales: - Derecha:	Máximo: 3446.43 kp/cm² Calculado: 2873.31 kp/cm²	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 3017.2 kp/cm²	Cumple
- Arriba:	Calculado: 1300.72 kp/cm²	Cumple
- Abajo:	Calculado: 1299.64 kp/cm²	Cumple



APÉNDICE Nº 3.1. DEPÓSITO DE SAL.
NOTA DE CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA METÁLICA.

Proyecto de depósito de sal cubierto en carretera N-240 P.K. 37+000.

Febrero 2022

Placa	Valores	Estado
Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i>	Mínimo: 250	
- Derecha:	Calculado: 433.481	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 364.385	Cumple
- Arriba:	Calculado: 7373.09	Cumple
- Abajo:	Calculado: 7377.62	Cumple
Tensión de Von Mises local: <i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>	Máximo: 3446.43 kp/cm² Calculado: 2038.28 kp/cm²	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional: - Relación rotura pésima sección de hormigón: 0.217 - Punto de tensión local máxima: (1.38778e-017, -0.1)		

Comprobaciones geométricas soldadura rigidizadores									
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)				
Rigidizador y-y (x = -105): Soldadura a la placa base	En ángulo	7	380	10.0	90.00				
Rigidizador y-y (x = 105): Soldadura a la placa base	En ángulo	7	380	10.0	90.00				
a: Espesor garganta l: Longitud efectiva t: Espesor de piezas									
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm ²)	β _w
	σ _⊥ (N/mm ²)	τ _⊥ (N/mm ²)	τ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Rigidizador y-y (x = -105): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							470.0	0.90
Rigidizador y-y (x = 105): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							470.0	0.90

9. UNIONES

Unión 1

1) Pilar HEB300

– Panel

Esbeltez del alma del pilar (CTE DB SE-A, 6.3.3.4.)

La esbeltez del alma del pilar debe satisfacer la condición:

$$23.82 \leq 56.95 \quad \checkmark$$

Donde:

d_{wc} : Canto del alma

$$d_{wc} : \frac{262}{mm}$$

t_{wc} : Espesor del alma.

$$t_{wc} : \frac{11.0}{mm}$$

$$\varepsilon : \frac{0.81}{mm}$$

f_y : Tensión de límite elástico.

$$f_y : \frac{355.00}{N/mm^2}$$

Resistencia a cortante del alma del pilar (CTE DB SE-A 8.8.6)

Debe cumplirse:

$$52.08 \text{ kN} \leq 620.52 \text{ kN} \quad \checkmark$$

$V_{wp,Ed}$: Esfuerzo cortante de cálculo.

$$V_{wp,Ed} : \frac{52.08}{kN}$$

$V_{wp,Rd}$: Resistencia plástica de cálculo a cortante del alma

$$V_{wp,Rd} : \frac{620.52}{kN}$$

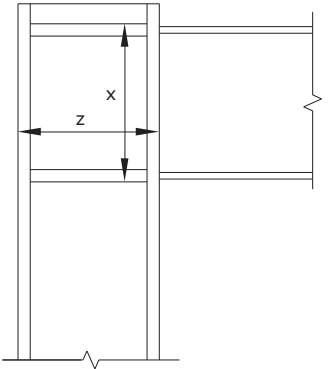
Donde:

A_{vc} : Área sometida a cortante

f_{yd} : Resistencia de cálculo.

$$f_{yd} : \frac{338.10}{N/mm^2}$$

Dirección	A_{vc} (mm ²)	$V_{wp,Ed}$ (kN)	$V_{wp,Rd}$ (kN)	Aprov. (%)
z	3300	48.28	579.74	8.33
x	3532	52.08	620.52	8.39



– Rigidizador superior

Tensión de Von Mises en rigidizador (CTE DB SE-A, 6.1)

Debe cumplirse:

$$9.25 \text{ N/mm}^2 \leq 338.10 \text{ N/mm}^2 \quad \checkmark$$

Donde:

σ : Tensión normal

$$\sigma : \frac{9.25}{N/mm^2}$$

F_L : Esfuerzo de cálculo normal de la sección

$$F_L : \frac{18.82}{kN}$$

L_L : Anchura efectiva para esfuerzos normales

$$L_L : \frac{113}{mm}$$

τ : Tensión tangencial

$$\tau : \frac{0.04}{N/mm^2}$$

F_{II} : Esfuerzo de cálculo tangencial de la sección

$$F_{II} : \frac{0.08}{kN}$$

L_{II} : Anchura efectiva para esfuerzos tangenciales

$$L_{II} : \frac{113}{mm}$$

t : Espesor

$$t : \frac{18.0}{mm}$$

f_y : Tensión de límite elástico.

$$f_y : \frac{355.00}{N/mm^2}$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad relativo a la plastificación del material.

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

– Rigidizador intermedio

Tensión de Von Mises en rigidizador (CTE DB SE-A, 6.1)

Debe cumplirse:

$$0.58 \text{ N/mm}^2 \leq 338.10 \text{ N/mm}^2 \quad \checkmark$$

Donde:

σ : Tensión normal

$$\sigma : \frac{-0.58}{N/mm^2}$$

F_L : Esfuerzo de cálculo normal de la sección

$$F_L : \frac{-1.18}{kN}$$

L_L : Anchura efectiva para esfuerzos normales

$$L_L : \frac{113}{mm}$$

τ : Tensión tangencial

$$\tau : \frac{0.00}{N/mm^2}$$



APÉNDICE Nº 3.1. DEPÓSITO DE SAL.
NOTA DE CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA METÁLICA.

Proyecto de depósito de sal cubierto en carretera N-240 P.K. 37+000.

Febrero 2022

F_{II} : Esfuerzo de cálculo tangencial de la sección
 L_{II} : Anchura efectiva para esfuerzos tangenciales
 t : Espesor
 f_y : Tensión de límite elástico.
 γ_{MO} : Coeficiente parcial de seguridad relativo a la plastificación del material.

F_{II} : 0.00 kN
 L_{II} : 113 mm
 t : 18.0 mm
 f_y : 355.00 N/mm²
 γ_{MO} : 1.05

– Rigidizador inferior

Tensión de Von Mises en rigidizador (CTE DB SE-A, 6.1)

Debe cumplirse:

$0.69 \text{ N/mm}^2 \leq 338.10 \text{ N/mm}^2$ ✓

Donde:

σ : Tensión normal σ : 0.69 N/mm²

F_L : Esfuerzo de cálculo normal de la sección
 L_L : Anchura efectiva para esfuerzos normales
 τ : Tensión tangencial

F_L : 1.40 kN
 L_L : 113 mm
 τ : 0.01 N/mm²

F_{II} : Esfuerzo de cálculo tangencial de la sección
 L_{II} : Anchura efectiva para esfuerzos tangenciales
 t : Espesor
 f_y : Tensión de límite elástico.
 γ_{MO} : Coeficiente parcial de seguridad relativo a la plastificación del material.

F_{II} : 0.02 kN
 L_{II} : 113 mm
 t : 18.0 mm
 f_y : 355.00 N/mm²
 γ_{MO} : 1.05

– Rigidizador superior

Tensión de Von Mises en rigidizador (CTE DB SE-A, 6.1)

Debe cumplirse:

$9.37 \text{ N/mm}^2 \leq 338.10 \text{ N/mm}^2$ ✓

Donde:

σ : Tensión normal σ : -9.36 N/mm²

F_L : Esfuerzo de cálculo normal de la sección
 L_L : Anchura efectiva para esfuerzos normales
 τ : Tensión tangencial

F_L : -19.04 kN
 L_L : 113 mm
 τ : 0.13 N/mm²



APÉNDICE Nº 3.1. DEPÓSITO DE SAL.
NOTA DE CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA METÁLICA.

Proyecto de depósito de sal cubierto en carretera N-240 P.K. 37+000.

Febrero 2022

F_{II} : Esfuerzo de cálculo tangencial de la sección
 L_{II} : Anchura efectiva para esfuerzos tangenciales
 t : Espesor
 f_y : Tensión de límite elástico.
 γ_{MO} : Coeficiente parcial de seguridad relativo a la plastificación del material.

F_{II} : 0.26 kN
 L_{II} : 113 mm
 t : 18.0 mm
 f_y : 355.00 N/mm²
 γ_{MO} : 1.05

– Rigidizador intermedio

Tensión de Von Mises en rigidizador (CTE DB SE-A, 6.1)

Debe cumplirse:

$0.58 \text{ N/mm}^2 \leq 338.10 \text{ N/mm}^2$ ✓

Donde:

σ : Tensión normal σ : -0.58 N/mm²

F_L : Esfuerzo de cálculo normal de la sección
 L_L : Anchura efectiva para esfuerzos normales
 τ : Tensión tangencial

F_L : -1.18 kN
 L_L : 113 mm
 τ : 0.00 N/mm²

F_{II} : Esfuerzo de cálculo tangencial de la sección
 L_{II} : Anchura efectiva para esfuerzos tangenciales
 t : Espesor
 f_y : Tensión de límite elástico.
 γ_{MO} : Coeficiente parcial de seguridad relativo a la plastificación del material.

F_{II} : 0.00 kN
 L_{II} : 113 mm
 t : 18.0 mm
 f_y : 355.00 N/mm²
 γ_{MO} : 1.05

– Rigidizador inferior

Tensión de Von Mises en rigidizador (CTE DB SE-A, 6.1)

Debe cumplirse:

$0.61 \text{ N/mm}^2 \leq 338.10 \text{ N/mm}^2$ ✓

Donde:

σ : Tensión normal σ : 0.61 N/mm²

F_L : Esfuerzo de cálculo normal de la sección
 L_L : Anchura efectiva para esfuerzos normales
 τ : Tensión tangencial

F_L : 1.24 kN
 L_L : 113 mm
 τ : 0.01 N/mm²



APÉNDICE Nº 3.1. DEPÓSITO DE SAL.
NOTA DE CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA METÁLICA.

Proyecto de depósito de sal cubierto en carretera N-240 P.K. 37+000.

Febrero 2022

F_{II}: Esfuerzo de cálculo tangencial de la sección
L_{II}: Anchura efectiva para esfuerzos tangenciales
t: Espesor
f_y: Tensión de límite elástico.
γ_{Mo}: Coeficiente parcial de seguridad relativo a la plastificación del material.

F_{II} : 0.02 kN
L_{II} : 113 mm
t : 18.0 mm
f_y : 355.00 N/mm²
γ_{Mo} : 1.05

– Comprobaciones por unión con elemento "

– Ala

Cortante en el ala por los rigidizadores (CTE DB SE-A, 6.1)

Debe cumplirse:

4.38 N/mm² ≤ 338.10 N/mm² ✓

Donde:

σ: Tensión normal
τ: Tensión tangencial
f_y: Tensión de límite elástico.
γ_{Mo}: Coeficiente parcial de seguridad relativo a la plastificación del material.

σ : 4.37 N/mm²
τ : 0.06 N/mm²
f_y : 355.00 N/mm²
γ_{Mo} : 1.05

– Comprobaciones por unión con elemento 'Viga (c) HEB140'

– Alma

Punzonamiento (Criterio de CYPE, basado en Tabla 7.13 EN 1993-1-8: 2005)

Debe cumplirse:

2.48 kN ≤ 332.53 kN ✓

Donde:

N_{Ed}: Esfuerzo de cálculo
N_{Rd}: Resistencia de cálculo a punzonamiento. Resistencia plástica a cortante en el perímetro de la chapa lateral, V_{pl,Rd}

N_{Ed} : 2.48 kN
N_{Rd} : 332.53 kN

Esfuerzo cortante

Donde:

A_v: Área sometida a cortante

A_v : 1474 mm²

t: Espesor del elemento en la superficie de unión

t : 11.0 mm

t_p: Espesor del elemento de unión

t_p : 7.0 mm

h_p: Altura del elemento de unión

h_p : 60 mm



APÉNDICE Nº 3.1. DEPÓSITO DE SAL.
NOTA DE CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA METÁLICA.

Proyecto de depósito de sal cubierto en carretera N-240 P.K. 37+000.

Febrero 2022

f_u: resistencia última a tracción de la pieza más débil de la unión.

f_u : 470.00 N/mm²

γ_{M2}: Coeficiente parcial de seguridad relativo a la resistencia última del material o sección, y a la resistencia de los medios de unión.

γ_{M2} : 1.25

Resistencia a flexión del alma (Criterio de CYPE, basado en Tabla 7.13 EN 1993-1-8: 2005)

Debe cumplirse:

2.48 kN ≤ 111.66 kN ✓

N_{Ed}: Esfuerzo de cálculo

N_{Ed} : 2.48 kN

N_{Rd}: Resistencia de cálculo del alma a flexión

N_{Rd} : 111.66 kN

Donde:

t_w: Espesor del alma.

t_w : 11.0 mm

k_m: Coeficiente de interacción

k_m : 1.00

μ : 0.27

h_p: Altura del elemento de unión

h_p : 60 mm

h_{iw}: Canto del alma entre radios de acuerdo

h_{iw} : 219 mm

β : 0.03

t_p: Espesor del elemento de unión

t_p : 7.0 mm

W_{pl}: Modulo plástico resistente

W_{pl} : 908 mm³

l_{ch}: Longitud de la línea de charnela

l_{ch} : 30 mm

f_y: Tensión de límite elástico.

f_y : 355.00 N/mm²

γ_{M5}: Coeficiente parcial de seguridad para la resistencia en las uniones entre piezas de sección tubular.

γ_{M5} : 1.00

Cordones de soldadura

Disposiciones constructivas y clasificación (CTE DB SE-A 8.6.1).

Las prescripciones que siguen serán aplicables cuando los elementos a unir tienen al menos 4 mm de espesor y son de aceros estructurales soldables.

Soldadura en ángulo. Se utiliza para unir elementos cuyas caras de fusión forman un ángulo (a) comprendido entre 60° y 120°. Pueden ser uniones en T o de solape (figura 8.6).

En el caso de uniones en T

- si a > 120° ⇒ No se considerará que se pueden transmitir esfuerzos.

- si a < 60° ⇒ Se considerará como soldadura a tope con penetración parcial.



APÉNDICE Nº 3.1. DEPÓSITO DE SAL.
NOTA DE CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA METÁLICA.

Proyecto de depósito de sal cubierto en carretera N-240 P.K. 37+000.

Febrero 2022

La longitud efectiva de un cordón de soldadura en ángulo será la total del cordón siempre que se mantenga el espesor de garganta nominal (véase figura 8.9), pero no se considerarán cordones cuya longitud sea inferior a 40 mm o a seis veces el ancho de garganta.

Resistencia de cálculo de las soldaduras en ángulo (CTE DB SE-A 8.6.2).
Espesor de garganta del cordón en ángulo. Se observarán las siguientes limitaciones:

- el espesor de garganta de un cordón de soldadura en ángulo no será menor de 3 mm.
- en el caso de soldadura con penetración profunda se podrá tomar el espesor de garganta dado en la figura 8.9.c) siempre que se demuestre por ensayos que se puede conseguir de forma estable la penetración requerida.

La soldadura de ángulo será suficiente si, con las tensiones de cálculo, se cumple:

siendo

- β_w : coeficiente de correlación dado en la tabla 8.1.
 f_u : resistencia última a tracción de la pieza más débil de la unión.
 $\sigma_{\perp}$: tensión normal perpendicular al plano de la garganta.
 $\sigma_{||}$: tensión normal paralela al eje del cordón. No actúa en el plano de comprobación ni se tiene en cuenta en las comprobaciones a realizar.
 $\tau_{\perp}$: tensión tangencial (en el plano de la garganta) perpendicular al eje del cordón.
 $\tau_{||}$: tensión tangencial (en el plano de la garganta) paralelo al eje del cordón.

Comprobaciones geométricas									
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)				
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	11	113	18.0	75.32				
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	5	217	11.0	90.00				
Soldadura del rigidizador intermedio a las alas	En ángulo	11	113	18.0	90.00				
Soldadura del rigidizador intermedio al alma	En ángulo	5	208	11.0	90.00				
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	11	113	18.0	90.00				
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	5	208	11.0	90.00				
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	11	113	18.0	75.32				
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	5	217	11.0	90.00				
Soldadura del rigidizador intermedio a las alas	En ángulo	11	113	18.0	90.00				
Soldadura del rigidizador intermedio al alma	En ángulo	5	208	11.0	90.00				
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	11	113	18.0	90.00				
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	5	208	11.0	90.00				
a: Espesor garganta l: Longitud efectiva t: Espesor de piezas									
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm ²)	β _w
	σ _⊥ (N/mm ²)	τ _⊥ (N/mm ²)	τ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del rigidizador superior a las alas	4.6	6.0	0.0	11.4	2.72	4.6	1.23	470.0	0.90



APÉNDICE Nº 3.1. DEPÓSITO DE SAL.
NOTA DE CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA METÁLICA.

Proyecto de depósito de sal cubierto en carretera N-240 P.K. 37+000.

Febrero 2022

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	$\sigma_{\perp}$ (N/mm ²)	$\tau_{\perp}$ (N/mm ²)	$\tau_{ }$ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	$\sigma_{\perp}$ (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	9.5	16.5	3.95	0.0	0.00	470.0	0.90
Soldadura del rigidizador intermedio a las alas	0.3	0.3	0.0	0.7	0.16	0.3	0.09	470.0	0.90
Soldadura del rigidizador intermedio al alma	0.0	0.0	0.6	1.0	0.24	0.0	0.00	470.0	0.90
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	0.4	0.4	0.0	0.8	0.19	0.4	0.11	470.0	0.90
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	0.7	1.2	0.28	0.0	0.00	470.0	0.90
Soldadura del rigidizador superior a las alas	4.7	6.1	0.1	11.5	2.75	4.7	1.24	470.0	0.90
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	9.5	16.4	3.94	0.0	0.00	470.0	0.90
Soldadura del rigidizador intermedio a las alas	0.3	0.3	0.0	0.7	0.16	0.3	0.09	470.0	0.90
Soldadura del rigidizador intermedio al alma	0.0	0.0	0.6	1.0	0.24	0.0	0.00	470.0	0.90
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	0.4	0.4	0.0	0.7	0.17	0.4	0.10	470.0	0.90
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	0.6	1.1	0.25	0.0	0.00	470.0	0.90

2) Viga (b) HEB280

– Alma

Cargas Concentradas (CTE DB SE A, 6.3.3.5)

No es necesario rigidizar el alma de una pieza sometida a cargas concentradas actuando sobre las alas si se cumple que:

$0.05 \leq 1$ ✓

Donde:

F_{Ed} : Valor de cálculo de la carga concentrada, $F_{Ed} : \underline{42.43} \text{ kN}$
 $F_{b,Rd}$: Resistencia de cálculo del alma frente a cargas concentradas. $F_{b,Rd} : \underline{825.03} \text{ kN}$

La resistencia de cálculo del alma frente a cargas concentradas viene dada por:

Donde:

$L_{ef} : \underline{232.00} \text{ mm}$

$\chi_F : \underline{1.00}$



APÉNDICE Nº 3.1. DEPÓSITO DE SAL.
NOTA DE CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA METÁLICA.

Proyecto de depósito de sal cubierto en carretera N-240 P.K. 37+000.

Febrero 2022

$\bar{\lambda}_F$: 0.42

F_{cr} : 5386.78 kN

Los valores de I_y y de k_F dependen del caso considerado, de entre los representados en la figura 6.6:
- Caso a): carga (o reacción) aplicada a un ala y equilibrada por cortantes en el alma.

k_F : 6.01

I_y : 232

viniendo cada coeficiente dado por las expresiones:

m_1 : 26.67

(cabe aproximar $\bar{\lambda}_F$ con la obtenida usando $m_2=0$ para aproximar I_y)

m_2 : 0.00

Donde:

- s_s : Longitud de la entrega rígida de la carga.
- t_w : Espesor del alma.
- t_f : Espesor del ala.
- f_{yw} : Tensión de límite elástico del alma.
- f_{yb} : Tensión de límite elástico del ala.
- E : Módulo de elasticidad.
- d : distancia entre alas

s_s : 11 mm
 t_w : 11 mm
 t_f : 18 mm
 f_{yw} : 355.00 N/mm²
 f_{yb} : 355.00 N/mm²
 E : 210000.0 N/mm²
 d : 244 mm

Cordones de soldadura

Disposiciones constructivas y clasificación (CTE DB SE-A 8.6.1).

Las prescripciones que siguen serán aplicables cuando los elementos a unir tienen al menos 4 mm de espesor y son de aceros estructurales soldables.

Soldadura en ángulo. Se utiliza para unir elementos cuyas caras de fusión forman un ángulo (a) comprendido entre 60° y 120°. Pueden ser uniones en T o de solape (figura 8.6). En el caso de uniones en T

- si $a > 120^\circ \Rightarrow$ No se considerará que se pueden transmitir esfuerzos.
- si $a < 60^\circ \Rightarrow$ Se considerará como soldadura a tope con penetración parcial.

La longitud efectiva de un cordón de soldadura en ángulo será la total del cordón siempre que se mantenga el espesor de garganta nominal (véase figura 8.9), pero no se considerarán cordones cuya longitud sea inferior a 40 mm o a seis veces el ancho de garganta.

Resistencia de cálculo de las soldaduras en ángulo (CTE DB SE-A 8.6.2).



APÉNDICE Nº 3.1. DEPÓSITO DE SAL.
NOTA DE CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA METÁLICA.

Proyecto de depósito de sal cubierto en carretera N-240 P.K. 37+000.

Febrero 2022

Espesor de garganta del cordón en ángulo. Se observarán las siguientes limitaciones:

- el espesor de garganta de un cordón de soldadura en ángulo no será menor de 3 mm.
- en el caso de soldadura con penetración profunda se podrá tomar el espesor de garganta dado en la figura 8.9.c) siempre que se demuestre por ensayos que se puede conseguir de forma estable la penetración requerida.

La soldadura de ángulo será suficiente si, con las tensiones de cálculo, se cumple:

siendo

- β_w : coeficiente de correlación dado en la tabla 8.1.
- f_u : resistencia última a tracción de la pieza más débil de la unión.
- $\sigma_\perp$: tensión normal perpendicular al plano de la garganta.
- $\sigma_{||}$: tensión normal paralela al eje del cordón. No actúa en el plano de comprobación ni se tiene en cuenta en las comprobaciones a realizar.
- $\tau_\perp$: tensión tangencial (en el plano de la garganta) perpendicular al eje del cordón.
- $\tau_{||}$: tensión tangencial (en el plano de la garganta) paralelo al eje del cordón.

Comprobaciones geométricas									
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)				
Soldadura del ala superior	En ángulo	11	280	18.0	77.11				
Soldadura del alma	En ángulo	6	201	10.5	90.00				
Soldadura del ala inferior	En ángulo	11	280	18.0	77.11				
Soldadura del alma de la cartela	En ángulo	6	234	10.5	90.00				
Soldadura del ala de la cartela	En ángulo	11	280	18.0	70.10				
Soldadura del alma de la cartela al ala inferior	En ángulo	7	2000	10.5	90.00				
Soldadura del ala de la cartela al ala inferior	En ángulo	13	280	18.0	82.99				
a: Espesor garganta l: Longitud efectiva t: Espesor de piezas									
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm ²)	β _w
	σ _⊥ (N/mm ²)	τ _⊥ (N/mm ²)	τ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	4.0	5.0	0.1	9.5	2.27	5.3	1.40	470.0	0.90
Soldadura del alma	4.2	4.2	11.7	22.0	5.25	4.2	1.12	470.0	0.90
Soldadura del ala inferior	0.0	0.0	0.1	0.1	0.03	0.0	0.00	470.0	0.90
Soldadura del alma de la cartela	1.9	1.9	11.7	20.6	4.94	2.0	0.52	470.0	0.90
Soldadura del ala de la cartela	0.7	1.0	0.0	1.8	0.44	0.7	0.18	470.0	0.90
Soldadura del alma de la cartela al ala inferior	0.0	0.0	6.5	11.3	2.70	0.0	0.00	470.0	0.90
Soldadura del ala de la cartela al ala inferior	La comprobación no procede.							470.0	0.90



APÉNDICE Nº 3.1. DEPÓSITO DE SAL.
NOTA DE CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA METÁLICA.

Proyecto de depósito de sal cubierto en carretera N-240 P.K. 37+000.

Febrero 2022

3) Viga (a) HEB280

Cordones de soldadura

Disposiciones constructivas y clasificación (CTE DB SE-A 8.6.1).

Las prescripciones que siguen serán aplicables cuando los elementos a unir tienen al menos 4 mm de espesor y son de aceros estructurales soldables.

Soldadura en ángulo. Se utiliza para unir elementos cuyas caras de fusión forman un ángulo (a) comprendido entre 60° y 120°. Pueden ser uniones en T o de solape (figura 8.6). En el caso de uniones en T

- si $a > 120^\circ \Rightarrow$ No se considerará que se pueden transmitir esfuerzos.
- si $a < 60^\circ \Rightarrow$ Se considerará como soldadura a tope con penetración parcial.

La longitud efectiva de un cordón de soldadura en ángulo será la total del cordón siempre que se mantenga el espesor de garganta nominal (véase figura 8.9), pero no se considerarán cordones cuya longitud sea inferior a 40 mm o a seis veces el ancho de garganta.

Resistencia de cálculo de las soldaduras en ángulo (CTE DB SE-A 8.6.2).

Espesor de garganta del cordón en ángulo. Se observarán las siguientes limitaciones:

- el espesor de garganta de un cordón de soldadura en ángulo no será menor de 3 mm.
- en el caso de soldadura con penetración profunda se podrá tomar el espesor de garganta dado en la figura 8.9.c) siempre que se demuestre por ensayos que se puede conseguir de forma estable la penetración requerida.

La soldadura de ángulo será suficiente si, con las tensiones de cálculo, se cumple:

siendo

- β_w : coeficiente de correlación dado en la tabla 8.1.
 f_u : resistencia última a tracción de la pieza más débil de la unión.
 $\sigma_\perp$: tensión normal perpendicular al plano de la garganta.
 $\sigma_{||}$: tensión normal paralela al eje del cordón. No actúa en el plano de comprobación ni se tiene en cuenta en las comprobaciones a realizar.
 $\tau_\perp$: tensión tangencial (en el plano de la garganta) perpendicular al eje del cordón.
 $\tau_{||}$: tensión tangencial (en el plano de la garganta) paralelo al eje del cordón.

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del ala superior	En ángulo	11	280	18.0	77.11
Soldadura del alma	En ángulo	6	201	10.5	90.00
Soldadura del ala inferior	En ángulo	11	280	18.0	77.11
a: Espesor garganta l: Longitud efectiva t: Espesor de piezas					



APÉNDICE Nº 3.1. DEPÓSITO DE SAL.
NOTA DE CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA METÁLICA.

Proyecto de depósito de sal cubierto en carretera N-240 P.K. 37+000.

Febrero 2022

4) Viga (c) HEB140

– Alma

Resistencia de la zona soldada (Criterio de CYPE, basado en CTE DB SE-A, 6.1)

Debe cumplirse:

$7.48 \text{ N/mm}^2 \leq 338.10 \text{ N/mm}^2$ ✓

Donde:

- F_x : Esfuerzo solicitante en la dirección x F_x : -2.48 kN
 F_y : Esfuerzo solicitante en la dirección y F_y : 0.00 kN
 F_z : Esfuerzo solicitante en la dirección z F_z : -1.12 kN
 A : Área de la zona soldada del alma A : 420 mm
 f_y : Tensión de límite elástico. f_y : 355.00 N/mm²
 γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad relativo a la plastificación del material. γ_{Mo} : 1.05

Cordones de soldadura

Disposiciones constructivas y clasificación (CTE DB SE-A 8.6.1).

Las prescripciones que siguen serán aplicables cuando los elementos a unir tienen al menos 4 mm de espesor y son de aceros estructurales soldables.

Soldadura en ángulo. Se utiliza para unir elementos cuyas caras de fusión forman un ángulo (a) comprendido entre 60° y 120°. Pueden ser uniones en T o de solape (figura 8.6). En el caso de uniones en T

- si $a > 120^\circ \Rightarrow$ No se considerará que se pueden transmitir esfuerzos.
- si $a < 60^\circ \Rightarrow$ Se considerará como soldadura a tope con penetración parcial.

La longitud efectiva de un cordón de soldadura en ángulo será la total del cordón siempre que se mantenga el espesor de garganta nominal (véase figura 8.9), pero no se considerarán cordones cuya longitud sea inferior a 40 mm o a seis veces el ancho de garganta.

Resistencia de cálculo de las soldaduras en ángulo (CTE DB SE-A 8.6.2).

Espesor de garganta del cordón en ángulo. Se observarán las siguientes limitaciones:

- el espesor de garganta de un cordón de soldadura en ángulo no será menor de 3 mm.
- en el caso de soldadura con penetración profunda se podrá tomar el espesor de garganta dado en la figura 8.9.c) siempre que se demuestre por ensayos que se puede conseguir de forma estable la penetración requerida.



APÉNDICE Nº 3.1. DEPÓSITO DE SAL.
NOTA DE CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA METÁLICA.

Proyecto de depósito de sal cubierto en carretera N-240 P.K. 37+000.

Febrero 2022

La soldadura de ángulo será suficiente si, con las tensiones de cálculo, se cumple:

siendo

- β_w : coeficiente de correlación dado en la tabla 8.1.
- f_u : resistencia última a tracción de la pieza más débil de la unión.
- $\sigma_{\perp}$: tensión normal perpendicular al plano de la garganta.
- $\sigma_{||}$: tensión normal paralela al eje del cordón. No actúa en el plano de comprobación ni se tiene en cuenta en las comprobaciones a realizar.
- $\tau_{\perp}$: tensión tangencial (en el plano de la garganta) perpendicular al eje del cordón.
- $\tau_{||}$: tensión tangencial (en el plano de la garganta) paralelo al eje del cordón.

Comprobaciones geométricas									
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)				
Soldadura del alma	En ángulo	4	60	7.0	90.00				
a: Espesor garganta l: Longitud efectiva t: Espesor de piezas									
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm²)	β _w
	σ _⊥ (N/mm²)	τ _⊥ (N/mm²)	τ (N/mm²)	Valor (N/mm²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm²)	Aprov. (%)		
Soldadura del alma	3.6	3.6	2.3	8.3	2.00	3.7	0.97	470.0	0.90

Unión 2

1) Viga (a) HEB280

– Chapa frontal

Casquillo en T equivalente (CTE DB SE-A, 8.8.3)

Debe cumplirse:

$174.90 \text{ kN} \leq 462.84 \text{ kN}$ ✓

Donde:

- $F_{T,Ed}$: Fuerza de tracción solicitante $F_{T,Ed} : 174.90 \text{ kN}$
- $F_{T,Rd}$: Resistencia de cálculo de un ala del casquillo en T equivalente $F_{T,Rd} : 462.84 \text{ kN}$

La carga de rotura será la menor de las obtenidas:

b) Por rotura a tracción de los tornillos.

$F_{T,3,Rd} : 508.32 \text{ kN}$



APÉNDICE Nº 3.1. DEPÓSITO DE SAL.
NOTA DE CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA METÁLICA.

Proyecto de depósito de sal cubierto en carretera N-240 P.K. 37+000.

Febrero 2022

c) Por rotura a tracción de los tornillos y formación simultánea de rótulas (charnelas o líneas de rotura) en la zona de entronque ala-alma, lo que supone un mecanismo menos rígido de rotura. En los casos en los que puedan desarrollarse fuerzas de palanca:

$F_{T,2,Rd} : 462.84 \text{ kN}$

d) Por formación de dos rótulas plásticas en cada ala de la T, una de ellas en el entronque ala-alma y otra en la línea de tornillos, que es el mecanismo más flexible de rotura. En los casos en los que puedan desarrollarse fuerzas de palanca:

$F_{T,1,Rd} : 688.28 \text{ kN}$

La menor resistencia se ha obtenido en la fila: 1.

$F_{T,Rd} : 462.84 \text{ kN}$

Donde:

$M_{pl,1,Rd} : 10.98 \text{ kN}\cdot\text{m}$

$M_{pl,2,Rd} : 12.95 \text{ kN}\cdot\text{m}$

$\Sigma F_{t,Rd}$: Sumatorio de las resistencias a tracción de los tornillos

t_f : Espesor de la chapa

m : Distancia del eje del tornillo a la rótula o charnela

n : Igual e_{min} pero $n \leq 1,25\cdot m$

$\Sigma l_{eff,1}$: Suma de las longitudes eficaces para el modo 1.*

$\Sigma l_{eff,2}$: Suma de las longitudes eficaces para el modo 2.*

f_y : Tensión de límite elástico.

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad relativo a la plastificación del material.

$\Sigma F_{t,Rd} : 508.32 \text{ kN}$

$t_f : 18.0 \text{ mm}$

$m : 64 \text{ mm}$

$n : 80 \text{ mm}$

$\Sigma l_{eff,1} : 401 \text{ mm}$

$\Sigma l_{eff,2} : 473 \text{ mm}$

$f_y : 355.00 \text{ N/mm}^2$

$\gamma_{Mo} : 1.05$

Nota: * En el caso de una fila de tornillos individual Σl_{eff} deberá tomarse igual a la longitud eficaz l_{eff} para esa fila de tornillos tomada como una fila de tornillos individual.

– Ala

Compresión en perfil base (Criterio de CYPE, basado en CTE DB SE-A, 6.2)

El valor de cálculo del esfuerzo axil de compresión N_{Ed} deberá cumplir, para cualquier sección transversal:

$364.30 \text{ kN} \leq 1748.05 \text{ kN}$ ✓

Donde:

N_{Ed} : Valor de cálculo del esfuerzo axil. $N_{Ed} : 364.30 \text{ kN}$

$N_{c,Rd}$: Resistencia de cálculo de la sección a compresión. $N_{c,Rd} : 1748.05 \text{ kN}$

Donde:

A: Área sometida a compresión **A :** 5170 mm²
f'y: Tensión de límite elástico reducida. **f'y :** 355.00 N/mm²

f_y: Tensión de límite elástico. **f_y :** 355.00 N/mm²
ρ: Factor de reducción **ρ :** 0.000
γ_{Mo}: Coeficiente parcial de seguridad relativo a la plastificación del material. **γ_{Mo} :** 1.05

Reducción de la resistencia de cálculo por acciones combinadas

Cuando el valor de cálculo del esfuerzo cortante V_{Ed} no supere el 50% de la resistencia plástica de la sección V_{pl,Rd}, no deberá reducirse el valor de la resistencia de cálculo de la sección a flexión.

Resistencia de las secciones a tracción (CTE DB SE-A, 6.2.3)

El valor de cálculo del esfuerzo axil de tracción N_{Ed} deberá cumplir, para cualquier sección transversal:

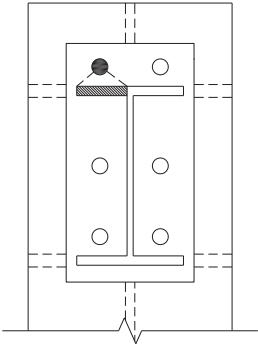
Donde:

N_{Ed}: Valor de cálculo del esfuerzo axil.
N_{t,Rd}: Resistencia de cálculo de la sección a tracción.

f_{yd}: Resistencia de cálculo. **f_{yd} :** 338.10 N/mm²

f_y: Tensión de límite elástico. **f_y :** 355.00 N/mm²
γ_{Mo}: Coeficiente parcial de seguridad relativo a la plastificación del material. **γ_{Mo} :** 1.05

Fila	Área (mm²)	N _{Ed} (kN)	N _{t,Rd} (kN)	Aprov. (%)
Superior	2400	54.25	811.55	6.68
Inferior	--	--	--	--
Σ		54.25	811.55	6.68



– Alma

Cargas Concentradas (CTE DB SE A, 6.3.3.5)

No es necesario rigidizar el alma de una pieza sometida a cargas concentradas actuando sobre las alas si se cumple que:

0.08 ≤ 1 ✓

Donde:

F_{Ed}: Valor de cálculo de la carga concentrada, **F_{Ed} :** 67.57 kN
F_{b,Rd}: Resistencia de cálculo del alma frente a cargas concentradas. **F_{b,Rd} :** 825.03 kN
La resistencia de cálculo del alma frente a cargas concentradas viene dada por:

Donde:

L_{ef} : 232.00 mm

χ_F : 1.00

λ̄_F : 0.42

F_{cr} : 5386.78 kN

Los valores de I_y y de k_F dependen del caso considerado, de entre los representados en la figura 6.6:
- Caso a): carga (o reacción) aplicada a un ala y equilibrada por cortantes en el alma.

k_F : 6.01

I_y : 232

viniendo cada coeficiente dado por las expresiones:

m₁ : 26.67

(cabe aproximar λ̄_F con la obtenida usando m₂=0 para aproximar I_y)

m₂ : 0.00

Donde:

s_s: Longitud de la entrega rígida de la carga. **s_s :** 11 mm
t_w: Espesor del alma. **t_w :** 11 mm
t_f: Espesor del ala. **t_f :** 18 mm
f_{yw}: Tensión de límite elástico del alma. **f_{yw} :** 355.00 N/mm²



APÉNDICE Nº 3.1. DEPÓSITO DE SAL.
NOTA DE CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA METÁLICA.

Proyecto de depósito de sal cubierto en carretera N-240 P.K. 37+000.

Febrero 2022

f_{yb}: Tensión de límite elástico del ala.
E: Módulo de elasticidad.
d: distancia entre alas

f_{yb} : 355.00 N/mm²
E : 210000.0 N/mm²
d : 244 mm

Resistencia de las secciones a tracción (CTE DB SE-A, 6.2.3)

El valor de cálculo del esfuerzo axil de tracción N_{Ed} deberá cumplir, para cualquier sección transversal:

66.41 kN ≤ 384.55 kN ✓

Donde:

N_{Ed}: Valor de cálculo del esfuerzo axil.
N_{t,Rd}: Resistencia de cálculo de la sección a tracción.

N_{Ed} : 66.41 kN
N_{t,Rd} : 384.55 kN

Donde:

A: Área sometida a tracción
f_{yd}: Resistencia de cálculo.

A : 1137.00 mm²
f_{yd} : 338.10 N/mm²

f_y: Tensión de límite elástico.
γ_{Mo}: Coeficiente parcial de seguridad relativo a la plastificación del material.

f_y : 355.00 N/mm²
γ_{Mo} : 1.05

Cordones de soldadura

Disposiciones constructivas y clasificación (CTE DB SE-A 8.6.1).

Las prescripciones que siguen serán aplicables cuando los elementos a unir tienen al menos 4 mm de espesor y son de aceros estructurales soldables.

Soldadura en ángulo. Se utiliza para unir elementos cuyas caras de fusión forman un ángulo (a) comprendido entre 60° y 120°. Pueden ser uniones en T o de solape (figura 8.6).
En el caso de uniones en T

- si a > 120° ⇒ No se considerará que se pueden transmitir esfuerzos.
- si a < 60° ⇒ Se considerará como soldadura a tope con penetración parcial.

La longitud efectiva de un cordón de soldadura en ángulo será la total del cordón siempre que se mantenga el espesor de garganta nominal (véase figura 8.9), pero no se considerarán cordones cuya longitud sea inferior a 40 mm o a seis veces el ancho de garganta.

Resistencia de cálculo de las soldaduras en ángulo (CTE DB SE-A 8.6.2).

Espesor de garganta del cordón en ángulo. Se observarán las siguientes limitaciones:

- el espesor de garganta de un cordón de soldadura en ángulo no será menor de 3 mm.
- en el caso de soldadura con penetración profunda se podrá tomar el espesor de garganta dado en la figura 8.9.c) siempre que se demuestre por ensayos que se puede conseguir de forma estable la penetración requerida.

La soldadura de ángulo será suficiente si, con las tensiones de cálculo, se cumple:

siendo

β_w: coeficiente de correlación dado en la tabla 8.1.
f_u: resistencia última a tracción de la pieza más débil de la unión.



APÉNDICE Nº 3.1. DEPÓSITO DE SAL.
NOTA DE CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA METÁLICA.

Proyecto de depósito de sal cubierto en carretera N-240 P.K. 37+000.

Febrero 2022

σ_⊥: tensión normal perpendicular al plano de la garganta.
σ_{||}: tensión normal paralela al eje del cordón. No actúa en el plano de comprobación ni se tiene en cuenta en las comprobaciones a realizar.
τ_⊥: tensión tangencial (en el plano de la garganta) perpendicular al eje del cordón.
τ_{||}: tensión tangencial (en el plano de la garganta) paralelo al eje del cordón.

Comprobaciones geométricas									
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)				
Soldadura del ala superior	En ángulo	11	280	18.0	77.11				
Soldadura del alma	En ángulo	6	201	10.5	90.00				
Soldadura del ala inferior	En ángulo	11	280	18.0	77.11				
Soldadura del alma de la cartela	En ángulo	6	221	10.5	90.00				
Soldadura del ala de la cartela	En ángulo	11	280	18.0	84.12				
Soldadura del alma de la cartela al ala inferior	En ángulo	7	2000	10.5	90.00				
Soldadura del ala de la cartela al ala inferior	En ángulo	13	280	18.0	82.99				
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>									
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm ²)	β _w
	σ _⊥ (N/mm ²)	τ _⊥ (N/mm ²)	τ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	36.4	45.6	0.4	87.0	20.83	41.9	11.13	470.0	0.90
Soldadura del alma	46.6	46.6	1.5	93.2	22.30	46.6	12.38	470.0	0.90
Soldadura del ala inferior	13.0	16.4	0.0	31.2	7.47	18.2	4.84	470.0	0.90
Soldadura del alma de la cartela	65.5	65.5	1.9	131.1	31.38	65.5	17.43	470.0	0.90
Soldadura del ala de la cartela	39.6	35.8	0.6	73.5	17.60	39.6	10.54	470.0	0.90
Soldadura del alma de la cartela al ala inferior	0.0	0.0	4.1	7.2	1.71	0.0	0.01	470.0	0.90
Soldadura del ala de la cartela al ala inferior	La comprobación no procede.							470.0	0.90

Rigidez rotacional inicial	Plano xy (t·m/rad)	Plano xz (t·m/rad)
Calculada para momentos positivos	18694.36	42098.22
Calculada para momentos negativos	18694.36	42212.13

$F_{T,2,Rd} : 462.84 \text{ kN}$

d) Por formación de dos rótulas plásticas en cada ala de la T, una de ellas en el entronque ala-alma y otra en la línea de tornillos, que es el mecanismo más flexible de rotura. En los casos en los que puedan desarrollarse fuerzas de palanca:

$F_{T,1,Rd} : 688.28 \text{ kN}$

La menor resistencia se ha obtenido en la fila: 1.

$F_{T,Rd} : 462.84 \text{ kN}$

Donde:

$M_{pl,1,Rd} : 10.98 \text{ kN}\cdot\text{m}$

$M_{pl,2,Rd} : 12.95 \text{ kN}\cdot\text{m}$

$\Sigma F_{t,Rd}$: Sumatorio de las resistencias a tracción de los tornillos

t_f : Espesor de la chapa

m : Distancia del eje del tornillo a la rótula o charnela

n : Igual e_{min} pero $n \leq 1,25\cdot m$

$\Sigma l_{eff,1}$: Suma de las longitudes eficaces para el modo 1.*

$\Sigma l_{eff,2}$: Suma de las longitudes eficaces para el modo 2.*

f_y : Tensión de límite elástico.

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad relativo a la plastificación del material.

$\Sigma F_{t,Rd} : 508.32 \text{ kN}$

$t_f : 18.0 \text{ mm}$

$m : 64 \text{ mm}$

$n : 80 \text{ mm}$

$\Sigma l_{eff,1} : 401 \text{ mm}$

$\Sigma l_{eff,2} : 473 \text{ mm}$

$f_y : 355.00 \text{ N/mm}^2$

$\gamma_{Mo} : 1.05$

Nota: * En el caso de una fila de tornillos individual Σl_{eff} deberá tomarse igual a la longitud eficaz l_{eff} para esa fila de tornillos tomada como una fila de tornillos individual.

– Ala

Compresión en perfil base (Criterio de CYPE, basado en CTE DB SE-A, 6.2)

El valor de cálculo del esfuerzo axil de compresión N_{Ed} deberá cumplir, para cualquier sección transversal:

$364.30 \text{ kN} \leq 1748.05 \text{ kN} \checkmark$

Donde:

N_{Ed} : Valor de cálculo del esfuerzo axil.

$N_{Ed} : 364.30 \text{ kN}$

$N_{c,Rd}$: Resistencia de cálculo de la sección a compresión.

$N_{c,Rd} : 1748.05 \text{ kN}$

Donde:

A : Área sometida a compresión

$A : 5170 \text{ mm}^2$

f'_y : Tensión de límite elástico reducida.

$f'_y : 355.00 \text{ N/mm}^2$

f_y : Tensión de límite elástico.

$f_y : 355.00 \text{ N/mm}^2$

ρ : Factor de reducción

$\rho : 0.000$

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad relativo a la plastificación del material.

$\gamma_{Mo} : 1.05$

Reducción de la resistencia de cálculo por acciones combinadas

Cuando el valor de cálculo del esfuerzo cortante V_{Ed} no supere el 50% de la resistencia plástica de la sección $V_{pl,Rd}$, no deberá reducirse el valor de la resistencia de cálculo de la sección a flexión.

Resistencia de las secciones a tracción (CTE DB SE-A, 6.2.3)

El valor de cálculo del esfuerzo axil de tracción N_{Ed} deberá cumplir, para cualquier sección transversal:

Donde:

N_{Ed} : Valor de cálculo del esfuerzo axil.

$N_{t,Rd}$: Resistencia de cálculo de la sección a tracción.

f_{yd} : Resistencia de cálculo.

$f_{yd} : 338.10 \text{ N/mm}^2$

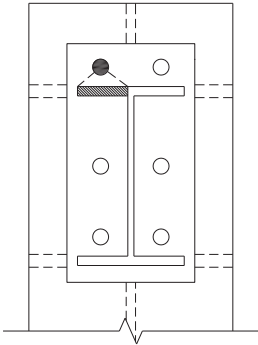
f_y : Tensión de límite elástico.

$f_y : 355.00 \text{ N/mm}^2$

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad relativo a la plastificación del material.

$\gamma_{Mo} : 1.05$

Fila	Área (mm ²)	N_{Ed} (kN)	$N_{t,Rd}$ (kN)	Aprov. (%)
Superior	2400	54.25	811.55	6.68
Inferior	--	--	--	--
Σ		54.25	811.55	6.68



– Alma

Cargas Concentradas (CTE DB SE A, 6.3.3.5)

No es necesario rigidizar el alma de una pieza sometida a cargas concentradas actuando sobre las alas si se cumple que:

$0.07 \leq 1 \checkmark$

Donde:

F_{Ed}: Valor de cálculo de la carga concentrada,
F_{b,Rd}: Resistencia de cálculo del alma frente a cargas concentradas.
La resistencia de cálculo del alma frente a cargas concentradas viene dada por:

F_{Ed} : 53.90 kN
F_{b,Rd} : 825.03 kN

Donde:

L_{ef} : 232.00 mm

χ_F : 1.00

λ̄_F : 0.42

F_{cr} : 5386.78 kN

Los valores de I_y y de k_F dependen del caso considerado, de entre los representados en la figura 6.6:
- Caso a): carga (o reacción) aplicada a un ala y equilibrada por cortantes en el alma.

k_F : 6.01

I_y : 232

viniendo cada coeficiente dado por las expresiones:

m₁ : 26.67

(cabe aproximar λ̄_F con la obtenida usando m₂=0 para aproximar I_y)

m₂ : 0.00

Donde:

s_s: Longitud de la entrega rígida de la carga.
t_w: Espesor del alma.
t_f: Espesor del ala.
f_{yw}: Tensión de límite elástico del alma.
f_{yb}: Tensión de límite elástico del ala.
E: Módulo de elasticidad.
d: distancia entre alas

s_s : 11 mm
t_w : 11 mm
t_f : 18 mm
f_{yw} : 355.00 N/mm²
f_{yb} : 355.00 N/mm²
E : 210000.0 N/mm²
d : 244 mm

Resistencia de las secciones a tracción (CTE DB SE-A, 6.2.3)

El valor de cálculo del esfuerzo axil de tracción N_{Ed} deberá cumplir, para cualquier sección transversal:
66.41 kN ≤ 384.55 kN ✓

Donde:

N_{Ed}: Valor de cálculo del esfuerzo axil. **N_{Ed}** : 66.41 kN
N_{t,Rd}: Resistencia de cálculo de la sección a tracción. **N_{t,Rd}** : 384.55 kN

Donde:

A: Área sometida a tracción **A** : 1137.00 mm²
f_{yd}: Resistencia de cálculo. **f_{yd}** : 338.10 N/mm²

f_y: Tensión de límite elástico. **f_y** : 355.00 N/mm²
γ_{Mo}: Coeficiente parcial de seguridad relativo a la plastificación del material. **γ_{Mo}** : 1.05

Cordones de soldadura

Disposiciones constructivas y clasificación (CTE DB SE-A 8.6.1).

Las prescripciones que siguen serán aplicables cuando los elementos a unir tienen al menos 4 mm de espesor y son de aceros estructurales soldables.

Soldadura en ángulo. Se utiliza para unir elementos cuyas caras de fusión forman un ángulo (a) comprendido entre 60° y 120°. Pueden ser uniones en T o de solape (figura 8.6).
En el caso de uniones en T
- si a > 120° ⇒ No se considerará que se pueden transmitir esfuerzos.
- si a < 60° ⇒ Se considerará como soldadura a tope con penetración parcial.

La longitud efectiva de un cordón de soldadura en ángulo será la total del cordón siempre que se mantenga el espesor de garganta nominal (véase figura 8.9), pero no se considerarán cordones cuya longitud sea inferior a 40 mm o a seis veces el ancho de garganta.

Resistencia de cálculo de las soldaduras en ángulo (CTE DB SE-A 8.6.2).

Espesor de garganta del cordón en ángulo. Se observarán las siguientes limitaciones:

- el espesor de garganta de un cordón de soldadura en ángulo no será menor de 3 mm.
- en el caso de soldadura con penetración profunda se podrá tomar el espesor de garganta dado en la figura 8.9.c) siempre que se demuestre por ensayos que se puede conseguir de forma estable la penetración requerida.

La soldadura de ángulo será suficiente si, con las tensiones de cálculo, se cumple:

siendo

β_w: coeficiente de correlación dado en la tabla 8.1.
f_u: resistencia última a tracción de la pieza más débil de la unión.
σ_⊥: tensión normal perpendicular al plano de la garganta.



APÉNDICE Nº 3.1. DEPÓSITO DE SAL.
NOTA DE CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA METÁLICA.

Proyecto de depósito de sal cubierto en carretera N-240 P.K. 37+000.

Febrero 2022

σ_{II} : tensión normal paralela al eje del cordón. No actúa en el plano de comprobación ni se tiene en cuenta en las comprobaciones a realizar.

$\tau_{\perp}$: tensión tangencial (en el plano de la garganta) perpendicular al eje del cordón.

τ_{II} : tensión tangencial (en el plano de la garganta) paralelo al eje del cordón.

Comprobaciones geométricas									
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)				
Soldadura del ala superior	En ángulo	11	280	18.0	77.11				
Soldadura del alma	En ángulo	6	201	10.5	90.00				
Soldadura del ala inferior	En ángulo	11	280	18.0	77.11				
Soldadura del alma de la cartela	En ángulo	6	221	10.5	90.00				
Soldadura del ala de la cartela	En ángulo	11	280	18.0	84.12				
Soldadura del alma de la cartela al ala inferior	En ángulo	7	2000	10.5	90.00				
Soldadura del ala de la cartela al ala inferior	En ángulo	13	280	18.0	82.99				
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>									
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm ²)	β _w
	σ _⊥ (N/mm ²)	τ _⊥ (N/mm ²)	τ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	36.0	45.2	0.4	86.1	20.61	41.4	11.01	470.0	0.90
Soldadura del alma	46.6	46.6	1.6	93.2	22.30	46.6	12.38	470.0	0.90
Soldadura del ala inferior	13.0	16.4	0.0	31.2	7.47	18.2	4.84	470.0	0.90
Soldadura del alma de la cartela	65.5	65.5	1.7	131.1	31.37	65.5	17.43	470.0	0.90
Soldadura del ala de la cartela	39.2	35.3	0.6	72.7	17.39	39.2	10.42	470.0	0.90
Soldadura del alma de la cartela al ala inferior	0.0	0.0	4.0	7.0	1.68	0.0	0.01	470.0	0.90
Soldadura del ala de la cartela al ala inferior	La comprobación no procede.							470.0	0.90

Comprobaciones para los tornillos

Disposiciones constructivas (CTE DB SE-A, 8.5.1)

Los límites máximos y mínimos para las distancias entre ejes de agujeros o de éstos a los bordes de las piezas, son:

a) distancias mínimas:

i) en la dirección de la fuerza que se transmite:

- $e_1 \geq 1.2 d_0$ del eje del agujero al borde de la pieza.

- $p_1 \geq 2.2 d_0$ entre ejes de agujeros.

ii) en la dirección perpendicular a la fuerza que se transmite:

- $e_2 \geq 1.5 d_0$ del eje del agujero al borde de la pieza.

- $p_2 \geq 3.0 d_0$ entre ejes de agujeros.

siendo d_0 el diámetro del agujero.

b) distancias máximas:

i) al borde de la pieza:



APÉNDICE Nº 3.1. DEPÓSITO DE SAL.
NOTA DE CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA METÁLICA.

Proyecto de depósito de sal cubierto en carretera N-240 P.K. 37+000.

Febrero 2022

- Para e_1 y e_2

ii) entre tornillos:

- en elementos a compresión será $p \leq 14 \cdot t$ ó 200 mm. siendo t el espesor en mm de la menor de las piezas que se unen.

- en elementos a tracción será $p \leq 28 \cdot t$ ó 400 mm.

Resistencia de las uniones atornilladas sin pretensar (CTE DB SE-A, 8.5.2)

2 La resistencia de cálculo a cortante por tornillo tendrá como valor el menor de la resistencia a cortante de las secciones del tornillo o a aplastamiento de la chapa de unión, sin que la resistencia total de la unión supere la resistencia a desgarro del alma:

b) Resistencia a aplastamiento de la chapa que se une:

siendo

d: diámetro del vástago del tornillo.

t: menor espesor de las chapas que se unen.

f_u: resistencia última del acero de las chapas que se unen.

α: es el menor de:

Donde:

e₁: distancia del eje del agujero al borde de la chapa en la dirección de la fuerza que se transmite.

p₁: separación entre ejes de agujeros en la dirección de la fuerza que se transmite.

d₀: diámetro del agujero.

3 Resistencia a tracción. La resistencia de cálculo a tracción $F_{t,Rd}$, por tornillo, será la menor de:

a) La resistencia a tracción del tornillo:

siendo

A_s: área resistente a tracción del tornillo.

En tornillos de cabeza avellanada se admitirá como resistencia máxima el 70% de la expresada en (8.12).

b) La resistencia de cálculo a punzonamiento de la cabeza del tornillo o la tuerca, $F_{p,Rd}$, dada por:

siendo

t_p: espesor de la placa que se encuentra bajo el tornillo o la tuerca.

d_m: menor valor de la distancia media entre vértices y caras de la cabeza del tornillo o la tuerca.

Uniones con tornillos pretensados (CTE DB SE-A, 8.5.3)

7.3.1 Pretensado

El apriete controlado de los tornillos, proporcionará al tornillo una fuerza de pretensado de cálculo $F_{p,Cd}$ que se tomará como:

2 Resistencia a cortante. La resistencia de cálculo a deslizamiento de un tornillo pretensado, será:

con los mismos criterios establecidos en 7.2.3 para las condiciones de servicio, pero tomando como coeficiente parcial de seguridad el siguiente:

γ_{M2} : = 1,25 en uniones con agujeros con medidas nominales

γ_{M2} : = 1,40 en uniones con agujeros con sobremedida en dirección paralela a la del esfuerzo.

$F_{p,Cd}$: fuerza de pretensado del tornillo (véase apartado 7.3.1).

n : número de superficies de rozamiento.

k_s : coeficiente que toma el valor $k_s = 1,00$ para agujeros con medidas normales.

μ : coeficiente de rozamiento.

siendo

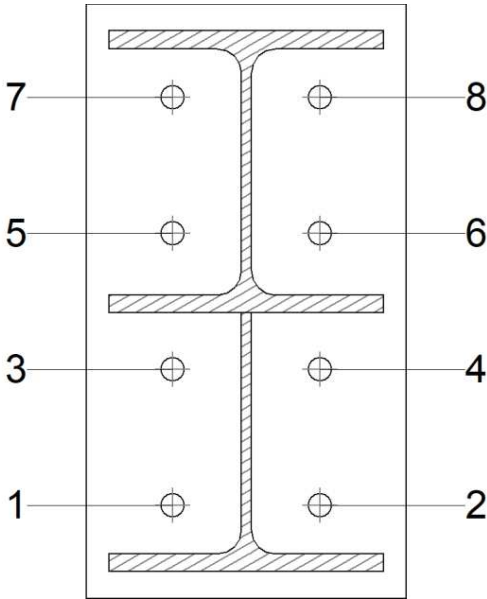
la resistencia de cálculo del acero del tornillo, con $\gamma_{M3} = 1,1$.

A_s : el área resistente del tornillo, definida como la correspondiente al diámetro medio entre el interior y el de los flancos de la rosca según norma DIN 13.

4 Solicitación combinada. En el caso de que actúen simultáneamente sobre el tornillo esfuerzos de tracción y cortante, la resistencia de cálculo al deslizamiento correspondiente al estado límite último se tomará de la siguiente expresión:

siendo

$F_{t,Ed}$: esfuerzo axil de cálculo por tornillo al que en su caso se añadirán las tracciones debidas al efecto palanca.

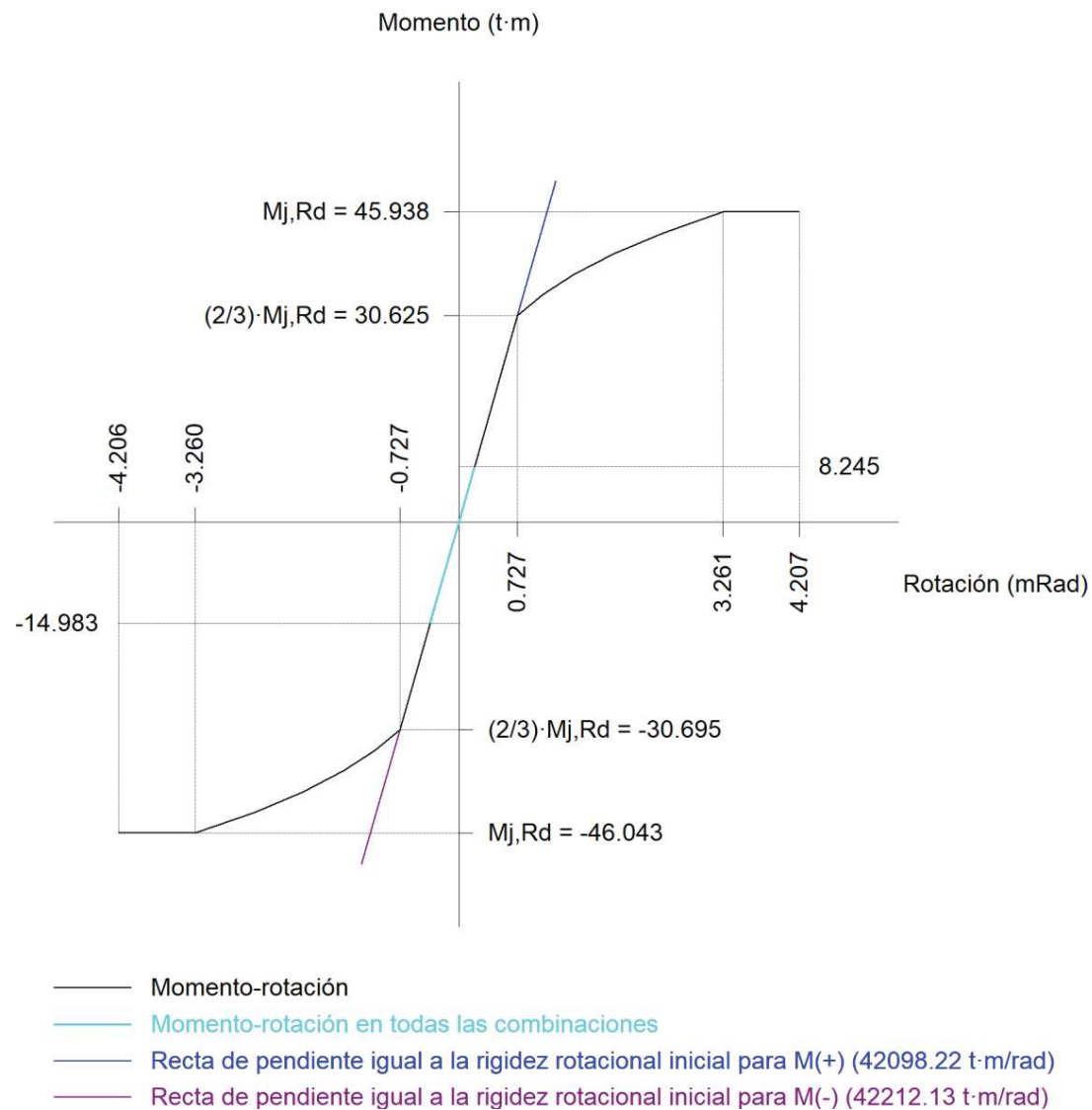


Disposición							
Tornillo	Denominación	d ₀ (mm)	e ₁ (mm)	e ₂ (mm)	p ₁ (mm)	p ₂ (mm)	m (mm)
1	EN 14399-3-M24x75-10.9-HR	26.0	--	88	139	150	49.2
2	EN 14399-3-M24x75-10.9-HR	26.0	--	88	139	150	49.2
3	EN 14399-3-M24x75-10.9-HR	26.0	--	88	139	150	57.5
4	EN 14399-3-M24x75-10.9-HR	26.0	--	88	139	150	57.5
5	EN 14399-3-M24x75-10.9-HR	26.0	--	88	139	150	62.5
6	EN 14399-3-M24x75-10.9-HR	26.0	--	88	139	150	62.5
7	EN 14399-3-M24x75-10.9-HR	26.0	--	88	139	150	49.2
8	EN 14399-3-M24x75-10.9-HR	26.0	--	88	139	150	49.2
--: La comprobación no procede.							

Resistencia										
Tornill o	Cortante				Tracción				Interacción tracción y deslizamien to Aprov. (%)	Aprov. Máx. (%)
	Comprobació n	Pésim o (kN)	Resistent e (kN)	Aprov (%)	Comprobació n	Pésimo (kN)	Resistent e (kN)	Aprov (%)		
1	Deslizamient o	2.691	59.304	4.54	Vástago	230.75 7	254.160	90.79	4.54	90.79
	Aplastamient o	2.691	406.080	0.66	Punzonamien to	87.449	549.843	15.90		
2	Deslizamient o	2.878	59.304	4.85	Vástago	230.48 7	254.160	90.69	4.85	90.69
	Aplastamient o	2.878	406.080	0.71	Punzonamien to	83.588	549.843	15.20		
3	Deslizamient o	2.419	59.304	4.08	Vástago	228.82 0	254.160	90.03	4.08	90.03
	Aplastamient o	2.419	406.080	0.60	Punzonamien to	59.772	549.843	10.87		
4	Deslizamient o	2.615	59.304	4.41	Vástago	228.55 0	254.160	89.92	4.41	89.92
	Aplastamient o	2.615	406.080	0.64	Punzonamien to	55.911	549.843	10.17		
5	Deslizamient o	2.516	59.304	4.24	Vástago	227.57 0	254.160	89.54	4.29	89.54
	Aplastamient o	2.516	406.080	0.62	Punzonamien to	41.906	549.843	7.62		
6	Deslizamient o	2.677	59.304	4.51	Vástago	227.61 0	254.160	89.55	4.51	89.55
	Aplastamient o	2.677	406.080	0.66	Punzonamien to	42.480	549.843	7.73		
7	Deslizamient o	3.824	59.304	6.45	Vástago	228.92 3	254.160	90.07	6.53	90.07
	Aplastamient o	3.824	406.080	0.94	Punzonamien to	61.241	549.843	11.14		
8	Deslizamient o	3.728	59.304	6.29	Vástago	228.96 3	254.160	90.09	6.48	90.09
	Aplastamient o	3.728	406.080	0.92	Punzonamien to	61.814	549.843	11.24		

Rigidez rotacional inicial	Plano xy (t·m/rad)	Plano xz (t·m/rad)
Calculada para momentos positivos	18694.36	42098.22
Calculada para momentos negativos	18694.36	42212.13

Comportamiento de la unión para flexión simple en el plano xz



Relación entre la resistencia del ala del casquillo en T en modo 1 y modo 3 (Criterio de CYPE, basado en ENV 1993-1-1:1996, Anejo J.3.8)

Debe cumplirse:

$$1.35 \leq 1.80 \quad \checkmark$$

$$\beta : 1.35$$

Donde:

$F_{T,Rd1}$: Resistencia del ala del casquillo en T en modo 1

$F_{T,Rd3}$: Resistencia del ala del casquillo en T en modo 3

$$F_{T,Rd1} : 688.28 \text{ kN}$$

$$F_{T,Rd3} : 508.32 \text{ kN}$$

Momento resistente (CTE DB SE-A, 8.8.6)

La capacidad resistente a momento depende de la resistencia de los componentes de la unión, que se agrupan en tres zonas críticas: de tracción, de compresión y de cortante. El momento resistente de cálculo será la suma de los valores de cálculo de las resistencias eficaces de cada fila de tornillos traccionados, por su distancia al centro de la zona de compresión.

$$146.99 \text{ kN}\cdot\text{m} \leq 451.68 \text{ kN}\cdot\text{m} \quad \checkmark$$

M_{Ed} : Momento solicitante

$$M_{Ed} : 146.99 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$M_{j,Rd}$: Momento que puede resistir la unión. Viene dado por:

$$M_{j,Rd} : 451.68 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Capacidad de rotación (Criterio de CYPE, basado en ENV 1993-1-1:1996, Anejo J.3.8)

Debe cumplirse:

$$0.08 \leq 0.67 \quad \checkmark$$

ϕ_{Ed} : Rotación correspondiente al momento solicitante

$$\phi_{Ed} : 0.35 \text{ mRad}$$

ϕ_{Cd} : Capacidad de rotación de la unión.

$$\phi_{Cd} : 4.21 \text{ mRad}$$

Donde:

h : Distancia de la fila al centro de compresiones

$$h : 474 \text{ mm}$$

β : Relación entre la resistencia de la fila en modo 1 y en modo 3

$$\beta : 1.35$$

Unión 3

1) Pilar HEB300

– Panel

Esbeltez del alma del pilar (CTE DB SE-A, 6.3.3.4.)

La esbeltez del alma del pilar debe satisfacer la condición:

$$23.82 \leq 56.95 \quad \checkmark$$

Donde:

d_{wc} : Canto del alma

$$d_{wc} : 262 \text{ mm}$$

t_{wc} : Espesor del alma.

$$t_{wc} : 11.0 \text{ mm}$$

$$\varepsilon : 0.81$$

f_y : Tensión de límite elástico.

$$f_y : 355.00 \text{ N/mm}^2$$

Resistencia a cortante del alma del pilar (CTE DB SE-A 8.8.6)

Debe cumplirse:

$$582.90 \text{ kN} \leq 620.52 \text{ kN} \checkmark$$

$V_{wp,Ed}$: Esfuerzo cortante de cálculo.

$$V_{wp,Ed} : 582.90 \text{ kN}$$

$V_{wp,Rd}$: Resistencia plástica de cálculo a cortante del alma

$$V_{wp,Rd} : 620.52 \text{ kN}$$

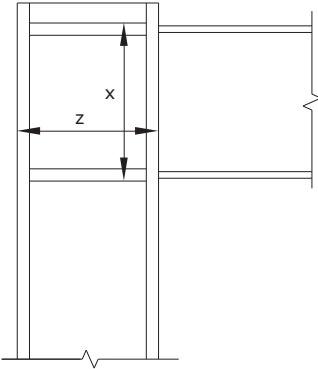
Donde:

A_{vc} : Área sometida a cortante

f_{yd} : Resistencia de cálculo.

$$f_{yd} : 338.10 \text{ N/mm}^2$$

Dirección	A_{vc} (mm ²)	$V_{wp,Ed}$ (kN)	$V_{wp,Rd}$ (kN)	Aprov. (%)
z	3300	540.39	579.74	93.21
x	3532	582.90	620.52	93.94



– Rigidizador superior

Tensión de Von Mises en rigidizador (CTE DB SE-A, 6.1)

Debe cumplirse:

$$110.32 \text{ N/mm}^2 \leq 338.10 \text{ N/mm}^2 \checkmark$$

Donde:

σ : Tensión normal

$$\sigma : 110.30 \text{ N/mm}^2$$

F_L : Esfuerzo de cálculo normal de la sección

$$F_L : 224.35 \text{ kN}$$

L_L : Anchura efectiva para esfuerzos normales

$$L_L : 113 \text{ mm}$$

τ : Tensión tangencial

$$\tau : -1.04 \text{ N/mm}^2$$

F_{II} : Esfuerzo de cálculo tangencial de la sección

$$F_{II} : -2.12 \text{ kN}$$

L_{II} : Anchura efectiva para esfuerzos tangenciales

$$L_{II} : 113 \text{ mm}$$

t : Espesor

$$t : 18.0 \text{ mm}$$

f_y : Tensión de límite elástico.

$$f_y : 355.00 \text{ N/mm}^2$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad relativo a la plastificación del material.

$$\gamma_{M0} : 1.05$$

– Rigidizador intermedio

Tensión de Von Mises en rigidizador (CTE DB SE-A, 6.1)

Debe cumplirse:

$$13.24 \text{ N/mm}^2 \leq 338.10 \text{ N/mm}^2 \checkmark$$

Donde:

σ : Tensión normal

$$\sigma : 0.34 \text{ N/mm}^2$$

F_L : Esfuerzo de cálculo normal de la sección

$$F_L : 0.70 \text{ kN}$$

L_L : Anchura efectiva para esfuerzos normales

$$L_L : 113 \text{ mm}$$

τ : Tensión tangencial

$$\tau : 7.64 \text{ N/mm}^2$$

F_{II} : Esfuerzo de cálculo tangencial de la sección

$$F_{II} : 15.54 \text{ kN}$$

L_{II} : Anchura efectiva para esfuerzos tangenciales

$$L_{II} : 113 \text{ mm}$$

t : Espesor

$$t : 18.0 \text{ mm}$$

f_y : Tensión de límite elástico.

$$f_y : 355.00 \text{ N/mm}^2$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad relativo a la plastificación del material.

$$\gamma_{M0} : 1.05$$

– Rigidizador inferior

Tensión de Von Mises en rigidizador (CTE DB SE-A, 6.1)

Debe cumplirse:

$$130.26 \text{ N/mm}^2 \leq 338.10 \text{ N/mm}^2 \checkmark$$

Donde:

σ : Tensión normal

$$\sigma : -130.26 \text{ N/mm}^2$$

F_L : Esfuerzo de cálculo normal de la sección

$$F_L : -264.95 \text{ kN}$$

L_L : Anchura efectiva para esfuerzos normales

$$L_L : 113 \text{ mm}$$



APÉNDICE Nº 3.1. DEPÓSITO DE SAL.
NOTA DE CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA METÁLICA.

Proyecto de depósito de sal cubierto en carretera N-240 P.K. 37+000.

Febrero 2022

τ : Tensión tangencial

τ : $\frac{-0.45}{}$ N/mm²

F_{II} : Esfuerzo de cálculo tangencial de la sección
 L_{II} : Anchura efectiva para esfuerzos tangenciales
 t : Espesor
 f_y : Tensión de límite elástico.
 γ_{MO} : Coeficiente parcial de seguridad relativo a la plastificación del material.

F_{II} : $\frac{-0.92}{}$ kN
 L_{II} : $\frac{113}{}$ mm
 t : $\frac{18.0}{}$ mm
 f_y : $\frac{355.00}{}$ N/mm²
 γ_{MO} : $\frac{1.05}{}$

– Rigidizador superior

Tensión de Von Mises en rigidizador (CTE DB SE-A, 6.1)

Debe cumplirse:

$110.25 \text{ N/mm}^2 \leq 338.10 \text{ N/mm}^2$ ✓

Donde:

σ : Tensión normal

σ : $\frac{110.24}{}$ N/mm²

$F_{\perp}$: Esfuerzo de cálculo normal de la sección
 $L_{\perp}$: Anchura efectiva para esfuerzos normales
 τ : Tensión tangencial

$F_{\perp}$: $\frac{224.23}{}$ kN
 $L_{\perp}$: $\frac{113}{}$ mm
 τ : $\frac{-1.04}{}$ N/mm²

F_{II} : Esfuerzo de cálculo tangencial de la sección
 L_{II} : Anchura efectiva para esfuerzos tangenciales
 t : Espesor
 f_y : Tensión de límite elástico.
 γ_{MO} : Coeficiente parcial de seguridad relativo a la plastificación del material.

F_{II} : $\frac{-2.12}{}$ kN
 L_{II} : $\frac{113}{}$ mm
 t : $\frac{18.0}{}$ mm
 f_y : $\frac{355.00}{}$ N/mm²
 γ_{MO} : $\frac{1.05}{}$

– Rigidizador intermedio

Tensión de Von Mises en rigidizador (CTE DB SE-A, 6.1)

Debe cumplirse:

$13.24 \text{ N/mm}^2 \leq 338.10 \text{ N/mm}^2$ ✓

Donde:

σ : Tensión normal

σ : $\frac{0.34}{}$ N/mm²

$F_{\perp}$: Esfuerzo de cálculo normal de la sección
 $L_{\perp}$: Anchura efectiva para esfuerzos normales
 τ : Tensión tangencial

$F_{\perp}$: $\frac{0.70}{}$ kN
 $L_{\perp}$: $\frac{113}{}$ mm
 τ : $\frac{7.64}{}$ N/mm²



APÉNDICE Nº 3.1. DEPÓSITO DE SAL.
NOTA DE CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA METÁLICA.

Proyecto de depósito de sal cubierto en carretera N-240 P.K. 37+000.

Febrero 2022

F_{II} : Esfuerzo de cálculo tangencial de la sección
 L_{II} : Anchura efectiva para esfuerzos tangenciales
 t : Espesor
 f_y : Tensión de límite elástico.
 γ_{MO} : Coeficiente parcial de seguridad relativo a la plastificación del material.

F_{II} : $\frac{15.54}{}$ kN
 L_{II} : $\frac{113}{}$ mm
 t : $\frac{18.0}{}$ mm
 f_y : $\frac{355.00}{}$ N/mm²
 γ_{MO} : $\frac{1.05}{}$

– Rigidizador inferior

Tensión de Von Mises en rigidizador (CTE DB SE-A, 6.1)

Debe cumplirse:

$130.33 \text{ N/mm}^2 \leq 338.10 \text{ N/mm}^2$ ✓

Donde:

σ : Tensión normal

σ : $\frac{-130.32}{}$ N/mm²

$F_{\perp}$: Esfuerzo de cálculo normal de la sección
 $L_{\perp}$: Anchura efectiva para esfuerzos normales
 τ : Tensión tangencial

$F_{\perp}$: $\frac{-265.08}{}$ kN
 $L_{\perp}$: $\frac{113}{}$ mm
 τ : $\frac{-0.45}{}$ N/mm²

F_{II} : Esfuerzo de cálculo tangencial de la sección
 L_{II} : Anchura efectiva para esfuerzos tangenciales
 t : Espesor
 f_y : Tensión de límite elástico.
 γ_{MO} : Coeficiente parcial de seguridad relativo a la plastificación del material.

F_{II} : $\frac{-0.92}{}$ kN
 L_{II} : $\frac{113}{}$ mm
 t : $\frac{18.0}{}$ mm
 f_y : $\frac{355.00}{}$ N/mm²
 γ_{MO} : $\frac{1.05}{}$

– Comprobaciones por unión con elemento "

– Ala

Desgarro del ala por tracción de los rigidizadores (CTE DB SE-A, 6.1)

Debe cumplirse:

$169.88 \text{ N/mm}^2 \leq 338.10 \text{ N/mm}^2$ ✓

Donde:

σ : Tensión normal

σ : $\frac{169.88}{}$ N/mm²

τ : Tensión tangencial

τ : $\frac{0.31}{}$ N/mm²

f_y : Tensión de límite elástico.

f_y : $\frac{355.00}{}$ N/mm²

γ_{MO} : Coeficiente parcial de seguridad relativo a la plastificación del material.

γ_{MO} : $\frac{1.05}{}$

Cortante en el ala por los rigidizadores (CTE DB SE-A, 6.1)

Debe cumplirse:

$$183.88 \text{ N/mm}^2 \leq 338.10 \text{ N/mm}^2 \checkmark$$

Donde:

σ : Tensión normal	$\sigma : 183.88 \text{ N/mm}^2$
τ : Tensión tangencial	$\tau : 0.51 \text{ N/mm}^2$
f_y : Tensión de límite elástico.	$f_y : 355.00 \text{ N/mm}^2$
γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad relativo a la plastificación del material.	$\gamma_{M0} : 1.05$

– Comprobaciones por unión con elemento 'Viga (c) HEB140'

– Alma

Punzonamiento (Criterio de CYPE, basado en Tabla 7.13 EN 1993-1-8: 2005)

Debe cumplirse:

$$44.50 \text{ kN} \leq 332.53 \text{ kN} \checkmark$$

Donde:

N_{Ed} : Esfuerzo de cálculo	$N_{Ed} : 44.50 \text{ kN}$
N_{Rd} : Resistencia de cálculo a punzonamiento. Resistencia plástica a cortante en el perímetro de la chapa lateral, $V_{pl,Rd}$	$N_{Rd} : 332.53 \text{ kN}$

Esfuerzo cortante

Donde:

A_v : Área sometida a cortante	$A_v : 1474 \text{ mm}^2$
t : Espesor del elemento en la superficie de unión	$t : 11.0 \text{ mm}$
t_p : Espesor del elemento de unión	$t_p : 7.0 \text{ mm}$
h_p : Altura del elemento de unión	$h_p : 60 \text{ mm}$
f_u : resistencia última a tracción de la pieza más débil de la unión.	$f_u : 470.00 \text{ N/mm}^2$
γ_{M2} : Coeficiente parcial de seguridad relativo a la resistencia última del material o sección, y a la resistencia de los medios de unión.	$\gamma_{M2} : 1.25$

Resistencia a flexión del alma (Criterio de CYPE, basado en Tabla 7.13 EN 1993-1-8: 2005)

Debe cumplirse:

$$42.02 \text{ kN} \leq 111.66 \text{ kN} \checkmark$$

N_{Ed} : Esfuerzo de cálculo	$N_{Ed} : 42.02 \text{ kN}$
N_{Rd} : Resistencia de cálculo del alma a flexión	$N_{Rd} : 111.66 \text{ kN}$

Donde:

t_w : Espesor del alma.	$t_w : 11.0 \text{ mm}$
k_m : Coeficiente de interacción	$k_m : 1.00$

$$\mu : 0.27$$

h_p : Altura del elemento de unión	$h_p : 60 \text{ mm}$
h_{iw} : Canto del alma entre radios de acuerdo	$h_{iw} : 219 \text{ mm}$

$$\beta : 0.03$$

t_p : Espesor del elemento de unión	$t_p : 7.0 \text{ mm}$
W_{pl} : Modulo plástico resistente	$W_{pl} : 908 \text{ mm}^3$

I_{ch} : Longitud de la línea de charnela	$I_{ch} : 30 \text{ mm}$
---	--------------------------

f_y : Tensión de límite elástico.	$f_y : 355.00 \text{ N/mm}^2$
γ_{M5} : Coeficiente parcial de seguridad para la resistencia en las uniones entre piezas de sección tubular.	$\gamma_{M5} : 1.00$

– Comprobaciones por unión con elemento 'Viga (d) HEB140'

– Alma

Punzonamiento (Criterio de CYPE, basado en Tabla 7.13 EN 1993-1-8: 2005)

Debe cumplirse:

$$2.48 \text{ kN} \leq 332.53 \text{ kN} \checkmark$$

Donde:

N_{Ed} : Esfuerzo de cálculo	$N_{Ed} : 2.48 \text{ kN}$
N_{Rd} : Resistencia de cálculo a punzonamiento. Resistencia plástica a cortante en el perímetro de la chapa lateral, $V_{pl,Rd}$	$N_{Rd} : 332.53 \text{ kN}$

Esfuerzo cortante

Donde:

A_v : Área sometida a cortante	$A_v : 1474 \text{ mm}^2$
----------------------------------	---------------------------

t : Espesor del elemento en la superficie de unión	$t : 11.0 \text{ mm}$
t_p : Espesor del elemento de unión	$t_p : 7.0 \text{ mm}$
h_p : Altura del elemento de unión	$h_p : 60 \text{ mm}$



APÉNDICE Nº 3.1. DEPÓSITO DE SAL.
NOTA DE CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA METÁLICA.

Proyecto de depósito de sal cubierto en carretera N-240 P.K. 37+000.

Febrero 2022

f_u: resistencia última a tracción de la pieza más débil de la unión.

f_u : 470.00 N/mm²

γ_{M2}: Coeficiente parcial de seguridad relativo a la resistencia última del material o sección, y a la resistencia de los medios de unión.

γ_{M2} : 1.25

Resistencia a flexión del alma (Criterio de CYPE, basado en Tabla 7.13 EN 1993-1-8: 2005)

Debe cumplirse:

28.98 kN ≤ 111.66 kN ✓

N_{Ed}: Esfuerzo de cálculo

N_{Ed} : 28.98 kN

N_{Rd}: Resistencia de cálculo del alma a flexión

N_{Rd} : 111.66 kN

Donde:

t_w: Espesor del alma.

t_w : 11.0 mm

k_m: Coeficiente de interacción

k_m : 1.00

μ : 0.27

h_p: Altura del elemento de unión

h_p : 60 mm

h_{iw}: Canto del alma entre radios de acuerdo

h_{iw} : 219 mm

β : 0.03

t_p: Espesor del elemento de unión

t_p : 7.0 mm

W_{pl}: Modulo plástico resistente

W_{pl} : 908 mm³

l_{ch}: Longitud de la línea de charnela

l_{ch} : 30 mm

f_y: Tensión de límite elástico.

f_y : 355.00 N/mm²

γ_{M5}: Coeficiente parcial de seguridad para la resistencia en las uniones entre piezas de sección tubular.

γ_{M5} : 1.00

Cordones de soldadura

Disposiciones constructivas y clasificación (CTE DB SE-A 8.6.1).

Las prescripciones que siguen serán aplicables cuando los elementos a unir tienen al menos 4 mm de espesor y son de aceros estructurales soldables.

Soldadura en ángulo. Se utiliza para unir elementos cuyas caras de fusión forman un ángulo (a) comprendido entre 60° y 120°. Pueden ser uniones en T o de solape (figura 8.6).

En el caso de uniones en T

- si a > 120° ⇒ No se considerará que se pueden transmitir esfuerzos.
- si a < 60° ⇒ Se considerará como soldadura a tope con penetración parcial.



APÉNDICE Nº 3.1. DEPÓSITO DE SAL.
NOTA DE CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA METÁLICA.

Proyecto de depósito de sal cubierto en carretera N-240 P.K. 37+000.

Febrero 2022

La longitud efectiva de un cordón de soldadura en ángulo será la total del cordón siempre que se mantenga el espesor de garganta nominal (véase figura 8.9), pero no se considerarán cordones cuya longitud sea inferior a 40 mm o a seis veces el ancho de garganta.

Resistencia de cálculo de las soldaduras en ángulo (CTE DB SE-A 8.6.2).

Espesor de garganta del cordón en ángulo. Se observarán las siguientes limitaciones:

- el espesor de garganta de un cordón de soldadura en ángulo no será menor de 3 mm.
- en el caso de soldadura con penetración profunda se podrá tomar el espesor de garganta dado en la figura 8.9.c) siempre que se demuestre por ensayos que se puede conseguir de forma estable la penetración requerida.

La soldadura de ángulo será suficiente si, con las tensiones de cálculo, se cumple:

siendo

β_w: coeficiente de correlación dado en la tabla 8.1.

f_u: resistencia última a tracción de la pieza más débil de la unión.

σ_⊥: tensión normal perpendicular al plano de la garganta.

σ_{||}: tensión normal paralela al eje del cordón. No actúa en el plano de comprobación ni se tiene en cuenta en las comprobaciones a realizar.

τ_⊥: tensión tangencial (en el plano de la garganta) perpendicular al eje del cordón.

τ_{||}: tensión tangencial (en el plano de la garganta) paralelo al eje del cordón.

Comprobaciones geométricas									
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)				
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	11	113	18.0	75.32				
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	5	217	11.0	90.00				
Soldadura del rigidizador intermedio a las alas	En ángulo	11	113	18.0	90.00				
Soldadura del rigidizador intermedio al alma	En ángulo	5	208	11.0	90.00				
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	11	113	18.0	90.00				
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	5	208	11.0	90.00				
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	11	113	18.0	75.32				
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	5	217	11.0	90.00				
Soldadura del rigidizador intermedio a las alas	En ángulo	11	113	18.0	90.00				
Soldadura del rigidizador intermedio al alma	En ángulo	5	208	11.0	90.00				
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	11	113	18.0	90.00				
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	5	208	11.0	90.00				
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>									
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises				Tensión normal		f _u (N/mm ²)	β _w	
	σ _⊥ (N/mm ²)	τ _⊥ (N/mm ²)	τ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm ²)			Aprov. (%)
Soldadura del rigidizador superior a las alas	55.1	71.4	0.9	135.5	32.43	55.1	14.66	470.0	0.90



APÉNDICE Nº 3.1. DEPÓSITO DE SAL.
NOTA DE CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA METÁLICA.

Proyecto de depósito de sal cubierto en carretera N-240 P.K. 37+000.

Febrero 2022

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm ²)	β _w
	σ _⊥ (N/mm ²)	τ _⊥ (N/mm ²)	τ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	106.4	184.2	44.09	0.0	0.00	470.0	0.90
Soldadura del rigidizador intermedio a las alas	0.3	0.3	6.3	10.9	2.60	0.3	0.09	470.0	0.90
Soldadura del rigidizador intermedio al alma	0.0	0.0	0.6	1.0	0.24	0.0	0.00	470.0	0.90
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	75.4	75.4	0.4	150.7	36.08	75.4	20.04	470.0	0.90
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	127.4	220.7	52.81	0.0	0.00	470.0	0.90
Soldadura del rigidizador superior a las alas	55.1	71.4	0.9	135.4	32.41	55.1	14.65	470.0	0.90
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	106.4	184.2	44.09	0.0	0.00	470.0	0.90
Soldadura del rigidizador intermedio a las alas	0.3	0.3	6.3	10.9	2.60	0.3	0.09	470.0	0.90
Soldadura del rigidizador intermedio al alma	0.0	0.0	0.8	1.4	0.32	0.0	0.00	470.0	0.90
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	75.4	75.4	0.4	150.8	36.10	75.4	20.05	470.0	0.90
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	127.4	220.7	52.83	0.0	0.00	470.0	0.90

2) Viga (a) HEB280

Cordones de soldadura

Disposiciones constructivas y clasificación (CTE DB SE-A 8.6.1).

Las prescripciones que siguen serán aplicables cuando los elementos a unir tienen al menos 4 mm de espesor y son de aceros estructurales soldables.

Soldadura en ángulo. Se utiliza para unir elementos cuyas caras de fusión forman un ángulo (a) comprendido entre 60° y 120°. Pueden ser uniones en T o de solape (figura 8.6).

En el caso de uniones en T

- si a > 120° ⇒ No se considerará que se pueden transmitir esfuerzos.
- si a < 60° ⇒ Se considerará como soldadura a tope con penetración parcial.

La longitud efectiva de un cordón de soldadura en ángulo será la total del cordón siempre que se mantenga el espesor de garganta nominal (véase figura 8.9), pero no se considerarán cordones cuya longitud sea inferior a 40 mm o a seis veces el ancho de garganta.

Resistencia de cálculo de las soldaduras en ángulo (CTE DB SE-A 8.6.2).

Espesor de garganta del cordón en ángulo. Se observarán las siguientes limitaciones:

- el espesor de garganta de un cordón de soldadura en ángulo no será menor de 3 mm.
- en el caso de soldadura con penetración profunda se podrá tomar el espesor de garganta dado en la figura 8.9.c) siempre que se demuestre por ensayos que se puede conseguir de forma estable la penetración requerida.



APÉNDICE Nº 3.1. DEPÓSITO DE SAL.
NOTA DE CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA METÁLICA.

Proyecto de depósito de sal cubierto en carretera N-240 P.K. 37+000.

Febrero 2022

La soldadura de ángulo será suficiente si, con las tensiones de cálculo, se cumple:

siendo

β_w: coeficiente de correlación dado en la tabla 8.1.

f_u: resistencia última a tracción de la pieza más débil de la unión.

σ_⊥: tensión normal perpendicular al plano de la garganta.

σ_{||}: tensión normal paralela al eje del cordón. No actúa en el plano de comprobación ni se tiene en cuenta en las comprobaciones a realizar.

τ_⊥: tensión tangencial (en el plano de la garganta) perpendicular al eje del cordón.

τ_{||}: tensión tangencial (en el plano de la garganta) paralelo al eje del cordón.

Comprobaciones geométricas									
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)				
Soldadura del ala superior	En ángulo	11	280	18.0	77.11				
Soldadura del alma	En ángulo	6	201	10.5	90.00				
Soldadura del ala inferior	En ángulo	11	280	18.0	77.11				
a: Espesor garganta l: Longitud efectiva t: Espesor de piezas									
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm²)	β _w
	σ _⊥ (N/mm²)	τ _⊥ (N/mm²)	τ (N/mm²)	Valor (N/mm²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	0.3	0.4	3.6	6.3	1.50	0.3	0.09	470.0	0.90
Soldadura del alma	0.2	0.2	21.0	36.3	8.69	0.3	0.07	470.0	0.90
Soldadura del ala inferior	0.4	0.3	3.6	6.3	1.50	0.4	0.11	470.0	0.90

3) Viga (b) HEB280

– Alma

Cargas Concentradas (CTE DB SE A, 6.3.3.5)

No es necesario rigidizar el alma de una pieza sometida a cargas concentradas actuando sobre las alas si se cumple que:

0.11 ≤ 1 ✓

Donde:

F_{Ed}: Valor de cálculo de la carga concentrada,

F_{Ed} : 92.35 kN

F_{b,Rd}: Resistencia de cálculo del alma frente a cargas concentradas.

F_{b,Rd} : 825.03 kN

La resistencia de cálculo del alma frente a cargas concentradas viene dada por:

Donde:



APÉNDICE Nº 3.1. DEPÓSITO DE SAL.
NOTA DE CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA METÁLICA.

Proyecto de depósito de sal cubierto en carretera N-240 P.K. 37+000.

Febrero 2022

L_{ef} : 232.00 mm

χ_F : 1.00

$\bar{\lambda}_F$: 0.42

F_{cr} : 5386.78 kN

Los valores de I_y y de k_F dependen del caso considerado, de entre los representados en la figura 6.6:
- Caso a): carga (o reacción) aplicada a un ala y equilibrada por cortantes en el alma.

k_F : 6.01

I_y : 232

viniendo cada coeficiente dado por las expresiones:

m_1 : 26.67

(cabe aproximar $\bar{\lambda}_F$ con la obtenida usando $m_2=0$ para aproximar I_y)

m_2 : 0.00

Donde:

- s_s : Longitud de la entrega rígida de la carga.
- t_w : Espesor del alma.
- t_f : Espesor del ala.
- f_{yw} : Tensión de límite elástico del alma.
- f_{yb} : Tensión de límite elástico del ala.
- E : Módulo de elasticidad.
- d : distancia entre alas

- s_s : 11 mm
- t_w : 11 mm
- t_f : 18 mm
- f_{yw} : 355.00 N/mm²
- f_{yb} : 355.00 N/mm²
- E : 210000.0 N/mm²
- d : 244 mm

Cordones de soldadura

Disposiciones constructivas y clasificación (CTE DB SE-A 8.6.1).

Las prescripciones que siguen serán aplicables cuando los elementos a unir tienen al menos 4 mm de espesor y son de aceros estructurales soldables.

Soldadura en ángulo. Se utiliza para unir elementos cuyas caras de fusión forman un ángulo (a) comprendido entre 60° y 120°. Pueden ser uniones en T o de solape (figura 8.6).
En el caso de uniones en T
- si $a > 120^\circ \Rightarrow$ No se considerará que se pueden transmitir esfuerzos.



APÉNDICE Nº 3.1. DEPÓSITO DE SAL.
NOTA DE CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA METÁLICA.

Proyecto de depósito de sal cubierto en carretera N-240 P.K. 37+000.

Febrero 2022

- si $a < 60^\circ \Rightarrow$ Se considerará como soldadura a tope con penetración parcial.

La longitud efectiva de un cordón de soldadura en ángulo será la total del cordón siempre que se mantenga el espesor de garganta nominal (véase figura 8.9), pero no se considerarán cordones cuya longitud sea inferior a 40 mm o a seis veces el ancho de garganta.

Resistencia de cálculo de las soldaduras en ángulo (CTE DB SE-A 8.6.2).

Espesor de garganta del cordón en ángulo. Se observarán las siguientes limitaciones:

- el espesor de garganta de un cordón de soldadura en ángulo no será menor de 3 mm.
- en el caso de soldadura con penetración profunda se podrá tomar el espesor de garganta dado en la figura 8.9.c) siempre que se demuestre por ensayos que se puede conseguir de forma estable la penetración requerida.

La soldadura de ángulo será suficiente si, con las tensiones de cálculo, se cumple:

siendo

- β_w : coeficiente de correlación dado en la tabla 8.1.
- f_u : resistencia última a tracción de la pieza más débil de la unión.
- $\sigma_\perp$: tensión normal perpendicular al plano de la garganta.
- $\sigma_{||}$: tensión normal paralela al eje del cordón. No actúa en el plano de comprobación ni se tiene en cuenta en las comprobaciones a realizar.
- $\tau_\perp$: tensión tangencial (en el plano de la garganta) perpendicular al eje del cordón.
- $\tau_{||}$: tensión tangencial (en el plano de la garganta) paralelo al eje del cordón.

Comprobaciones geométricas									
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)				
Soldadura del ala superior	En ángulo	11	280	18.0	77.11				
Soldadura del alma	En ángulo	6	201	10.5	90.00				
Soldadura del ala inferior	En ángulo	11	280	18.0	77.11				
Soldadura del alma de la cartela	En ángulo	6	234	10.5	90.00				
Soldadura del ala de la cartela	En ángulo	11	280	18.0	70.10				
Soldadura del alma de la cartela al ala inferior	En ángulo	7	2000	10.5	90.00				
Soldadura del ala de la cartela al ala inferior	En ángulo	13	280	18.0	82.99				
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>									
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm²)	β _w
	σ _⊥ (N/mm²)	τ _⊥ (N/mm²)	τ (N/mm²)	Valor (N/mm²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	72.5	57.8	0.4	123.6	29.59	72.5	19.29	470.0	0.90
Soldadura del alma	53.8	53.8	24.8	115.8	27.73	53.8	14.31	470.0	0.90
Soldadura del ala inferior	0.0	0.0	1.9	3.3	0.80	0.0	0.00	470.0	0.90
Soldadura del alma de la cartela	61.9	61.9	24.8	131.1	31.37	61.9	16.47	470.0	0.90
Soldadura del ala de la cartela	60.2	85.8	0.1	160.3	38.36	77.3	20.56	470.0	0.90



APÉNDICE Nº 3.1. DEPÓSITO DE SAL.
NOTA DE CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA METÁLICA.

Proyecto de depósito de sal cubierto en carretera N-240 P.K. 37+000.

Febrero 2022

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm ²)	β _w
	σ _⊥ (N/mm ²)	τ _⊥ (N/mm ²)	τ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del alma de la cartela al ala inferior	0.0	0.0	14.3	24.7	5.92	0.0	0.00	470.0	0.90
Soldadura del ala de la cartela al ala inferior	La comprobación no procede.							470.0	0.90

4) Viga (c) HEB140

– Alma

Resistencia de la zona soldada (Criterio de CYPE, basado en CTE DB SE-A, 6.1)

Debe cumplirse:

$106.04 \text{ N/mm}^2 \leq 338.10 \text{ N/mm}^2$ ✓

Donde:

F_x : Esfuerzo solicitante en la dirección x	F_x : <u>-44.50</u> kN
F_y : Esfuerzo solicitante en la dirección y	F_y : <u>0.00</u> kN
F_z : Esfuerzo solicitante en la dirección z	F_z : <u>-1.12</u> kN
A : Área de la zona soldada del alma	A : <u>420</u> mm
f_y : Tensión de límite elástico.	f_y : <u>355.00</u> N/mm ²
γ_{MO} : Coeficiente parcial de seguridad relativo a la plastificación del material.	γ_{MO} : <u>1.05</u>

Cordones de soldadura

Disposiciones constructivas y clasificación (CTE DB SE-A 8.6.1).

Las prescripciones que siguen serán aplicables cuando los elementos a unir tienen al menos 4 mm de espesor y son de aceros estructurales soldables.

Soldadura en ángulo. Se utiliza para unir elementos cuyas caras de fusión forman un ángulo (a) comprendido entre 60° y 120°. Pueden ser uniones en T o de solape (figura 8.6). En el caso de uniones en T

- si a > 120° ⇒ No se considerará que se pueden transmitir esfuerzos.
- si a < 60° ⇒ Se considerará como soldadura a tope con penetración parcial.

La longitud efectiva de un cordón de soldadura en ángulo será la total del cordón siempre que se mantenga el espesor de garganta nominal (véase figura 8.9), pero no se considerarán cordones cuya longitud sea inferior a 40 mm o a seis veces el ancho de garganta.

Resistencia de cálculo de las soldaduras en ángulo (CTE DB SE-A 8.6.2).

Espesor de garganta del cordón en ángulo. Se observarán las siguientes limitaciones:

- el espesor de garganta de un cordón de soldadura en ángulo no será menor de 3 mm.



APÉNDICE Nº 3.1. DEPÓSITO DE SAL.
NOTA DE CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA METÁLICA.

Proyecto de depósito de sal cubierto en carretera N-240 P.K. 37+000.

Febrero 2022

- en el caso de soldadura con penetración profunda se podrá tomar el espesor de garganta dado en la figura 8.9.c) siempre que se demuestre por ensayos que se puede conseguir de forma estable la penetración requerida.

La soldadura de ángulo será suficiente si, con las tensiones de cálculo, se cumple:

siendo

- β_w: coeficiente de correlación dado en la tabla 8.1.
- f_u: resistencia última a tracción de la pieza más débil de la unión.
- σ_⊥: tensión normal perpendicular al plano de la garganta.
- σ_{||}: tensión normal paralela al eje del cordón. No actúa en el plano de comprobación ni se tiene en cuenta en las comprobaciones a realizar.
- τ_⊥: tensión tangencial (en el plano de la garganta) perpendicular al eje del cordón.
- τ_{||}: tensión tangencial (en el plano de la garganta) paralelo al eje del cordón.

Comprobaciones geométricas									
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)				
Soldadura del alma	En ángulo	4	60	7.0	90.00				
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>									
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm²)	β _w
	σ _⊥ (N/mm²)	τ _⊥ (N/mm²)	τ (N/mm²)	Valor (N/mm²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm²)	Aprov. (%)		
Soldadura del alma	65.5	65.5	2.3	131.2	31.39	65.6	17.43	470.0	0.90

5) Viga (d) HEB140

– Alma

Resistencia de la zona soldada (Criterio de CYPE, basado en CTE DB SE-A, 6.1)

Debe cumplirse:

$7.48 \text{ N/mm}^2 \leq 338.10 \text{ N/mm}^2$ ✓

Donde:

F_x : Esfuerzo solicitante en la dirección x	F_x : <u>-2.48</u> kN
F_y : Esfuerzo solicitante en la dirección y	F_y : <u>0.00</u> kN
F_z : Esfuerzo solicitante en la dirección z	F_z : <u>-1.12</u> kN
A : Área de la zona soldada del alma	A : <u>420</u> mm
f_y : Tensión de límite elástico.	f_y : <u>355.00</u> N/mm ²
γ_{MO} : Coeficiente parcial de seguridad relativo a la plastificación del material.	γ_{MO} : <u>1.05</u>

Cordones de soldadura

Disposiciones constructivas y clasificación (CTE DB SE-A 8.6.1).

Las prescripciones que siguen serán aplicables cuando los elementos a unir tienen al menos 4 mm de espesor y son de aceros estructurales soldables.

Soldadura en ángulo. Se utiliza para unir elementos cuyas caras de fusión forman un ángulo (a) comprendido entre 60° y 120°. Pueden ser uniones en T o de solape (figura 8.6).

En el caso de uniones en T

- si $a > 120^\circ \Rightarrow$ No se considerará que se pueden transmitir esfuerzos.
- si $a < 60^\circ \Rightarrow$ Se considerará como soldadura a tope con penetración parcial.

La longitud efectiva de un cordón de soldadura en ángulo será la total del cordón siempre que se mantenga el espesor de garganta nominal (véase figura 8.9), pero no se considerarán cordones cuya longitud sea inferior a 40 mm o a seis veces el ancho de garganta.

Resistencia de cálculo de las soldaduras en ángulo (CTE DB SE-A 8.6.2).

Espesor de garganta del cordón en ángulo. Se observarán las siguientes limitaciones:

- el espesor de garganta de un cordón de soldadura en ángulo no será menor de 3 mm.
- en el caso de soldadura con penetración profunda se podrá tomar el espesor de garganta dado en la figura 8.9.c) siempre que se demuestre por ensayos que se puede conseguir de forma estable la penetración requerida.

La soldadura de ángulo será suficiente si, con las tensiones de cálculo, se cumple:

siendo

β_w : coeficiente de correlación dado en la tabla 8.1.

f_u : resistencia última a tracción de la pieza más débil de la unión.

$\sigma_\perp$: tensión normal perpendicular al plano de la garganta.

$\sigma_{||}$: tensión normal paralela al eje del cordón. No actúa en el plano de comprobación ni se tiene en cuenta en las comprobaciones a realizar.

$\tau_\perp$: tensión tangencial (en el plano de la garganta) perpendicular al eje del cordón.

$\tau_{||}$: tensión tangencial (en el plano de la garganta) paralelo al eje del cordón.

Comprobaciones geométricas									
Ref.		Tipo		a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)		
Soldadura del alma		En ángulo		4	60	7.0	90.00		
a: Espesor garganta l: Longitud efectiva t: Espesor de piezas									
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm²)	β _w
	σ _⊥ (N/mm²)	τ _⊥ (N/mm²)	τ (N/mm²)	Valor (N/mm²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm²)	Aprov. (%)		
Soldadura del alma		3.6	3.6	2.3	8.3	2.00	3.7	0.97	470.0 0.90

Unión 4

1) Pilar HEB200

– Panel

Esbeltez del alma del pilar (CTE DB SE-A, 6.3.3.4.)

La esbeltez del alma del pilar debe satisfacer la condición:

$18.89 \leq 56.95 \checkmark$

Donde:

d_{wc} : Canto del alma

$d_{wc} : \frac{170}{mm}$

t_{wc} : Espesor del alma.

$t_{wc} : \frac{9.0}{mm}$

$\varepsilon : 0.81$

f_y : Tensión de límite elástico.

$f_y : 355.00 \text{ N/mm}^2$

Resistencia a cortante del alma del pilar (CTE DB SE-A 8.8.6)

Debe cumplirse:

$133.76 \text{ kN} \leq 323.79 \text{ kN} \checkmark$

$V_{wp,Ed}$: Esfuerzo cortante de cálculo.

$V_{wp,Ed} : 133.76 \text{ kN}$

$V_{wp,Rd}$: Resistencia plástica de cálculo a cortante del alma

$V_{wp,Rd} : 323.79 \text{ kN}$

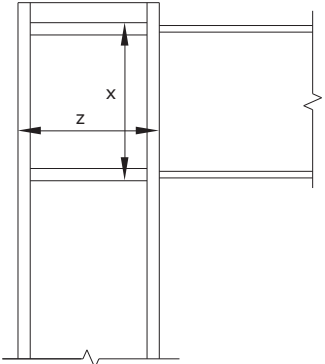
Donde:

A_{vc} : Área sometida a cortante

f_{yd} : Resistencia de cálculo.

$f_{yd} : 338.10 \text{ N/mm}^2$

Dirección	A_{vc} (mm ²)	$V_{wp,Ed}$ (kN)	$V_{wp,Rd}$ (kN)	Aprov. (%)
z	1800	130.39	316.22	41.23
x	1843	133.76	323.79	41.31





APÉNDICE Nº 3.1. DEPÓSITO DE SAL.
NOTA DE CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA METÁLICA.

Proyecto de depósito de sal cubierto en carretera N-240 P.K. 37+000.

Febrero 2022

– Rigidizador superior

Tensión de Von Mises en rigidizador (CTE DB SE-A, 6.1)

Debe cumplirse:

$47.64 \text{ N/mm}^2 \leq 338.10 \text{ N/mm}^2$ ✓

Donde:

σ : Tensión normal $\sigma : 47.64 \text{ N/mm}^2$

$F_{\perp}$: Esfuerzo de cálculo normal de la sección $F_{\perp} : 55.02 \text{ kN}$
 $L_{\perp}$: Anchura efectiva para esfuerzos normales $L_{\perp} : 77 \text{ mm}$
 τ : Tensión tangencial $\tau : 0.46 \text{ N/mm}^2$

$F_{\parallel}$: Esfuerzo de cálculo tangencial de la sección $F_{\parallel} : 0.53 \text{ kN}$
 $L_{\parallel}$: Anchura efectiva para esfuerzos tangenciales $L_{\parallel} : 77 \text{ mm}$
 t : Espesor $t : 15.0 \text{ mm}$
 f_y : Tensión de límite elástico. $f_y : 355.00 \text{ N/mm}^2$
 γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad relativo a la plastificación del material. $\gamma_{M0} : 1.05$

– Rigidizador inferior

Tensión de Von Mises en rigidizador (CTE DB SE-A, 6.1)

Debe cumplirse:

$51.96 \text{ N/mm}^2 \leq 338.10 \text{ N/mm}^2$ ✓

Donde:

σ : Tensión normal $\sigma : -51.96 \text{ N/mm}^2$

$F_{\perp}$: Esfuerzo de cálculo normal de la sección $F_{\perp} : -60.01 \text{ kN}$
 $L_{\perp}$: Anchura efectiva para esfuerzos normales $L_{\perp} : 77 \text{ mm}$
 τ : Tensión tangencial $\tau : -0.33 \text{ N/mm}^2$

$F_{\parallel}$: Esfuerzo de cálculo tangencial de la sección $F_{\parallel} : -0.38 \text{ kN}$
 $L_{\parallel}$: Anchura efectiva para esfuerzos tangenciales $L_{\parallel} : 77 \text{ mm}$
 t : Espesor $t : 15.0 \text{ mm}$
 f_y : Tensión de límite elástico. $f_y : 355.00 \text{ N/mm}^2$
 γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad relativo a la plastificación del material. $\gamma_{M0} : 1.05$



APÉNDICE Nº 3.1. DEPÓSITO DE SAL.
NOTA DE CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA METÁLICA.

Proyecto de depósito de sal cubierto en carretera N-240 P.K. 37+000.

Febrero 2022

– Rigidizador superior

Tensión de Von Mises en rigidizador (CTE DB SE-A, 6.1)

Debe cumplirse:

$47.86 \text{ N/mm}^2 \leq 338.10 \text{ N/mm}^2$ ✓

Donde:

σ : Tensión normal $\sigma : 47.85 \text{ N/mm}^2$

$F_{\perp}$: Esfuerzo de cálculo normal de la sección $F_{\perp} : 55.27 \text{ kN}$
 $L_{\perp}$: Anchura efectiva para esfuerzos normales $L_{\perp} : 77 \text{ mm}$
 τ : Tensión tangencial $\tau : 0.46 \text{ N/mm}^2$

$F_{\parallel}$: Esfuerzo de cálculo tangencial de la sección $F_{\parallel} : 0.53 \text{ kN}$
 $L_{\parallel}$: Anchura efectiva para esfuerzos tangenciales $L_{\parallel} : 77 \text{ mm}$
 t : Espesor $t : 15.0 \text{ mm}$
 f_y : Tensión de límite elástico. $f_y : 355.00 \text{ N/mm}^2$
 γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad relativo a la plastificación del material. $\gamma_{M0} : 1.05$

– Rigidizador inferior

Tensión de Von Mises en rigidizador (CTE DB SE-A, 6.1)

Debe cumplirse:

$51.74 \text{ N/mm}^2 \leq 338.10 \text{ N/mm}^2$ ✓

Donde:

σ : Tensión normal $\sigma : -51.74 \text{ N/mm}^2$

$F_{\perp}$: Esfuerzo de cálculo normal de la sección $F_{\perp} : -59.76 \text{ kN}$
 $L_{\perp}$: Anchura efectiva para esfuerzos normales $L_{\perp} : 77 \text{ mm}$
 τ : Tensión tangencial $\tau : -0.33 \text{ N/mm}^2$

$F_{\parallel}$: Esfuerzo de cálculo tangencial de la sección $F_{\parallel} : -0.38 \text{ kN}$
 $L_{\parallel}$: Anchura efectiva para esfuerzos tangenciales $L_{\parallel} : 77 \text{ mm}$
 t : Espesor $t : 15.0 \text{ mm}$
 f_y : Tensión de límite elástico. $f_y : 355.00 \text{ N/mm}^2$
 γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad relativo a la plastificación del material. $\gamma_{M0} : 1.05$

– Comprobaciones por unión con elemento "

– Ala

Cortante en el ala por los rigidizadores (CTE DB SE-A, 6.1)

Debe cumplirse:

$44.98 \text{ N/mm}^2 \leq 338.10 \text{ N/mm}^2$ ✓

Donde:

σ : Tensión normal	σ : <u>44.97</u> N/mm ²
τ : Tensión tangencial	τ : <u>0.49</u> N/mm ²
f_y : Tensión de límite elástico.	f_y : <u>355.00</u> N/mm ²
γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad relativo a la plastificación del material.	γ_{M0} : <u>1.05</u>

– Comprobaciones por unión con elemento 'Viga (c) HEB140'

– Alma

Punzonamiento (Criterio de CYPE, basado en Tabla 7.13 EN 1993-1-8: 2005)

Debe cumplirse:

$12.12 \text{ kN} \leq 231.47 \text{ kN}$ ✓

Donde:

N_{Ed} : Esfuerzo de cálculo	N_{Ed} : <u>12.12</u> kN
N_{Rd} : Resistencia de cálculo a punzonamiento. Resistencia plástica a cortante en el perímetro de la chapa lateral, $V_{pl,Rd}$	N_{Rd} : <u>231.47</u> kN

Esfuerzo cortante

Donde:

A_v : Área sometida a cortante	A_v : <u>1026</u> mm ²
t : Espesor del elemento en la superficie de unión	t : <u>9.0</u> mm
t_p : Espesor del elemento de unión	t_p : <u>7.0</u> mm
h_p : Altura del elemento de unión	h_p : <u>50</u> mm
f_u : resistencia última a tracción de la pieza más débil de la unión.	f_u : <u>470.00</u> N/mm ²
γ_{M2} : Coeficiente parcial de seguridad relativo a la resistencia última del material o sección, y a la resistencia de los medios de unión.	γ_{M2} : <u>1.25</u>

Resistencia a flexión del alma (Criterio de CYPE, basado en Tabla 7.13 EN 1993-1-8: 2005)

Debe cumplirse:

$12.12 \text{ kN} \leq 80.42 \text{ kN}$ ✓

N_{Ed} : Esfuerzo de cálculo	N_{Ed} : <u>12.12</u> kN
N_{Rd} : Resistencia de cálculo del alma a flexión	N_{Rd} : <u>80.42</u> kN

Donde:

t_w : Espesor del alma.	t_w : <u>9.0</u> mm
k_m : Coeficiente de interacción	k_m : <u>1.00</u>
	μ : <u>0.35</u>

h_p : Altura del elemento de unión	h_p : <u>50</u> mm
h_{iw} : Canto del alma entre radios de acuerdo	h_{iw} : <u>141</u> mm

β : 0.05

t_p : Espesor del elemento de unión	t_p : <u>7.0</u> mm
W_{pl} : Modulo plástico resistente	W_{pl} : <u>506</u> mm ³

I_{ch} : Longitud de la línea de charnela	I_{ch} : <u>25</u> mm
---	-------------------------

f_y : Tensión de límite elástico.	f_y : <u>355.00</u> N/mm ²
γ_{M5} : Coeficiente parcial de seguridad para la resistencia en las uniones entre piezas de sección tubular.	γ_{M5} : <u>1.00</u>

Cordones de soldadura

Disposiciones constructivas y clasificación (CTE DB SE-A 8.6.1).

Las prescripciones que siguen serán aplicables cuando los elementos a unir tienen al menos 4 mm de espesor y son de aceros estructurales soldables.

Soldadura en ángulo. Se utiliza para unir elementos cuyas caras de fusión forman un ángulo (α) comprendido entre 60° y 120°. Pueden ser uniones en T o de solape (figura 8.6).

En el caso de uniones en T

- si $\alpha > 120^\circ \Rightarrow$ No se considerará que se pueden transmitir esfuerzos.
- si $\alpha < 60^\circ \Rightarrow$ Se considerará como soldadura a tope con penetración parcial.

La longitud efectiva de un cordón de soldadura en ángulo será la total del cordón siempre que se mantenga el espesor de garganta nominal (véase figura 8.9), pero no se considerarán cordones cuya longitud sea inferior a 40 mm o a seis veces el ancho de garganta.

Resistencia de cálculo de las soldaduras en ángulo (CTE DB SE-A 8.6.2).

Espesor de garganta del cordón en ángulo. Se observarán las siguientes limitaciones:

- el espesor de garganta de un cordón de soldadura en ángulo no será menor de 3 mm.
- en el caso de soldadura con penetración profunda se podrá tomar el espesor de garganta dado en la figura 8.9.c) siempre que se demuestre por ensayos que se puede conseguir de forma estable la penetración requerida.



APÉNDICE Nº 3.1. DEPÓSITO DE SAL.
NOTA DE CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA METÁLICA.

Proyecto de depósito de sal cubierto en carretera N-240 P.K. 37+000.

Febrero 2022

La soldadura de ángulo será suficiente si, con las tensiones de cálculo, se cumple:

siendo

- β_w : coeficiente de correlación dado en la tabla 8.1.
- f_u : resistencia última a tracción de la pieza más débil de la unión.
- $\sigma_{\perp}$: tensión normal perpendicular al plano de la garganta.
- $\sigma_{||}$: tensión normal paralela al eje del cordón. No actúa en el plano de comprobación ni se tiene en cuenta en las comprobaciones a realizar.
- $\tau_{\perp}$: tensión tangencial (en el plano de la garganta) perpendicular al eje del cordón.
- $\tau_{||}$: tensión tangencial (en el plano de la garganta) paralelo al eje del cordón.

Comprobaciones geométricas									
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)				
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	9	77	15.0	74.93				
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	4	140	9.0	90.00				
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	9	77	15.0	74.93				
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	4	140	9.0	90.00				
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	9	77	15.0	74.93				
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	4	140	9.0	90.00				
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	9	77	15.0	74.93				
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	4	140	9.0	90.00				
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>									
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm ²)	β _w
	σ _⊥ (N/mm ²)	τ _⊥ (N/mm ²)	τ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del rigidizador superior a las alas	24.1	31.5	0.4	59.7	14.29	24.2	6.42	470.0	0.90
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	49.9	86.4	20.67	0.0	0.00	470.0	0.90
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	26.3	34.4	0.3	65.1	15.58	26.3	7.01	470.0	0.90
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	54.5	94.3	22.58	0.0	0.00	470.0	0.90
Soldadura del rigidizador superior a las alas	24.3	31.7	0.4	60.0	14.35	24.3	6.45	470.0	0.90
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	50.1	86.7	20.75	0.0	0.00	470.0	0.90
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	26.2	34.2	0.3	64.8	15.52	26.2	6.98	470.0	0.90
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	54.2	93.9	22.47	0.0	0.00	470.0	0.90



APÉNDICE Nº 3.1. DEPÓSITO DE SAL.
NOTA DE CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA METÁLICA.

Proyecto de depósito de sal cubierto en carretera N-240 P.K. 37+000.

Febrero 2022

2) Viga (b) HEB200

Cordones de soldadura

Disposiciones constructivas y clasificación (CTE DB SE-A 8.6.1).

Las prescripciones que siguen serán aplicables cuando los elementos a unir tienen al menos 4 mm de espesor y son de aceros estructurales soldables.

- Soldadura en ángulo. Se utiliza para unir elementos cuyas caras de fusión forman un ángulo (a) comprendido entre 60° y 120°. Pueden ser uniones en T o de solape (figura 8.6). En el caso de uniones en T
- si $a > 120^\circ \Rightarrow$ No se considerará que se pueden transmitir esfuerzos.
 - si $a < 60^\circ \Rightarrow$ Se considerará como soldadura a tope con penetración parcial.

La longitud efectiva de un cordón de soldadura en ángulo será la total del cordón siempre que se mantenga el espesor de garganta nominal (véase figura 8.9), pero no se considerarán cordones cuya longitud sea inferior a 40 mm o a seis veces el ancho de garganta.

Resistencia de cálculo de las soldaduras en ángulo (CTE DB SE-A 8.6.2).

Espesor de garganta del cordón en ángulo. Se observarán las siguientes limitaciones:

- el espesor de garganta de un cordón de soldadura en ángulo no será menor de 3 mm.
- en el caso de soldadura con penetración profunda se podrá tomar el espesor de garganta dado en la figura 8.9.c) siempre que se demuestre por ensayos que se puede conseguir de forma estable la penetración requerida.

La soldadura de ángulo será suficiente si, con las tensiones de cálculo, se cumple:

siendo

- β_w : coeficiente de correlación dado en la tabla 8.1.
- f_u : resistencia última a tracción de la pieza más débil de la unión.
- $\sigma_{\perp}$: tensión normal perpendicular al plano de la garganta.
- $\sigma_{||}$: tensión normal paralela al eje del cordón. No actúa en el plano de comprobación ni se tiene en cuenta en las comprobaciones a realizar.
- $\tau_{\perp}$: tensión tangencial (en el plano de la garganta) perpendicular al eje del cordón.
- $\tau_{||}$: tensión tangencial (en el plano de la garganta) paralelo al eje del cordón.

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del ala superior	En ángulo	9	200	15.0	77.11
Soldadura del alma	En ángulo	5	137	9.0	90.00
Soldadura del ala inferior	En ángulo	9	200	15.0	77.11
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>					



APÉNDICE Nº 3.1. DEPÓSITO DE SAL.
NOTA DE CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA METÁLICA.

Proyecto de depósito de sal cubierto en carretera N-240 P.K. 37+000.

Febrero 2022

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm ²)	β _w
	σ _⊥ (N/mm ²)	τ _⊥ (N/mm ²)	τ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	0.5	0.7	0.0	1.3	0.31	0.5	0.14	470.0	0.90
Soldadura del alma	0.4	0.4	0.7	1.4	0.33	0.4	0.10	470.0	0.90
Soldadura del ala inferior	0.7	0.5	0.0	1.2	0.28	0.7	0.18	470.0	0.90

3) Viga (a) HEB200

Cordones de soldadura

Disposiciones constructivas y clasificación (CTE DB SE-A 8.6.1).

Las prescripciones que siguen serán aplicables cuando los elementos a unir tienen al menos 4 mm de espesor y son de aceros estructurales soldables.

Soldadura en ángulo. Se utiliza para unir elementos cuyas caras de fusión forman un ángulo (a) comprendido entre 60° y 120°. Pueden ser uniones en T o de solape (figura 8.6).

En el caso de uniones en T

- si a > 120° ⇒ No se considerará que se pueden transmitir esfuerzos.
- si a < 60° ⇒ Se considerará como soldadura a tope con penetración parcial.

La longitud efectiva de un cordón de soldadura en ángulo será la total del cordón siempre que se mantenga el espesor de garganta nominal (véase figura 8.9), pero no se considerarán cordones cuya longitud sea inferior a 40 mm o a seis veces el ancho de garganta.

Resistencia de cálculo de las soldaduras en ángulo (CTE DB SE-A 8.6.2).

Espesor de garganta del cordón en ángulo. Se observarán las siguientes limitaciones:

- el espesor de garganta de un cordón de soldadura en ángulo no será menor de 3 mm.
- en el caso de soldadura con penetración profunda se podrá tomar el espesor de garganta dado en la figura 8.9.c) siempre que se demuestre por ensayos que se puede conseguir de forma estable la penetración requerida.

La soldadura de ángulo será suficiente si, con las tensiones de cálculo, se cumple:

siendo

β_w: coeficiente de correlación dado en la tabla 8.1.

f_u: resistencia última a tracción de la pieza más débil de la unión.

σ_⊥: tensión normal perpendicular al plano de la garganta.

σ_{||}: tensión normal paralela al eje del cordón. No actúa en el plano de comprobación ni se tiene en cuenta en las comprobaciones a realizar.

τ_⊥: tensión tangencial (en el plano de la garganta) perpendicular al eje del cordón.

τ_{||}: tensión tangencial (en el plano de la garganta) paralelo al eje del cordón.



APÉNDICE Nº 3.1. DEPÓSITO DE SAL.
NOTA DE CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA METÁLICA.

Proyecto de depósito de sal cubierto en carretera N-240 P.K. 37+000.

Febrero 2022

Comprobaciones geométricas									
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)				
Soldadura del ala superior	En ángulo	9	200	15.0	77.11				
Soldadura del alma	En ángulo	5	137	9.0	90.00				
Soldadura del ala inferior	En ángulo	9	200	15.0	77.11				
a: Espesor garganta l: Longitud efectiva t: Espesor de piezas									
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm²)	β _w
	σ _⊥ (N/mm²)	τ _⊥ (N/mm²)	τ (N/mm²)	Valor (N/mm²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	34.3	27.3	0.2	58.4	13.99	34.3	9.12	470.0	0.90
Soldadura del alma	21.5	21.5	14.0	49.5	11.84	21.5	5.73	470.0	0.90
Soldadura del ala inferior	29.2	36.6	0.1	69.8	16.70	29.2	7.76	470.0	0.90

4) Viga (c) HEB140

– Alma

Resistencia a pandeo local (Criterio de CYPE, basado en CTE DB SE-A, 6.3.2)

Debe cumplirse:

11.82 N/mm² ≤ 132.13 N/mm² ✓

Donde:

σ_{c,Ed}: Valor de cálculo de la tensión normal de compresión.

σ_{c,Ed} : 11.82 N/mm²

σ_{b,Rd}: Tensión resistente de cálculo a pandeo del elemento comprimido.

σ_{b,Rd} : 132.13 N/mm²

La resistencia de cálculo a pandeo de un elemento sometido a compresión se determinará del siguiente modo:

Donde:

χ: coeficiente de reducción para el modo de pandeo considerado

χ : 0.39

f_{yd}: resistencia de cálculo del acero, tomando f_{yd} = f_y / γ_{M1} con γ_{M1} = 1.05

f_{yd} : 3.32 N/mm²

6.3.2.1 Barras de sección constante y axil constante

siendo

φ : 1.61

α: Coeficiente de imperfección

α : 0.49

λ̄ : 1.30

Donde:

β : Coeficiente de pandeo
L: Longitud hasta la primera columna de tornillos
t: Espesor de la chapa
E: Módulo de elasticidad

β : 2.00
L : 100 mm
t : 7.0 mm
E : 210000.00 N/mm²

Resistencia de la zona soldada (Criterio de CYPE, basado en CTE DB SE-A, 6.1)

Debe cumplirse:

$35.06 \text{ N/mm}^2 \leq 338.10 \text{ N/mm}^2$ ✓

Donde:

F_x: Esfuerzo solicitante en la dirección x
F_y: Esfuerzo solicitante en la dirección y
F_z: Esfuerzo solicitante en la dirección z
A: Área de la zona soldada del alma
f_y: Tensión de límite elástico.
γ_{Mo}: Coeficiente parcial de seguridad relativo a la plastificación del material.

F_x : -12.12 kN
F_y : 0.00 kN
F_z : -1.12 kN
A : 350 mm
f_y : 355.00 N/mm²
γ_{Mo} : 1.05

Cordones de soldadura

Disposiciones constructivas y clasificación (CTE DB SE-A 8.6.1).

Las prescripciones que siguen serán aplicables cuando los elementos a unir tienen al menos 4 mm de espesor y son de aceros estructurales soldables.

Soldadura en ángulo. Se utiliza para unir elementos cuyas caras de fusión forman un ángulo (a) comprendido entre 60° y 120°. Pueden ser uniones en T o de solape (figura 8.6).
En el caso de uniones en T

- si a > 120° ⇒ No se considerará que se pueden transmitir esfuerzos.
- si a < 60° ⇒ Se considerará como soldadura a tope con penetración parcial.

La longitud efectiva de un cordón de soldadura en ángulo será la total del cordón siempre que se mantenga el espesor de garganta nominal (véase figura 8.9), pero no se considerarán cordones cuya longitud sea inferior a 40 mm o a seis veces el ancho de garganta.

Resistencia de cálculo de las soldaduras en ángulo (CTE DB SE-A 8.6.2).

Espesor de garganta del cordón en ángulo. Se observarán las siguientes limitaciones:

- el espesor de garganta de un cordón de soldadura en ángulo no será menor de 3 mm.
- en el caso de soldadura con penetración profunda se podrá tomar el espesor de garganta dado en la figura 8.9.c) siempre que se demuestre por ensayos que se puede conseguir de forma estable la penetración requerida.

La soldadura de ángulo será suficiente si, con las tensiones de cálculo, se cumple:

siendo

β_w : coeficiente de correlación dado en la tabla 8.1.
f_u: resistencia última a tracción de la pieza más débil de la unión.
 $\sigma_{\perp}$: tensión normal perpendicular al plano de la garganta.
 $\sigma_{\parallel}$: tensión normal paralela al eje del cordón. No actúa en el plano de comprobación ni se tiene en cuenta en las comprobaciones a realizar.
 $\tau_{\perp}$: tensión tangencial (en el plano de la garganta) perpendicular al eje del cordón.
 $\tau_{\parallel}$: tensión tangencial (en el plano de la garganta) paralelo al eje del cordón.

Comprobaciones geométricas									
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)				
Soldadura del alma	En ángulo	4	50	7.0	90.00				
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>									
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm ²)	β _w
	σ _⊥ (N/mm ²)	τ _⊥ (N/mm ²)	τ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del alma	21.4	21.4	2.8	43.1	10.32	21.4	5.70	470.0	0.90

Unión 5

1) Viga HEB200

– Rigidizadores

Resistencia de las secciones a corte (CTE DB SE-A, 6.2.4)

El esfuerzo cortante de cálculo V_{Ed} será menor que la resistencia de las secciones a cortante, V_{c,Rd}, que, en ausencia de torsión, será igual a la resistencia plástica:

$19.03 \text{ kN} \leq 290.57 \text{ kN}$ ✓

V_{Ed}: Esfuerzo cortante de cálculo.

V_{Ed} : 19.03 kN

V_{c,Rd}: Resistencia plástica de las secciones a cortante V_{pl,Rd}

V_{c,Rd} : 290.57 kN

Donde:

A_v: Área sometida a cortante

A_v : 1489 mm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo.

f_{yd} : 338.10 N/mm²

Resistencia de las secciones a tracción (CTE DB SE-A, 6.2.3)

El valor de cálculo del esfuerzo axil de tracción N_{Ed} deberá cumplir, para cualquier sección transversal:

$19.03 \text{ kN} \leq 246.47 \text{ kN}$ ✓

Donde:

N_{Ed} : Valor de cálculo del esfuerzo axil.

$N_{Ed} : 19.03 \text{ kN}$

$N_{t,Rd}$: Resistencia de cálculo de la sección a tracción.

$N_{t,Rd} : 246.47 \text{ kN}$

Donde:

A : Área sometida a tracción

$A : 729.00 \text{ mm}^2$

f_{yd} : Resistencia de cálculo.

$f_{yd} : 338.10 \text{ N/mm}^2$

f_y : Tensión de límite elástico.

$f_y : 355.00 \text{ N/mm}^2$

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad relativo a la plastificación del material.

$\gamma_{Mo} : 1.05$

Cordones de soldadura

Disposiciones constructivas y clasificación (CTE DB SE-A 8.6.1).

Las prescripciones que siguen serán aplicables cuando los elementos a unir tienen al menos 4 mm de espesor y son de aceros estructurales soldables.

Soldadura en ángulo. Se utiliza para unir elementos cuyas caras de fusión forman un ángulo (α) comprendido entre 60° y 120°. Pueden ser uniones en T o de solape (figura 8.6).

En el caso de uniones en T

- si $\alpha > 120^\circ \Rightarrow$ No se considerará que se pueden transmitir esfuerzos.
- si $\alpha < 60^\circ \Rightarrow$ Se considerará como soldadura a tope con penetración parcial.

La longitud efectiva de un cordón de soldadura en ángulo será la total del cordón siempre que se mantenga el espesor de garganta nominal (véase figura 8.9), pero no se considerarán cordones cuya longitud sea inferior a 40 mm o a seis veces el ancho de garganta.

Resistencia de cálculo de las soldaduras en ángulo (CTE DB SE-A 8.6.2).

Espesor de garganta del cordón en ángulo. Se observarán las siguientes limitaciones:

- el espesor de garganta de un cordón de soldadura en ángulo no será menor de 3 mm.
- en el caso de soldadura con penetración profunda se podrá tomar el espesor de garganta dado en la figura 8.9.c) siempre que se demuestre por ensayos que se puede conseguir de forma estable la penetración requerida.

La soldadura de ángulo será suficiente si, con las tensiones de cálculo, se cumple:

siendo

β_w : coeficiente de correlación dado en la tabla 8.1.

f_u : resistencia última a tracción de la pieza más débil de la unión.

$\sigma_\perp$: tensión normal perpendicular al plano de la garganta.

$\sigma_{||}$: tensión normal paralela al eje del cordón. No actúa en el plano de comprobación ni se tiene en cuenta en las comprobaciones a realizar.

$\tau_\perp$: tensión tangencial (en el plano de la garganta) perpendicular al eje del cordón.

$\tau_{||}$: tensión tangencial (en el plano de la garganta) paralelo al eje del cordón.

Comprobaciones geométricas									
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)				
Soldadura del rigidizador al alma	En ángulo	4	138	9.0	90.00				
Soldadura del rigidizador a las alas	En ángulo	4	68	9.0	77.11				
Soldadura de la chapa a los bordes exteriores del ala	En ángulo	3	210	15.0	90.00				
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>									
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm ²)	β _w
	σ _⊥ (N/mm ²)	τ _⊥ (N/mm ²)	τ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del rigidizador al alma	0.0	0.0	17.2	29.8	7.13	0.0	0.00	470.0	0.90
Soldadura del rigidizador a las alas	La comprobación no procede.							470.0	0.90
Soldadura de la chapa a los bordes exteriores del ala	25.9	25.9	6.7	53.1	12.71	25.9	6.89	470.0	0.90

2) Pilar HEB200

– Chapa frontal

Resistencia conjunta del alma del pilar y la chapa frontal (Criterio de CYPE)

La comprobación no procede.

Tensión de Von Mises en el alma del pilar (CTE DB SE-A, 6.1)

Debe cumplirse:

$23.49 \text{ N/mm}^2 \leq 338.10 \text{ N/mm}^2$ ✓

Donde:

σ : Tensión normal

$\sigma : -23.19 \text{ N/mm}^2$

τ_{yz} : Tensión tangencial yz

$\tau_{yz} : -0.23 \text{ N/mm}^2$

τ_{xz} : Tensión tangencial xz

$\tau_{xz} : 2.15 \text{ N/mm}^2$

f_y : Tensión de límite elástico.

$f_y : 355.00 \text{ N/mm}^2$

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad relativo a la plastificación del material.

$\gamma_{Mo} : 1.05$

– Alma

Resistencia a pandeo del alma (Criterio de CYPE)

Debe cumplirse:

$23.19 \text{ N/mm}^2 \leq 338.10 \text{ N/mm}^2$ ✓

σ_{Ed} : Valor de cálculo de la tensión normal de compresión.

$\sigma_{Ed} : 23.19 \text{ N/mm}^2$

σ_{Rd} : Tensión resistente de cálculo a pandeo del elemento comprimido.

$\sigma_{Rd} : 338.10 \text{ N/mm}^2$

Donde:

t_f : Espesor del ala.	t_f : <u>9.0</u> mm
h_w : Canto exterior del alma	h_w : <u>200</u> mm
f_y : Tensión de límite elástico.	f_y : <u>355.00</u> N/mm ²
γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad relativo a los fenómenos de inestabilidad	γ_{M1} : <u>1.05</u>

Cordones de soldadura

Disposiciones constructivas y clasificación (CTE DB SE-A 8.6.1).

Las prescripciones que siguen serán aplicables cuando los elementos a unir tienen al menos 4 mm de espesor y son de aceros estructurales soldables.

Soldadura en ángulo. Se utiliza para unir elementos cuyas caras de fusión forman un ángulo (a) comprendido entre 60° y 120°. Pueden ser uniones en T o de solape (figura 8.6).

En el caso de uniones en T

- si $a > 120^\circ \Rightarrow$ No se considerará que se pueden transmitir esfuerzos.
- si $a < 60^\circ \Rightarrow$ Se considerará como soldadura a tope con penetración parcial.

La longitud efectiva de un cordón de soldadura en ángulo será la total del cordón siempre que se mantenga el espesor de garganta nominal (véase figura 8.9), pero no se considerarán cordones cuya longitud sea inferior a 40 mm o a seis veces el ancho de garganta.

Resistencia de cálculo de las soldaduras en ángulo (CTE DB SE-A 8.6.2).

Espesor de garganta del cordón en ángulo. Se observarán las siguientes limitaciones:

- el espesor de garganta de un cordón de soldadura en ángulo no será menor de 3 mm.
- en el caso de soldadura con penetración profunda se podrá tomar el espesor de garganta dado en la figura 8.9.c) siempre que se demuestre por ensayos que se puede conseguir de forma estable la penetración requerida.

La soldadura de ángulo será suficiente si, con las tensiones de cálculo, se cumple:

siendo

- β_w : coeficiente de correlación dado en la tabla 8.1.
 f_u : resistencia última a tracción de la pieza más débil de la unión.
 $\sigma_\perp$: tensión normal perpendicular al plano de la garganta.
 $\sigma_{||}$: tensión normal paralela al eje del cordón. No actúa en el plano de comprobación ni se tiene en cuenta en las comprobaciones a realizar.
 $\tau_\perp$: tensión tangencial (en el plano de la garganta) perpendicular al eje del cordón.
 $\tau_{||}$: tensión tangencial (en el plano de la garganta) paralelo al eje del cordón.

Comprobaciones geométricas									
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)				
Soldadura del alma	En ángulo	6	90	9.2	77.11				
a: Espesor garganta l: Longitud efectiva t: Espesor de piezas									
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm ²)	β _w
	σ _⊥ (N/mm ²)	τ _⊥ (N/mm ²)	τ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del alma	17.1	34.7	3.6	62.7	15.02	34.7	9.22	470.0	0.90

Unión 6

1) Pilar HEB200

– Panel

Esbeltez del alma del pilar (CTE DB SE-A, 6.3.3.4.)

La esbeltez del alma del pilar debe satisfacer la condición:

$18.89 \leq 56.95$ ✓

Donde:

d_{wc} : Canto del alma	d_{wc} : <u>170</u> mm
t_{wc} : Espesor del alma.	t_{wc} : <u>9.0</u> mm
	ε : <u>0.81</u>
f_y : Tensión de límite elástico.	f_y : <u>355.00</u> N/mm ²

Resistencia a cortante del alma del pilar (CTE DB SE-A 8.8.6)

Debe cumplirse:

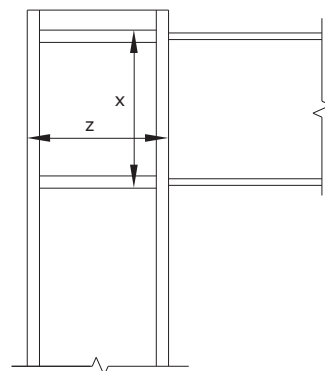
$16.25 \text{ kN} \leq 323.79 \text{ kN}$ ✓

$V_{wp,Ed}$: Esfuerzo cortante de cálculo.	$V_{wp,Ed}$: <u>16.25</u> kN
$V_{wp,Rd}$: Resistencia plástica de cálculo a cortante del alma	$V_{wp,Rd}$: <u>323.79</u> kN

Donde:

A_{vc} : Área sometida a cortante	
f_{yd} : Resistencia de cálculo.	f_{yd} : <u>338.10</u> N/mm ²

Dirección	A_{vc} (mm ²)	$V_{wp,Ed}$ (kN)	$V_{wp,Rd}$ (kN)	Aprov. (%)
z	1800	15.84	316.22	5.01
x	1843	16.25	323.79	5.02



– Rigidizador superior

Tensión de Von Mises en rigidizador (CTE DB SE-A, 6.1)

Debe cumplirse:

$$62.78 \text{ N/mm}^2 \leq 338.10 \text{ N/mm}^2 \quad \checkmark$$

Donde:

σ : Tensión normal

$$\sigma : 0.00 \text{ N/mm}^2$$

$F_{\perp}$: Esfuerzo de cálculo normal de la sección

$$F_{\perp} : 0.00 \text{ kN}$$

$L_{\perp}$: Anchura efectiva para esfuerzos normales

$$L_{\perp} : 78 \text{ mm}$$

τ : Tensión tangencial

$$\tau : -36.25 \text{ N/mm}^2$$

$F_{\parallel}$: Esfuerzo de cálculo tangencial de la sección

$$F_{\parallel} : -42.14 \text{ kN}$$

$L_{\parallel}$: Anchura efectiva para esfuerzos tangenciales

$$L_{\parallel} : 78 \text{ mm}$$

t : Espesor

$$t : 15.0 \text{ mm}$$

f_y : Tensión de límite elástico.

$$f_y : 355.00 \text{ N/mm}^2$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad relativo a la plastificación del material.

$$\gamma_{M0} : 1.05$$

– Rigidizador inferior

Tensión de Von Mises en rigidizador (CTE DB SE-A, 6.1)

Debe cumplirse:

$$70.51 \text{ N/mm}^2 \leq 338.10 \text{ N/mm}^2 \quad \checkmark$$

Donde:

σ : Tensión normal

$$\sigma : 0.00 \text{ N/mm}^2$$

$F_{\perp}$: Esfuerzo de cálculo normal de la sección

$$F_{\perp} : 0.00 \text{ kN}$$

$L_{\perp}$: Anchura efectiva para esfuerzos normales

$$L_{\perp} : 78 \text{ mm}$$

τ : Tensión tangencial

$$\tau : 40.71 \text{ N/mm}^2$$

$F_{\parallel}$: Esfuerzo de cálculo tangencial de la sección

$$F_{\parallel} : 47.32 \text{ kN}$$

$L_{\parallel}$: Anchura efectiva para esfuerzos tangenciales

$$L_{\parallel} : 78 \text{ mm}$$

t : Espesor

$$t : 15.0 \text{ mm}$$

f_y : Tensión de límite elástico.

$$f_y : 355.00 \text{ N/mm}^2$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad relativo a la plastificación del material.

$$\gamma_{M0} : 1.05$$

– Rigidizador superior

Tensión de Von Mises en rigidizador (CTE DB SE-A, 6.1)

Debe cumplirse:

$$62.52 \text{ N/mm}^2 \leq 338.10 \text{ N/mm}^2 \quad \checkmark$$

Donde:

σ : Tensión normal

$$\sigma : 0.00 \text{ N/mm}^2$$

$F_{\perp}$: Esfuerzo de cálculo normal de la sección

$$F_{\perp} : 0.00 \text{ kN}$$

$L_{\perp}$: Anchura efectiva para esfuerzos normales

$$L_{\perp} : 78 \text{ mm}$$

τ : Tensión tangencial

$$\tau : 36.10 \text{ N/mm}^2$$

$F_{\parallel}$: Esfuerzo de cálculo tangencial de la sección

$$F_{\parallel} : 41.96 \text{ kN}$$

$L_{\parallel}$: Anchura efectiva para esfuerzos tangenciales

$$L_{\parallel} : 78 \text{ mm}$$

t : Espesor

$$t : 15.0 \text{ mm}$$

f_y : Tensión de límite elástico.

$$f_y : 355.00 \text{ N/mm}^2$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad relativo a la plastificación del material.

$$\gamma_{M0} : 1.05$$

– Rigidizador inferior

Tensión de Von Mises en rigidizador (CTE DB SE-A, 6.1)

Debe cumplirse:

$$70.34 \text{ N/mm}^2 \leq 338.10 \text{ N/mm}^2 \quad \checkmark$$

Donde:

σ : Tensión normal

$$\sigma : 0.00 \text{ N/mm}^2$$

$F_{\perp}$: Esfuerzo de cálculo normal de la sección

$$F_{\perp} : 0.00 \text{ kN}$$

$L_{\perp}$: Anchura efectiva para esfuerzos normales

$$L_{\perp} : 78 \text{ mm}$$

τ : Tensión tangencial

$$\tau : \underline{-40.61} \text{ N/mm}^2$$

F_{II} : Esfuerzo de cálculo tangencial de la sección
 L_{II} : Anchura efectiva para esfuerzos tangenciales
 t : Espesor
 f_y : Tensión de límite elástico.
 γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad relativo a la plastificación del material.

$$\begin{aligned} F_{II} &: \underline{-47.21} \text{ kN} \\ L_{II} &: \underline{78} \text{ mm} \\ t &: \underline{15.0} \text{ mm} \\ f_y &: \underline{355.00} \text{ N/mm}^2 \\ \gamma_{M0} &: \underline{1.05} \end{aligned}$$

– Chapa frontal [Viga (a) HEB200]

Resistencia de las secciones a corte (CTE DB SE-A, 6.2.4)

La comprobación no procede.

Resistencia de las secciones a flexión (CTE DB SE-A, 6.2.6)

La comprobación no procede.

Interacción de esfuerzos en secciones (CTE DB SE-A, 6.2.8)

La comprobación no procede.

Giro admisible de la chapa frontal (Criterio de CYPE)

La comprobación no procede.

– Chapa vertical [Viga (a) HEB200]

Resistencia de las secciones a corte (CTE DB SE-A, 6.2.4)

El esfuerzo cortante de cálculo V_{Ed} será menor que la resistencia de las secciones a cortante, $V_{c,Rd}$, que, en ausencia de torsión, será igual a la resistencia plástica:

$$39.98 \text{ kN} \leq 245.95 \text{ kN} \checkmark$$

V_{Ed} : Esfuerzo cortante de cálculo.
 $V_{c,Rd}$: Resistencia plástica de las secciones a cortante $V_{pl,Rd}$
 Donde:

$$\begin{aligned} V_{Ed} &: \underline{39.98} \text{ kN} \\ V_{c,Rd} &: \underline{245.95} \text{ kN} \end{aligned}$$

A_v : Área sometida a cortante
 f_{yd} : Resistencia de cálculo.

$$\begin{aligned} A_v &: \underline{1260} \text{ mm}^2 \\ f_{yd} &: \underline{338.10} \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

– Chapa frontal [Viga (b) HEB200]

Resistencia de las secciones a corte (CTE DB SE-A, 6.2.4)

La comprobación no procede.

Resistencia de las secciones a flexión (CTE DB SE-A, 6.2.6)

La comprobación no procede.

Interacción de esfuerzos en secciones (CTE DB SE-A, 6.2.8)

La comprobación no procede.

Giro admisible de la chapa frontal (Criterio de CYPE)

La comprobación no procede.

– Chapa vertical [Viga (b) HEB200]

Resistencia de las secciones a corte (CTE DB SE-A, 6.2.4)

El esfuerzo cortante de cálculo V_{Ed} será menor que la resistencia de las secciones a cortante, $V_{c,Rd}$, que, en ausencia de torsión, será igual a la resistencia plástica:

$$39.95 \text{ kN} \leq 245.95 \text{ kN} \checkmark$$

V_{Ed} : Esfuerzo cortante de cálculo.
 $V_{c,Rd}$: Resistencia plástica de las secciones a cortante $V_{pl,Rd}$
 Donde:

$$\begin{aligned} V_{Ed} &: \underline{39.95} \text{ kN} \\ V_{c,Rd} &: \underline{245.95} \text{ kN} \end{aligned}$$

A_v : Área sometida a cortante
 f_{yd} : Resistencia de cálculo.

$$\begin{aligned} A_v &: \underline{1260} \text{ mm}^2 \\ f_{yd} &: \underline{338.10} \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

– Comprobaciones por unión con elemento "

– Ala

Desgarro del ala por tracción de los rigidizadores (CTE DB SE-A, 6.1)

Debe cumplirse:

$$31.39 \text{ N/mm}^2 \leq 338.10 \text{ N/mm}^2 \checkmark$$

Donde:

σ : Tensión normal
 τ : Tensión tangencial

$$\begin{aligned} \sigma &: \underline{0.00} \text{ N/mm}^2 \\ \tau &: \underline{18.12} \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

f_y : Tensión de límite elástico.

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad relativo a la plastificación del material.

f_y : 355.00 N/mm²

γ_{M0} : 1.05

Cortante en el ala por los rigidizadores (CTE DB SE-A, 6.1)

Debe cumplirse:

$$41.20 \text{ N/mm}^2 \leq 338.10 \text{ N/mm}^2 \checkmark$$

Donde:

σ : Tensión normal

τ : Tensión tangencial

f_y : Tensión de límite elástico.

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad relativo a la plastificación del material.

σ : 3.45 N/mm²

τ : 23.70 N/mm²

f_y : 355.00 N/mm²

γ_{M0} : 1.05

– Comprobaciones por unión con elemento 'Viga (a) HEB200'

– Rigidizadores

Resistencia de las secciones a tracción (CTE DB SE-A, 6.2.3)

El valor de cálculo del esfuerzo axil de tracción N_{Ed} deberá cumplir, para cualquier sección transversal:

Donde:

N_{Ed} : Valor de cálculo del esfuerzo axil.

$N_{t,Rd}$: Resistencia de cálculo de la sección a tracción.

f_{yd} : Resistencia de cálculo.

f_{yd} : 338.10 N/mm²

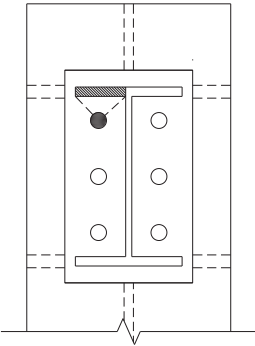
f_y : Tensión de límite elástico.

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad relativo a la plastificación del material.

f_y : 355.00 N/mm²

γ_{M0} : 1.05

Fila	Área (mm ²)	N_{Ed} (kN)	$N_{t,Rd}$ (kN)	Aprov. (%)
Superior	--	--	--	--
Inferior	1226	15.38	414.40	3.71
Σ		15.38	414.40	3.71



– Chapa de apoyo

Casquillo en T equivalente (CTE DB SE-A, 8.8.3)

Debe cumplirse:

$$44.96 \text{ kN} \leq 245.51 \text{ kN} \checkmark$$

Donde:

$F_{T,Ed}$: Fuerza de tracción solicitante

$F_{T,Ed}$: 44.96 kN

$F_{T,Rd}$: Resistencia de cálculo de un ala del casquillo en T equivalente

$F_{T,Rd}$: 245.51 kN

La carga de rotura será la menor de las obtenidas:

b) Por rotura a tracción de los tornillos.

$F_{T,3,Rd}$: 352.80 kN

c) Por rotura a tracción de los tornillos y formación simultánea de rótulas (charnelas o líneas de rotura) en la zona de entronque ala-alma, lo que supone un mecanismo menos rígido de rotura. En los casos en los que puedan desarrollarse fuerzas de palanca:

$F_{T,2,Rd}$: 245.51 kN

d) Por formación de dos rótulas plásticas en cada ala de la T, una de ellas en el entronque ala-alma y otra en la línea de tornillos, que es el mecanismo más flexible de rotura. En los casos en los que puedan desarrollarse fuerzas de palanca:

$F_{T,1,Rd}$: 271.35 kN

La menor resistencia se ha obtenido en el grupo de filas: 1 y 2.

$F_{T,Rd}$: 245.51 kN

Donde:

$M_{pl,1,Rd}$: 3.42 kN·m

$M_{pl,2,Rd}$: 2.97 kN·m

$\Sigma F_{t,Rd}$: Sumatorio de las resistencias a tracción de los tornillos
 t_f : Espesor de la chapa
 m : Distancia del eje del tornillo a la rótula o charnela
 n : Igual e_{min} pero $n \leq 1,25 \cdot m$
 $\Sigma l_{eff,1}$: Suma de las longitudes eficaces para el modo 1.*
 $\Sigma l_{eff,2}$: Suma de las longitudes eficaces para el modo 2.*
 f_y : Tensión de límite elástico.
 γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad relativo a la plastificación del material.

$\Sigma F_{t,Rd}$: 352.80 kN
 t_f : 15.0 mm
 m : 50 mm
 n : 60 mm
 $\Sigma l_{eff,1}$: 180 mm
 $\Sigma l_{eff,2}$: 156 mm
 f_y : 355.00 N/mm²
 γ_{Mo} : 1.05

Nota: * En el caso de una fila de tornillos individual Σl_{eff} deberá tomarse igual a la longitud eficaz l_{eff} para esa fila de tornillos tomada como una fila de tornillos individual.

– Chapa vertical

Resistencia de las secciones a tracción (CTE DB SE-A, 6.2.3)

El valor de cálculo del esfuerzo axil de tracción N_{Ed} deberá cumplir, para cualquier sección transversal:

$19.98 \text{ kN} \leq 240.10 \text{ kN}$ ✓

Donde:

N_{Ed} : Valor de cálculo del esfuerzo axil. N_{Ed} : 19.98 kN
 $N_{t,Rd}$: Resistencia de cálculo de la sección a tracción. $N_{t,Rd}$: 240.10 kN

Donde:

A : Área sometida a tracción A : 710.00 mm²
 f_{yd} : Resistencia de cálculo. f_{yd} : 338.10 N/mm²
 f_y : Tensión de límite elástico. f_y : 355.00 N/mm²
 γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad relativo a la plastificación del material. γ_{Mo} : 1.05

– Comprobaciones por unión con elemento 'Viga (b) HEB200'

– Rigidizadores

Resistencia de las secciones a tracción (CTE DB SE-A, 6.2.3)

El valor de cálculo del esfuerzo axil de tracción N_{Ed} deberá cumplir, para cualquier sección transversal:

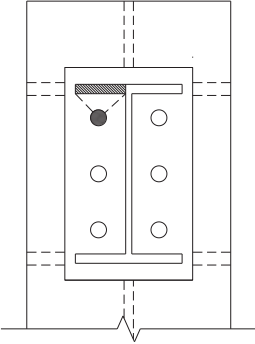
Donde:

N_{Ed} : Valor de cálculo del esfuerzo axil.
 $N_{t,Rd}$: Resistencia de cálculo de la sección a tracción.

f_{yd} : Resistencia de cálculo. f_{yd} : 338.10 N/mm²

f_y : Tensión de límite elástico. f_y : 355.00 N/mm²
 γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad relativo a la plastificación del material. γ_{Mo} : 1.05

Fila	Área (mm ²)	N_{Ed} (kN)	$N_{t,Rd}$ (kN)	Aprov. (%)
Superior	--	--	--	--
Inferior	1226	15.36	414.40	3.71
Σ		15.36	414.40	3.71



– Chapa de apoyo

Casquillo en T equivalente (CTE DB SE-A, 8.8.3)

Debe cumplirse:

$44.90 \text{ kN} \leq 245.51 \text{ kN}$ ✓

Donde:

$F_{T,Ed}$: Fuerza de tracción solicitante $F_{T,Ed}$: 44.90 kN
 $F_{T,Rd}$: Resistencia de cálculo de un ala del casquillo en T equivalente $F_{T,Rd}$: 245.51 kN

La carga de rotura será la menor de las obtenidas:

b) Por rotura a tracción de los tornillos.

$F_{T,3,Rd}$: 352.80 kN

c) Por rotura a tracción de los tornillos y formación simultánea de rótulas (charnelas o líneas de rotura) en la zona de entronque ala-alma, lo que supone un mecanismo menos rígido de rotura. En los casos en los que puedan desarrollarse fuerzas de palanca:

$F_{T,2,Rd}$: 245.51 kN

d) Por formación de dos rótulas plásticas en cada ala de la T, una de ellas en el entronque ala-alma y otra en la línea de tornillos, que es el mecanismo más flexible de rotura. En los casos en los que puedan desarrollarse fuerzas de palanca:

$F_{T,1,Rd}$: 271.35 kN

La menor resistencia se ha obtenido en el grupo de filas: 1 y 2.

$F_{T,Rd}$: 245.51 kN



APÉNDICE Nº 3.1. DEPÓSITO DE SAL.
NOTA DE CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA METÁLICA.

Proyecto de depósito de sal cubierto en carretera N-240 P.K. 37+000.

Febrero 2022

Donde:

$M_{pl,1,Rd} : 3.42 \text{ kN}\cdot\text{m}$

$M_{pl,2,Rd} : 2.97 \text{ kN}\cdot\text{m}$

$\Sigma F_{t,Rd}$: Sumatorio de las resistencias a tracción de los tornillos

t_f : Espesor de la chapa

m : Distancia del eje del tornillo a la rótula o charnela

n : Igual e_{min} pero $n \leq 1,25\cdot m$

$\Sigma l_{eff,1}$: Suma de las longitudes eficaces para el modo 1.*

$\Sigma l_{eff,2}$: Suma de las longitudes eficaces para el modo 2.*

f_y : Tensión de límite elástico.

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad relativo a la plastificación del material.

$\Sigma F_{t,Rd} : 352.80 \text{ kN}$

$t_f : 15.0 \text{ mm}$

$m : 50 \text{ mm}$

$n : 60 \text{ mm}$

$\Sigma l_{eff,1} : 180 \text{ mm}$

$\Sigma l_{eff,2} : 156 \text{ mm}$

$f_y : 355.00 \text{ N/mm}^2$

$\gamma_{Mo} : 1.05$

Nota: * En el caso de una fila de tornillos individual Σl_{eff} deberá tomarse igual a la longitud eficaz l_{eff} para esa fila de tornillos tomada como una fila de tornillos individual.

– Chapa vertical

Resistencia de las secciones a tracción (CTE DB SE-A, 6.2.3)

El valor de cálculo del esfuerzo axil de tracción N_{Ed} deberá cumplir, para cualquier sección transversal:

$19.95 \text{ kN} \leq 240.10 \text{ kN}$ ✓

Donde:

N_{Ed} : Valor de cálculo del esfuerzo axil.

$N_{Ed} : 19.95 \text{ kN}$

$N_{t,Rd}$: Resistencia de cálculo de la sección a tracción.

$N_{t,Rd} : 240.10 \text{ kN}$

Donde:

A : Área sometida a tracción

$A : 710.00 \text{ mm}^2$

f_{yd} : Resistencia de cálculo.

$f_{yd} : 338.10 \text{ N/mm}^2$

f_y : Tensión de límite elástico.

$f_y : 355.00 \text{ N/mm}^2$

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad relativo a la plastificación del material.

$\gamma_{Mo} : 1.05$

Cordones de soldadura

Disposiciones constructivas y clasificación (CTE DB SE-A 8.6.1).

Las prescripciones que siguen serán aplicables cuando los elementos a unir tienen al menos 4 mm de espesor y son de aceros estructurales soldables.

Soldadura en ángulo. Se utiliza para unir elementos cuyas caras de fusión forman un ángulo (a) comprendido entre 60° y 120°. Pueden ser uniones en T o de solape (figura 8.6).

En el caso de uniones en T

- si $a > 120^\circ \Rightarrow$ No se considerará que se pueden transmitir esfuerzos.
- si $a < 60^\circ \Rightarrow$ Se considerará como soldadura a tope con penetración parcial.



APÉNDICE Nº 3.1. DEPÓSITO DE SAL.
NOTA DE CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA METÁLICA.

Proyecto de depósito de sal cubierto en carretera N-240 P.K. 37+000.

Febrero 2022

La longitud efectiva de un cordón de soldadura en ángulo será la total del cordón siempre que se mantenga el espesor de garganta nominal (véase figura 8.9), pero no se considerarán cordones cuya longitud sea inferior a 40 mm o a seis veces el ancho de garganta.

Resistencia de cálculo de las soldaduras en ángulo (CTE DB SE-A 8.6.2).

Espesor de garganta del cordón en ángulo. Se observarán las siguientes limitaciones:

- el espesor de garganta de un cordón de soldadura en ángulo no será menor de 3 mm.
- en el caso de soldadura con penetración profunda se podrá tomar el espesor de garganta dado en la figura 8.9.c) siempre que se demuestre por ensayos que se puede conseguir de forma estable la penetración requerida.

La soldadura de ángulo será suficiente si, con las tensiones de cálculo, se cumple:

siendo

β_w : coeficiente de correlación dado en la tabla 8.1.

f_u : resistencia última a tracción de la pieza más débil de la unión.

$\sigma_\perp$: tensión normal perpendicular al plano de la garganta.

$\sigma_\parallel$: tensión normal paralela al eje del cordón. No actúa en el plano de comprobación ni se tiene en cuenta en las comprobaciones a realizar.

$\tau_\perp$: tensión tangencial (en el plano de la garganta) perpendicular al eje del cordón.

$\tau_\parallel$: tensión tangencial (en el plano de la garganta) paralelo al eje del cordón.

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	6	78	15.0	90.00
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	4	134	9.0	90.00
Soldadura del rigidizador superior a la chapa frontal	En ángulo	9	240	15.0	90.00
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	6	78	15.0	90.00
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	4	134	9.0	90.00
Soldadura del rigidizador inferior a la chapa frontal	En ángulo	9	240	15.0	90.00
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	6	78	15.0	90.00
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	4	134	9.0	90.00
Soldadura del rigidizador superior a la chapa frontal	En ángulo	9	240	15.0	90.00
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	6	78	15.0	90.00
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	4	134	9.0	90.00
Soldadura del rigidizador inferior a la chapa frontal	En ángulo	9	240	15.0	90.00
Soldadura de la chapa vertical al alma	En ángulo	4	145	9.0	90.00
Soldadura de la chapa vertical a la chapa frontal	En ángulo	4	145	9.0	90.00
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador superior	En ángulo	4	140	9.0	90.00
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador inferior	En ángulo	4	140	9.0	90.00
Soldadura de la chapa vertical al alma	En ángulo	4	145	9.0	90.00
Soldadura de la chapa vertical a la chapa frontal	En ángulo	4	145	9.0	90.00
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador superior	En ángulo	4	140	9.0	90.00
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador inferior	En ángulo	4	140	9.0	90.00
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>					



APÉNDICE Nº 3.1. DEPÓSITO DE SAL.
NOTA DE CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA METÁLICA.

Proyecto de depósito de sal cubierto en carretera N-240 P.K. 37+000.

Febrero 2022

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm ²)	β _w
	σ _⊥ (N/mm ²)	τ _⊥ (N/mm ²)	τ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del rigidizador superior a las alas	0.0	0.0	45.3	78.5	18.78	0.0	0.00	470.0	0.90
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	7.4	12.9	3.08	0.0	0.00	470.0	0.90
Soldadura del rigidizador superior a la chapa frontal	6.4	6.4	2.6	13.7	3.27	6.4	1.71	470.0	0.90
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	0.0	0.0	50.9	88.1	21.09	0.0	0.00	470.0	0.90
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	9.0	15.6	3.72	0.0	0.00	470.0	0.90
Soldadura del rigidizador inferior a la chapa frontal	9.1	9.1	2.8	18.8	4.49	9.1	2.41	470.0	0.90
Soldadura del rigidizador superior a las alas	0.0	0.0	45.1	78.2	18.71	0.0	0.00	470.0	0.90
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	7.5	12.9	3.10	0.0	0.00	470.0	0.90
Soldadura del rigidizador superior a la chapa frontal	6.4	6.4	2.6	13.7	3.27	6.4	1.71	470.0	0.90
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	0.0	0.0	50.8	87.9	21.05	0.0	0.00	470.0	0.90
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	9.0	15.6	3.74	0.0	0.00	470.0	0.90
Soldadura del rigidizador inferior a la chapa frontal	9.1	9.1	2.8	18.8	4.50	9.1	2.41	470.0	0.90
Soldadura de la chapa vertical al alma	0.0	0.0	10.4	17.9	4.29	0.0	0.00	470.0	0.90
Soldadura de la chapa vertical a la chapa frontal	0.0	0.0	10.4	17.9	4.29	0.0	0.00	470.0	0.90
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador superior	0.0	0.0	35.7	61.8	14.80	0.0	0.00	470.0	0.90
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador inferior	0.0	0.0	34.8	60.3	14.42	0.0	0.00	470.0	0.90
Soldadura de la chapa vertical al alma	0.0	0.0	10.3	17.9	4.29	0.0	0.00	470.0	0.90
Soldadura de la chapa vertical a la chapa frontal	0.0	0.0	10.3	17.9	4.29	0.0	0.00	470.0	0.90
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador superior	0.0	0.0	35.7	61.8	14.79	0.0	0.00	470.0	0.90
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador inferior	0.0	0.0	34.8	60.3	14.42	0.0	0.00	470.0	0.90

2) Viga (a) HEB200

– Chapa frontal

Casquillo en T equivalente (CTE DB SE-A, 8.8.3)

Debe cumplirse:

44.96 kN ≤ 245.73 kN ✓



APÉNDICE Nº 3.1. DEPÓSITO DE SAL.
NOTA DE CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA METÁLICA.

Proyecto de depósito de sal cubierto en carretera N-240 P.K. 37+000.

Febrero 2022

Donde:

F_{T,Ed}: Fuerza de tracción solicitante F_{T,Ed} : 44.96 kN

F_{T,Rd}: Resistencia de cálculo de un ala del casquillo en T equivalente F_{T,Rd} : 245.73 kN

La carga de rotura será la menor de las obtenidas:

b) Por rotura a tracción de los tornillos.

F_{T,3,Rd} : 352.80 kN

c) Por rotura a tracción de los tornillos y formación simultánea de rótulas (charnelas o líneas de rotura) en la zona de entronque ala-alma, lo que supone un mecanismo menos rígido de rotura. En los casos en los que puedan desarrollarse fuerzas de palanca:

F_{T,2,Rd} : 245.73 kN

d) Por formación de dos rótulas plásticas en cada ala de la T, una de ellas en el entronque ala-alma y otra en la línea de tornillos, que es el mecanismo más flexible de rotura. En los casos en los que puedan desarrollarse fuerzas de palanca:

F_{T,1,Rd} : 273.33 kN

La menor resistencia se ha obtenido en el grupo de filas: 1 y 2.

F_{T,Rd} : 245.73 kN

Donde:

M_{pl,1,Rd} : 3.44 kN·m

M_{pl,2,Rd} : 2.98 kN·m

ΣF_{t,Rd}: Sumatorio de las resistencias a tracción de los tornillos

ΣF_{t,Rd} : 352.80 kN

t_f: Espesor de la chapa

t_f : 15.0 mm

m: Distancia del eje del tornillo a la rótula o charnela

m : 50 mm

n: Igual e_{min} pero n ≤ 1,25·m

n : 60 mm

Σl_{eff,1}: Suma de las longitudes eficaces para el modo 1.*

Σl_{eff,1} : 181 mm

Σl_{eff,2}: Suma de las longitudes eficaces para el modo 2.*

Σl_{eff,2} : 157 mm

f_y: Tensión de límite elástico.

f_y : 355.00 N/mm²

γ_{Mo}: Coeficiente parcial de seguridad relativo a la plastificación del material.

γ_{Mo} : 1.05

Nota: * En el caso de una fila de tornillos individual Σl_{eff} deberá tomarse igual a la longitud eficaz l_{eff} para esa fila de tornillos tomada como una fila de tornillos individual.

– Ala

Compresión en perfil base (Criterio de CYPE, basado en CTE DB SE-A, 6.2)

El valor de cálculo del esfuerzo axil de compresión N_{Ed} deberá cumplir, para cualquier sección transversal:

$$61.42 \text{ kN} \leq 477.30 \text{ kN} \checkmark$$

Donde:

N_{Ed} : Valor de cálculo del esfuerzo axil.

$$N_{Ed} : 61.42 \text{ kN}$$

$N_{c,Rd}$: Resistencia de cálculo de la sección a compresión.

$$N_{c,Rd} : 477.30 \text{ kN}$$

Donde:

A : Área sometida a compresión

$$A : 1412 \text{ mm}^2$$

f_y : Tensión de límite elástico reducida.

$$f_y : 355.00 \text{ N/mm}^2$$

f_y : Tensión de límite elástico.

$$f_y : 355.00 \text{ N/mm}^2$$

ρ : Factor de reducción

$$\rho : 0.000$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad relativo a la plastificación del material.

$$\gamma_{M0} : 1.05$$

Reducción de la resistencia de cálculo por acciones combinadas

Cuando el valor de cálculo del esfuerzo cortante V_{Ed} no supere el 50% de la resistencia plástica de la sección $V_{pl,Rd}$, no deberá reducirse el valor de la resistencia de cálculo de la sección a flexión.

Resistencia de las secciones a tracción (CTE DB SE-A, 6.2.3)

El valor de cálculo del esfuerzo axil de tracción N_{Ed} deberá cumplir, para cualquier sección transversal:

Donde:

N_{Ed} : Valor de cálculo del esfuerzo axil.

$N_{t,Rd}$: Resistencia de cálculo de la sección a tracción.

f_{yd} : Resistencia de cálculo.

$$f_{yd} : 338.10 \text{ N/mm}^2$$

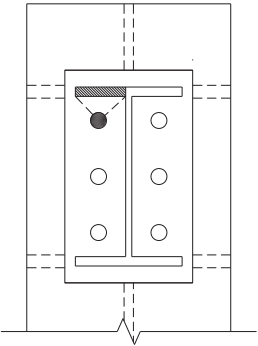
f_y : Tensión de límite elástico.

$$f_y : 355.00 \text{ N/mm}^2$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad relativo a la plastificación del material.

$$\gamma_{M0} : 1.05$$

Fila	Área (mm ²)	N_{Ed} (kN)	$N_{t,Rd}$ (kN)	Aprov. (%)
Superior	--	--	--	--
Inferior	1446	15.41	488.77	3.15
Σ		15.41	488.77	3.15



– Alma

Resistencia de las secciones a tracción (CTE DB SE-A, 6.2.3)

El valor de cálculo del esfuerzo axil de tracción N_{Ed} deberá cumplir, para cualquier sección transversal:

$$19.91 \text{ kN} \leq 239.51 \text{ kN} \checkmark$$

Donde:

N_{Ed} : Valor de cálculo del esfuerzo axil.

$$N_{Ed} : 19.91 \text{ kN}$$

$N_{t,Rd}$: Resistencia de cálculo de la sección a tracción.

$$N_{t,Rd} : 239.51 \text{ kN}$$

Donde:

A : Área sometida a tracción

$$A : 708.00 \text{ mm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo.

$$f_{yd} : 338.10 \text{ N/mm}^2$$

f_y : Tensión de límite elástico.

$$f_y : 355.00 \text{ N/mm}^2$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad relativo a la plastificación del material.

$$\gamma_{M0} : 1.05$$

Cordones de soldadura

Disposiciones constructivas y clasificación (CTE DB SE-A 8.6.1).

Las prescripciones que siguen serán aplicables cuando los elementos a unir tienen al menos 4 mm de espesor y son de aceros estructurales soldables.

Soldadura en ángulo. Se utiliza para unir elementos cuyas caras de fusión forman un ángulo (α) comprendido entre 60° y 120°. Pueden ser uniones en T o de solape (figura 8.6).

En el caso de uniones en T

- si $\alpha > 120^\circ \Rightarrow$ No se considerará que se pueden transmitir esfuerzos.

- si $\alpha < 60^\circ \Rightarrow$ Se considerará como soldadura a tope con penetración parcial.

La longitud efectiva de un cordón de soldadura en ángulo será la total del cordón siempre que se mantenga el espesor de garganta nominal (véase figura 8.9), pero no se considerarán cordones cuya longitud sea inferior a 40 mm o a seis veces el ancho de garganta.

Resistencia de cálculo de las soldaduras en ángulo (CTE DB SE-A 8.6.2).

Espesor de garganta del cordón en ángulo. Se observarán las siguientes limitaciones:

- el espesor de garganta de un cordón de soldadura en ángulo no será menor de 3 mm.
- en el caso de soldadura con penetración profunda se podrá tomar el espesor de garganta dado en la figura 8.9.c) siempre que se demuestre por ensayos que se puede conseguir de forma estable la penetración requerida.

La soldadura de ángulo será suficiente si, con las tensiones de cálculo, se cumple:

siendo

- β_w : coeficiente de correlación dado en la tabla 8.1.
- f_u : resistencia última a tracción de la pieza más débil de la unión.
- $\sigma_{\perp}$: tensión normal perpendicular al plano de la garganta.
- $\sigma_{\parallel}$: tensión normal paralela al eje del cordón. No actúa en el plano de comprobación ni se tiene en cuenta en las comprobaciones a realizar.
- $\tau_{\perp}$: tensión tangencial (en el plano de la garganta) perpendicular al eje del cordón.
- $\tau_{\parallel}$: tensión tangencial (en el plano de la garganta) paralelo al eje del cordón.

Comprobaciones geométricas									
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)				
Soldadura del ala superior	En ángulo	9	200	15.0	77.11				
Soldadura del alma	En ángulo	5	137	9.0	90.00				
Soldadura del ala inferior	En ángulo	9	200	15.0	77.11				
a: Espesor garganta l: Longitud efectiva t: Espesor de piezas									
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm²)	β _w
	σ _⊥ (N/mm²)	τ _⊥ (N/mm²)	τ (N/mm²)	Valor (N/mm²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	24.8	31.1	2.2	59.4	14.23	29.2	7.77	470.0	0.90
Soldadura del alma	31.3	31.3	8.3	64.3	15.39	31.3	8.33	470.0	0.90
Soldadura del ala inferior	25.0	31.4	3.2	60.1	14.37	33.3	8.85	470.0	0.90

Comprobaciones para los tornillos

Disposiciones constructivas (CTE DB SE-A, 8.5.1)

Los límites máximos y mínimos para las distancias entre ejes de agujeros o de éstos a los bordes de las piezas, son:

- a) distancias mínimas:
- i) en la dirección de la fuerza que se transmite:
- $e_1 \geq 1.2 d_0$ del eje del agujero al borde de la pieza.
 - $p_1 \geq 2.2 d_0$ entre ejes de agujeros.

ii) en la dirección perpendicular a la fuerza que se transmite:

- $e_2 \geq 1.5 d_0$ del eje del agujero al borde de la pieza.
- $p_2 \geq 3.0 d_0$ entre ejes de agujeros.

siendo d_0 el diámetro del agujero.

b) distancias máximas:

i) al borde de la pieza:

- Para e_1 y e_2

ii) entre tornillos:

- en elementos a compresión será $p \leq 14 \cdot t$ ó 200 mm. siendo t el espesor en mm de la menor de las piezas que se unen.
- en elementos a tracción será $p \leq 28 \cdot t$ ó 400 mm.

Resistencia de las uniones atornilladas sin pretensar (CTE DB SE-A, 8.5.2)

2 La resistencia de cálculo a cortante por tornillo tendrá como valor el menor de la resistencia a cortante de las secciones del tornillo o a aplastamiento de la chapa de unión, sin que la resistencia total de la unión supere la resistencia a desgarró del alma:

b) Resistencia a aplastamiento de la chapa que se une:

siendo

- d**: diámetro del vástago del tornillo.
- t**: menor espesor de las chapas que se unen.
- f_u** : resistencia última del acero de las chapas que se unen.
- α** : es el menor de:

Donde:

- e_1** : distancia del eje del agujero al borde de la chapa en la dirección de la fuerza que se transmite.
- p_1** : separación entre ejes de agujeros en la dirección de la fuerza que se transmite.
- d_0** : diámetro del agujero.

3 Resistencia a tracción. La resistencia de cálculo a tracción $F_{t,Rd}$, por tornillo, será la menor de:

a) La resistencia a tracción del tornillo:

siendo

A_s : área resistente a tracción del tornillo.

En tornillos de cabeza avellanada se admitirá como resistencia máxima el 70% de la expresada en (8.12).

b) La resistencia de cálculo a punzonamiento de la cabeza del tornillo o la tuerca, $F_{p,Rd}$, dada por:

siendo

t_p : espesor de la placa que se encuentra bajo el tornillo o la tuerca.

d_m : menor valor de la distancia media entre vértices y caras de la cabeza del tornillo o la tuerca.

Uniones con tornillos pretensados (CTE DB SE-A, 8.5.3)

7.3.1 Pretensado

El apriete controlado de los tornillos, proporcionará al tornillo una fuerza de pretensado de cálculo $F_{p,Cd}$ que se tomará como:

2 Resistencia a cortante. La resistencia de cálculo a deslizamiento de un tornillo pretensado, será:

con los mismos criterios establecidos en 7.2.3 para las condiciones de servicio, pero tomando como coeficiente parcial de seguridad el siguiente:

γ_{M2} : = 1,25 en uniones con agujeros con medidas nominales

γ_{M2} : = 1,40 en uniones con agujeros con sobremedida en dirección paralela a la del esfuerzo.

$F_{p,Cd}$: fuerza de pretensado del tornillo (véase apartado 7.3.1).

n : número de superficies de rozamiento.

k_s : coeficiente que toma el valor $k_s = 1,00$ para agujeros con medidas normales.

μ : coeficiente de rozamiento.

siendo

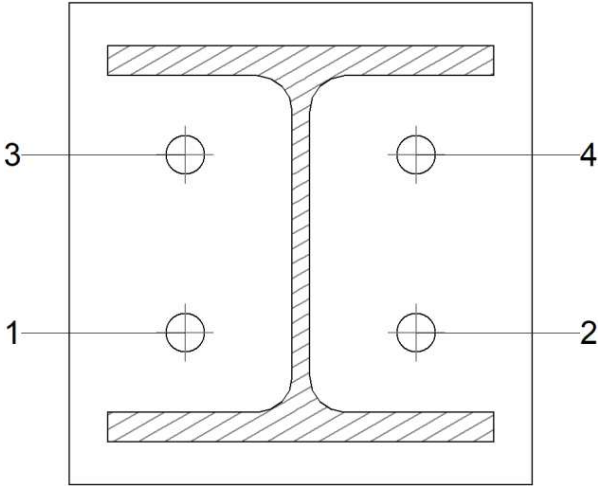
la resistencia de cálculo del acero del tornillo, con $\gamma_{M3} = 1,1$.

A_s : el área resistente del tornillo, definida como la correspondiente al diámetro medio entre el interior y el de los flancos de la rosca según norma DIN 13.

4 Solicitación combinada. En el caso de que actúen simultáneamente sobre el tornillo esfuerzos de tracción y cortante, la resistencia de cálculo al deslizamiento correspondiente al estado límite último se tomará de la siguiente expresión:

siendo

$F_{t,Ed}$: esfuerzo axil de cálculo por tornillo al que en su caso se añadirán las tracciones debidas al efecto palanca.

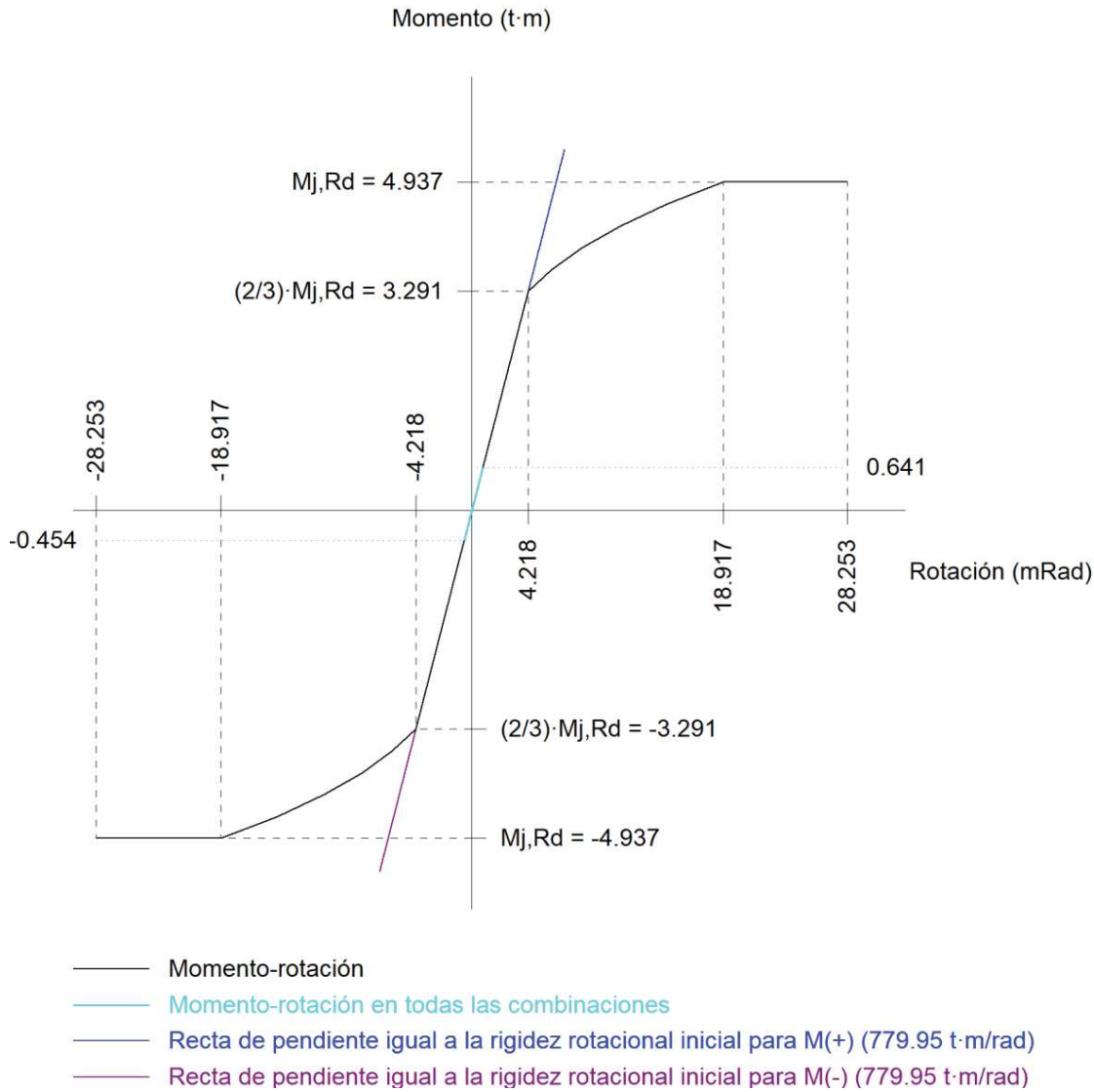


Disposición							
Tornillo	Denominación	d_0 (mm)	e_1 (mm)	e_2 (mm)	p_1 (mm)	p_2 (mm)	m (mm)
1	EN 14399-3-M20x65-10.9-HR	22.0	--	60	92	120	41.0
2	EN 14399-3-M20x65-10.9-HR	22.0	--	60	92	120	41.0
3	EN 14399-3-M20x65-10.9-HR	22.0	--	60	92	120	41.0
4	EN 14399-3-M20x65-10.9-HR	22.0	--	60	92	120	41.0
--: La comprobación no procede.							

Resistencia										
Tornillo	Cortante				Tracción				Interacción tracción y deslizamiento	Aprov. Máx. (%)
	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Aprov. (%)	
1	Deslizamiento	8.218	41.160	19.97	Vástago	157.436	176.400	89.25	19.97	89.25
	Aplastamiento	8.218	276.043	2.98	Punzonamiento	22.481	356.303	6.31		
2	Deslizamiento	4.062	41.160	9.87	Vástago	157.350	176.400	89.20	9.87	89.20
	Aplastamiento	4.062	282.000	1.44	Punzonamiento	21.217	356.303	5.95		
3	Deslizamiento	7.868	41.160	19.12	Vástago	157.632	176.400	89.36	19.12	89.36
	Aplastamiento	7.868	282.000	2.79	Punzonamiento	25.367	356.303	7.12		
4	Deslizamiento	3.304	41.160	8.03	Vástago	157.080	176.400	89.05	8.03	89.05
	Aplastamiento	3.304	261.079	1.27	Punzonamiento	17.240	356.303	4.84		

Rigidez rotacional inicial	Plano xy (t·m/rad)	Plano xz (t·m/rad)
Calculada para momentos positivos	1490.30	779.95
Calculada para momentos negativos	1490.30	779.95

Comportamiento de la unión para flexión simple en el plano xz



Relación entre la resistencia del ala del casquillo en T en modo 1 y modo 3 (Criterio de CYPE, basado en ENV 1993-1-1:1996, Anejo J.3.8)

Debe cumplirse:

$$1.35 \leq 1.80 \quad \checkmark$$

$$\beta : 1.35$$

Donde:

$F_{T,Rd1}$: Resistencia del ala del casquillo en T en modo 1
 $F_{T,Rd3}$: Resistencia del ala del casquillo en T en modo 3

$$F_{T,Rd1} : 477.97 \text{ kN}$$

$$F_{T,Rd3} : 352.80 \text{ kN}$$

Momento resistente (CTE DB SE-A, 8.8.6)

La capacidad resistente a momento depende de la resistencia de los componentes de la unión, que se agrupan en tres zonas críticas: de tracción, de compresión y de cortante. El momento resistente de cálculo será la suma de los valores de cálculo de las resistencias eficaces de cada fila de tornillos traccionados, por su distancia al centro de la zona de compresión.

$$6.29 \text{ kN} \cdot \text{m} \leq 48.43 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad \checkmark$$

M_{Ed} : Momento solicitante

$$M_{Ed} : 6.29 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$M_{j,Rd}$: Momento que puede resistir la unión. Viene dado por:

$$M_{j,Rd} : 48.43 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Capacidad de rotación (Criterio de CYPE, basado en ENV 1993-1-1:1996, Anejo J.3.8)

Debe cumplirse:

$$0.03 \leq 0.67 \quad \checkmark$$

ϕ_{Ed} : Rotación correspondiente al momento solicitante

$$\phi_{Ed} : 0.82 \text{ mRad}$$

ϕ_{Cd} : Capacidad de rotación de la unión.

$$\phi_{Cd} : 28.25 \text{ mRad}$$

Donde:

h : Distancia de la fila al centro de compresiones

$$h : 141 \text{ mm}$$

β : Relación entre la resistencia de la fila en modo 1 y en modo 3

$$\beta : 1.35$$

3) Viga (b) HEB200

– Chapa frontal

Casquillo en T equivalente (CTE DB SE-A, 8.8.3)

Debe cumplirse:

$$44.90 \text{ kN} \leq 245.73 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

$F_{T,Ed}$: Fuerza de tracción solicitante

$$F_{T,Ed} : 44.90 \text{ kN}$$

$F_{T,Rd}$: Resistencia de cálculo de un ala del casquillo en T equivalente

$$F_{T,Rd} : 245.73 \text{ kN}$$

La carga de rotura será la menor de las obtenidas:



APÉNDICE Nº 3.1. DEPÓSITO DE SAL.
NOTA DE CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA METÁLICA.

Proyecto de depósito de sal cubierto en carretera N-240 P.K. 37+000.

Febrero 2022

b) Por rotura a tracción de los tornillos.

$F_{T,3,Rd} : 352.80 \text{ kN}$

c) Por rotura a tracción de los tornillos y formación simultánea de rótulas (charnelas o líneas de rotura) en la zona de entronque ala-alma, lo que supone un mecanismo menos rígido de rotura. En los casos en los que puedan desarrollarse fuerzas de palanca:

$F_{T,2,Rd} : 245.73 \text{ kN}$

d) Por formación de dos rótulas plásticas en cada ala de la T, una de ellas en el entronque ala-alma y otra en la línea de tornillos, que es el mecanismo más flexible de rotura. En los casos en los que puedan desarrollarse fuerzas de palanca:

$F_{T,1,Rd} : 273.33 \text{ kN}$

La menor resistencia se ha obtenido en el grupo de filas: 1 y 2.

$F_{T,Rd} : 245.73 \text{ kN}$

Donde:

$M_{pl,1,Rd} : 3.44 \text{ kN}\cdot\text{m}$

$M_{pl,2,Rd} : 2.98 \text{ kN}\cdot\text{m}$

$\Sigma F_{t,Rd}$: Sumatorio de las resistencias a tracción de los tornillos

t_f : Espesor de la chapa

m : Distancia del eje del tornillo a la rótula o charnela

n : Igual e_{min} pero $n \leq 1,25\cdot m$

$\Sigma l_{eff,1}$: Suma de las longitudes eficaces para el modo 1.*

$\Sigma l_{eff,2}$: Suma de las longitudes eficaces para el modo 2.*

f_y : Tensión de límite elástico.

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad relativo a la plastificación del material.

$\Sigma F_{t,Rd} : 352.80 \text{ kN}$

$t_f : 15.0 \text{ mm}$

$m : 50 \text{ mm}$

$n : 60 \text{ mm}$

$\Sigma l_{eff,1} : 181 \text{ mm}$

$\Sigma l_{eff,2} : 157 \text{ mm}$

$f_y : 355.00 \text{ N/mm}^2$

$\gamma_{M0} : 1.05$

Nota: * En el caso de una fila de tornillos individual Σl_{eff} deberá tomarse igual a la longitud eficaz l_{eff} para esa fila de tornillos tomada como una fila de tornillos individual.

– Ala

Compresión en perfil base (Criterio de CYPE, basado en CTE DB SE-A, 6.2)

El valor de cálculo del esfuerzo axil de compresión N_{Ed} deberá cumplir, para cualquier sección transversal:

$61.34 \text{ kN} \leq 477.99 \text{ kN}$ ✓



APÉNDICE Nº 3.1. DEPÓSITO DE SAL.
NOTA DE CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA METÁLICA.

Proyecto de depósito de sal cubierto en carretera N-240 P.K. 37+000.

Febrero 2022

Donde:

N_{Ed} : Valor de cálculo del esfuerzo axil.

$N_{c,Rd}$: Resistencia de cálculo de la sección a compresión.

$N_{Ed} : 61.34 \text{ kN}$

$N_{c,Rd} : 477.99 \text{ kN}$

Donde:

A : Área sometida a compresión

f'_y : Tensión de límite elástico reducida.

$A : 1414 \text{ mm}^2$

$f'_y : 355.00 \text{ N/mm}^2$

f_y : Tensión de límite elástico.

ρ : Factor de reducción

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad relativo a la plastificación del material.

$f_y : 355.00 \text{ N/mm}^2$

$\rho : 0.000$

$\gamma_{M0} : 1.05$

Reducción de la resistencia de cálculo por acciones combinadas

Cuando el valor de cálculo del esfuerzo cortante V_{Ed} no supere el 50% de la resistencia plástica de la sección $V_{pl,Rd}$, no deberá reducirse el valor de la resistencia de cálculo de la sección a flexión.

Resistencia de las secciones a tracción (CTE DB SE-A, 6.2.3)

El valor de cálculo del esfuerzo axil de tracción N_{Ed} deberá cumplir, para cualquier sección transversal:

Donde:

N_{Ed} : Valor de cálculo del esfuerzo axil.

$N_{t,Rd}$: Resistencia de cálculo de la sección a tracción.

f_{yd} : Resistencia de cálculo.

f_y : Tensión de límite elástico.

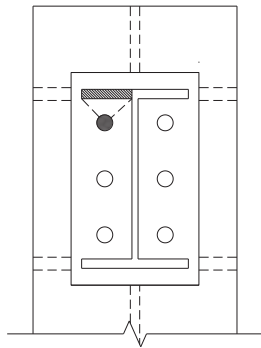
γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad relativo a la plastificación del material.

$f_{yd} : 338.10 \text{ N/mm}^2$

$f_y : 355.00 \text{ N/mm}^2$

$\gamma_{M0} : 1.05$

Fila	Área (mm²)	N_{Ed} (kN)	$N_{t,Rd}$ (kN)	Aprov. (%)
Superior	--	--	--	--
Inferior	1446	15.39	488.77	3.15
Σ		15.39	488.77	3.15



– Alma

Resistencia de las secciones a tracción (CTE DB SE-A, 6.2.3)

El valor de cálculo del esfuerzo axil de tracción N_{Ed} deberá cumplir, para cualquier sección transversal:

$$19.88 \text{ kN} \leq 239.51 \text{ kN} \checkmark$$

Donde:

N_{Ed} : Valor de cálculo del esfuerzo axil.

$$N_{Ed} : 19.88 \text{ kN}$$

$N_{t,Rd}$: Resistencia de cálculo de la sección a tracción.

$$N_{t,Rd} : 239.51 \text{ kN}$$

Donde:

A : Área sometida a tracción

$$A : 708.00 \text{ mm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo.

$$f_{yd} : 338.10 \text{ N/mm}^2$$

f_y : Tensión de límite elástico.

$$f_y : 355.00 \text{ N/mm}^2$$

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad relativo a la plastificación del material.

$$\gamma_{Mo} : 1.05$$

Cordones de soldadura

Disposiciones constructivas y clasificación (CTE DB SE-A 8.6.1).

Las prescripciones que siguen serán aplicables cuando los elementos a unir tienen al menos 4 mm de espesor y son de aceros estructurales soldables.

Soldadura en ángulo. Se utiliza para unir elementos cuyas caras de fusión forman un ángulo (a) comprendido entre 60° y 120° . Pueden ser uniones en T o de solape (figura 8.6).

En el caso de uniones en T

- si $a > 120^\circ \Rightarrow$ No se considerará que se pueden transmitir esfuerzos.
- si $a < 60^\circ \Rightarrow$ Se considerará como soldadura a tope con penetración parcial.

La longitud efectiva de un cordón de soldadura en ángulo será la total del cordón siempre que se mantenga el espesor de garganta nominal (véase figura 8.9), pero no se considerarán cordones cuya longitud sea inferior a 40 mm o a seis veces el ancho de garganta.

Resistencia de cálculo de las soldaduras en ángulo (CTE DB SE-A 8.6.2).

Espesor de garganta del cordón en ángulo. Se observarán las siguientes limitaciones:

- el espesor de garganta de un cordón de soldadura en ángulo no será menor de 3 mm.
- en el caso de soldadura con penetración profunda se podrá tomar el espesor de garganta dado en la figura 8.9.c) siempre que se demuestre por ensayos que se puede conseguir de forma estable la penetración requerida.

La soldadura de ángulo será suficiente si, con las tensiones de cálculo, se cumple:

siendo

β_w : coeficiente de correlación dado en la tabla 8.1.

f_u : resistencia última a tracción de la pieza más débil de la unión.

$\sigma_\perp$: tensión normal perpendicular al plano de la garganta.

$\sigma_\parallel$: tensión normal paralela al eje del cordón. No actúa en el plano de comprobación ni se tiene en cuenta en las comprobaciones a realizar.

$\tau_\perp$: tensión tangencial (en el plano de la garganta) perpendicular al eje del cordón.

$\tau_\parallel$: tensión tangencial (en el plano de la garganta) paralelo al eje del cordón.

Comprobaciones geométricas									
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)				
Soldadura del ala superior	En ángulo	9	200	15.0	77.11				
Soldadura del alma	En ángulo	5	137	9.0	90.00				
Soldadura del ala inferior	En ángulo	9	200	15.0	77.11				
a: Espesor garganta l: Longitud efectiva t: Espesor de piezas									
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm²)	β _w
	σ _⊥ (N/mm²)	τ _⊥ (N/mm²)	τ (N/mm²)	Valor (N/mm²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	24.7	31.0	2.3	59.3	14.19	29.1	7.75	470.0	0.90
Soldadura del alma	31.3	31.3	8.3	64.2	15.36	31.3	8.32	470.0	0.90
Soldadura del ala inferior	24.9	31.3	3.3	59.9	14.34	33.2	8.82	470.0	0.90

Comprobaciones para los tornillos

Disposiciones constructivas (CTE DB SE-A, 8.5.1)

Los límites máximos y mínimos para las distancias entre ejes de agujeros o de éstos a los bordes de las piezas, son:

- a) distancias mínimas:
 - i) en la dirección de la fuerza que se transmite:
 - $e_1 \geq 1.2 d_0$ del eje del agujero al borde de la pieza.
 - $p_1 \geq 2.2 d_0$ entre ejes de agujeros.

- ii) en la dirección perpendicular a la fuerza que se transmite:
- $e_2 \geq 1.5 d_0$ del eje del agujero al borde de la pieza.
 - $p_2 \geq 3.0 d_0$ entre ejes de agujeros.
- siendo d_0 el diámetro del agujero.
- b) distancias máximas:
- i) al borde de la pieza:
- Para e_1 y e_2
- ii) entre tornillos:
- en elementos a compresión será $p \leq 14 \cdot t$ ó 200 mm. siendo t el espesor en mm de la menor de las piezas que se unen.
 - en elementos a tracción será $p \leq 28 \cdot t$ ó 400 mm.

Resistencia de las uniones atornilladas sin pretensar (CTE DB SE-A, 8.5.2)

2 La resistencia de cálculo a cortante por tornillo tendrá como valor el menor de la resistencia a cortante de las secciones del tornillo o a aplastamiento de la chapa de unión, sin que la resistencia total de la unión supere la resistencia a desgarro del alma:

b) Resistencia a aplastamiento de la chapa que se une:

siendo

- d**: diámetro del vástago del tornillo.
t: menor espesor de las chapas que se unen.
f_u: resistencia última del acero de las chapas que se unen.
α: es el menor de:

Donde:

- e₁**: distancia del eje del agujero al borde de la chapa en la dirección de la fuerza que se transmite.
p₁: separación entre ejes de agujeros en la dirección de la fuerza que se transmite.
d₀: diámetro del agujero.

3 Resistencia a tracción. La resistencia de cálculo a tracción $F_{t,Rd}$, por tornillo, será la menor de:

a) La resistencia a tracción del tornillo:

siendo

A_s: área resistente a tracción del tornillo.

En tornillos de cabeza avellanada se admitirá como resistencia máxima el 70% de la expresada en (8.12).

b) La resistencia de cálculo a punzonamiento de la cabeza del tornillo o la tuerca, $F_{p,Rd}$, dada por:

siendo

t_p: espesor de la placa que se encuentra bajo el tornillo o la tuerca.

d_m: menor valor de la distancia media entre vértices y caras de la cabeza del tornillo o la tuerca.

Uniones con tornillos pretensados (CTE DB SE-A, 8.5.3)

7.3.1 Pretensado

El apriete controlado de los tornillos, proporcionará al tornillo una fuerza de pretensado de cálculo $F_{p,Cd}$ que se tomará como:

2 Resistencia a cortante. La resistencia de cálculo a deslizamiento de un tornillo pretensado, será:

con los mismos criterios establecidos en 7.2.3 para las condiciones de servicio, pero tomando como coeficiente parcial de seguridad el siguiente:

- γ_{M2}**: = 1,25 en uniones con agujeros con medidas nominales
γ_{M2}: = 1,40 en uniones con agujeros con sobremedida en dirección paralela a la del esfuerzo.
F_{p,Cd}: fuerza de pretensado del tornillo (véase apartado 7.3.1).
n: número de superficies de rozamiento.
k_s: coeficiente que toma el valor $k_s = 1,00$ para agujeros con medidas normales.
μ: coeficiente de rozamiento.

siendo

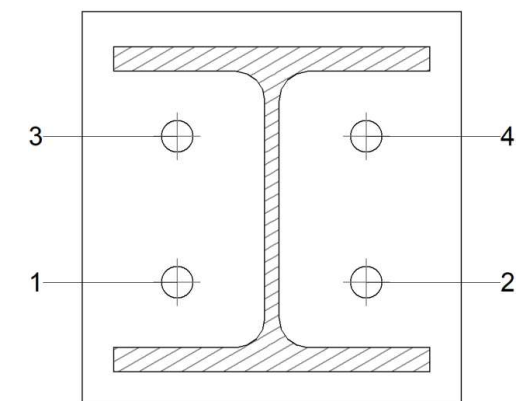
la resistencia de cálculo del acero del tornillo, con $\gamma_{M3} = 1,1$.

A_s: el área resistente del tornillo, definida como la correspondiente al diámetro medio entre el interior y el de los flancos de la rosca según norma DIN 13.

4 Solicitación combinada. En el caso de que actúen simultáneamente sobre el tornillo esfuerzos de tracción y cortante, la resistencia de cálculo al deslizamiento correspondiente al estado límite último se tomará de la siguiente expresión:

siendo

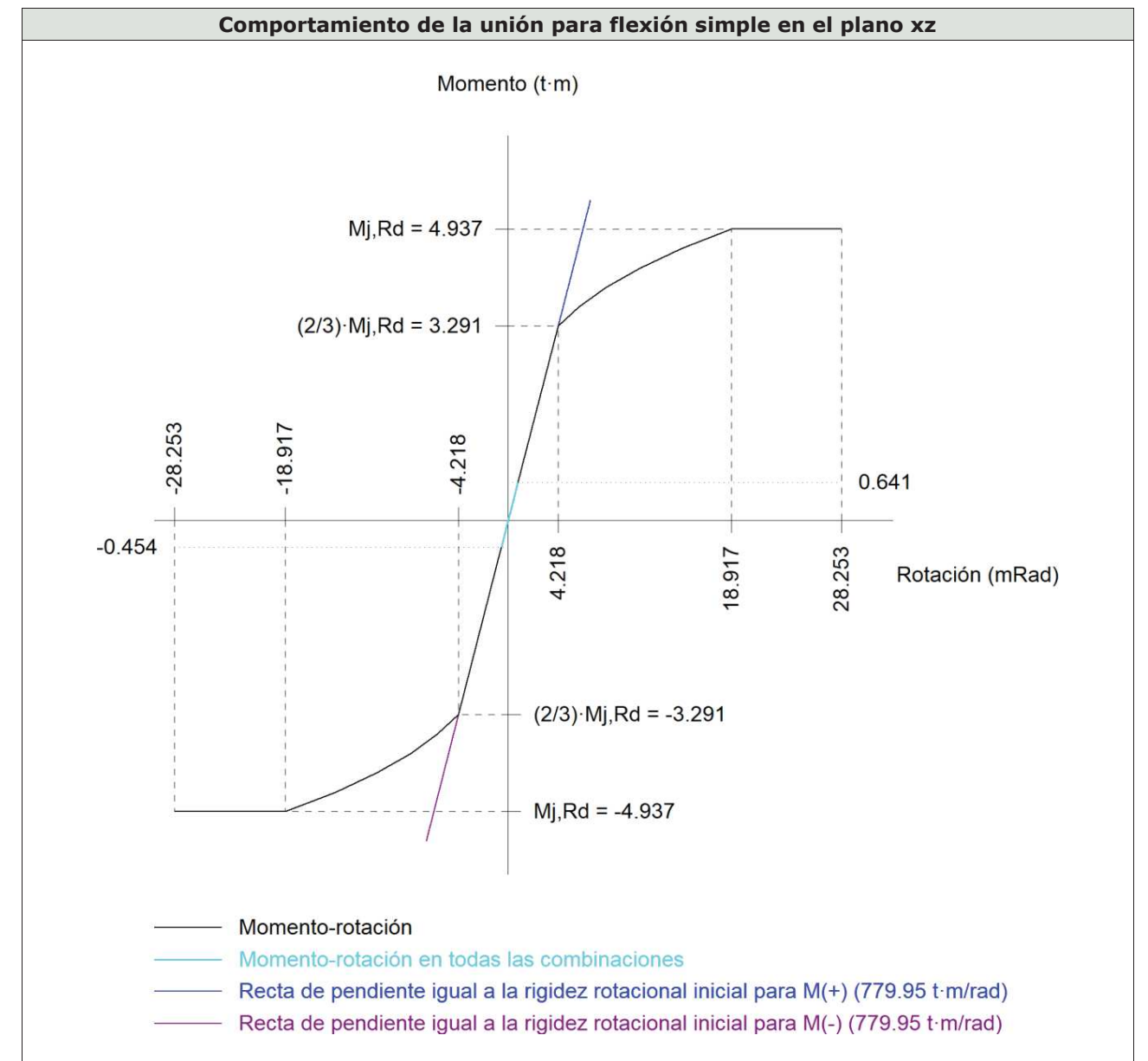
F_{t,Ed}: esfuerzo axil de cálculo por tornillo al que en su caso se añadirán las tracciones debidas al efecto palanca.



Disposición							
Tornillo	Denominación	d ₀ (mm)	e ₁ (mm)	e ₂ (mm)	p ₁ (mm)	p ₂ (mm)	m (mm)
1	EN 14399-3-M20x65-10.9-HR	22.0	--	60	92	120	41.0
2	EN 14399-3-M20x65-10.9-HR	22.0	--	60	92	120	41.0
3	EN 14399-3-M20x65-10.9-HR	22.0	--	60	92	120	41.0
4	EN 14399-3-M20x65-10.9-HR	22.0	--	60	92	120	41.0
--: La comprobación no procede.							

Resistencia										
Tornillo	Cortante				Tracción				Interacción tracción y deslizamiento	Aprov. Máx. (%)
	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)		
1	Deslizamiento	4.084	41.160	9.92	Vástago	157.349	176.400	89.20	9.92	89.20
	Aplastamiento	4.084	282.000	1.45	Punzonamiento	21.207	356.303	5.95		
2	Deslizamiento	8.232	41.160	20.00	Vástago	157.434	176.400	89.25	20.00	89.25
	Aplastamiento	8.232	276.039	2.98	Punzonamiento	22.450	356.303	6.30		
3	Deslizamiento	3.325	41.160	8.08	Vástago	157.079	176.400	89.05	8.08	89.05
	Aplastamiento	3.325	261.142	1.27	Punzonamiento	17.219	356.303	4.83		
4	Deslizamiento	7.883	41.160	19.15	Vástago	157.629	176.400	89.36	19.15	89.36
	Aplastamiento	7.883	282.000	2.80	Punzonamiento	25.330	356.303	7.11		

Rigidez rotacional inicial	Plano xy (t·m/rad)	Plano xz (t·m/rad)
Calculada para momentos positivos	1490.30	779.95
Calculada para momentos negativos	1490.30	779.95



Relación entre la resistencia del ala del casquillo en T en modo 1 y modo 3 (Criterio de CYPE, basado en ENV 1993-1-1:1996, Anejo J.3.8)

Debe cumplirse:

$$1.35 \leq 1.80 \checkmark$$

$$\beta : 1.35$$

Donde:

$F_{T,Rd1}$: Resistencia del ala del casquillo en T en modo 1

$F_{T,Rd3}$: Resistencia del ala del casquillo en T en modo 3

$$F_{T,Rd1} : 477.97 \text{ kN}$$

$$F_{T,Rd3} : 352.80 \text{ kN}$$

Momento resistente (CTE DB SE-A, 8.8.6)

La capacidad resistente a momento depende de la resistencia de los componentes de la unión, que se agrupan en tres zonas críticas: de tracción, de compresión y de cortante. El momento resistente de cálculo será la suma de los valores de cálculo de las resistencias eficaces de cada fila de tornillos traccionados, por su distancia al centro de la zona de compresión.

$$6.29 \text{ kN}\cdot\text{m} \leq 48.43 \text{ kN}\cdot\text{m} \quad \checkmark$$

M_{Ed} : Momento solicitante

$$M_{Ed} : 6.29 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$M_{j,Rd}$: Momento que puede resistir la unión. Viene dado por:

$$M_{j,Rd} : 48.43 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Capacidad de rotación (Criterio de CYPE, basado en ENV 1993-1-1:1996, Anejo J.3.8)

Debe cumplirse:

$$0.03 \leq 0.67 \quad \checkmark$$

ϕ_{Ed} : Rotación correspondiente al momento solicitante

$$\phi_{Ed} : 0.82 \text{ mRad}$$

ϕ_{Cd} : Capacidad de rotación de la unión.

$$\phi_{Cd} : 28.25 \text{ mRad}$$

Donde:

h : Distancia de la fila al centro de compresiones

$$h : 141 \text{ mm}$$

β : Relación entre la resistencia de la fila en modo 1 y en modo 3

$$\beta : 1.35$$

Unión tirante pilar

1) L70x10 (S355)

– Pieza

Resistencia de las secciones a corte (CTE DB SE-A, 6.2.4)

El esfuerzo cortante de cálculo V_{Ed} será menor que la resistencia de las secciones a cortante, $V_{c,Rd}$, que, en ausencia de torsión, será igual a la resistencia plástica:

$$37.18 \text{ kN} \leq 253.76 \text{ kN} \quad \checkmark$$

V_{Ed} : Esfuerzo cortante de cálculo.

$$V_{Ed} : 37.18 \text{ kN}$$

$V_{c,Rd}$: Resistencia plástica de las secciones a cortante $V_{pl,Rd}$

$$V_{c,Rd} : 253.76 \text{ kN}$$

Donde:

A_v : Área sometida a cortante

$$A_v : 1300 \text{ mm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo.

$$f_{yd} : 338.10 \text{ N/mm}^2$$

Resistencia de las secciones a corte (CTE DB SE-A, 6.2.4)

El esfuerzo cortante de cálculo V_{Ed} será menor que la resistencia de las secciones a cortante, $V_{c,Rd}$, que, en ausencia de torsión, será igual a la resistencia plástica:

$$37.18 \text{ kN} \leq 253.76 \text{ kN} \quad \checkmark$$

V_{Ed} : Esfuerzo cortante de cálculo.

$$V_{Ed} : 37.18 \text{ kN}$$

$V_{c,Rd}$: Resistencia plástica de las secciones a cortante $V_{pl,Rd}$

$$V_{c,Rd} : 253.76 \text{ kN}$$

Donde:

A_v : Área sometida a cortante

$$A_v : 1300 \text{ mm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo.

$$f_{yd} : 338.10 \text{ N/mm}^2$$

Resistencia de las secciones a flexión (CTE DB SE-A, 6.2.6)

Debe cumplirse:

$$0.94 \text{ kN}\cdot\text{m} \leq 1.10 \text{ kN}\cdot\text{m} \quad \checkmark$$

M_{Ed} : Valor de cálculo del momento flector.

$$M_{Ed} : 0.94 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$M_{c,Rd}$: Resistencia de cálculo de la sección a flexión.

$$M_{c,Rd} : 1.10 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

La resistencia de las secciones a flexión, $M_{c,Rd}$, será:

siendo

W_{pl} : Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión.

$$W_{pl} : 3250.0 \text{ mm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo.

$$f_{yd} : 338.10 \text{ N/mm}^2$$

Interacción de esfuerzos en secciones (CTE DB SE-A, 6.2.8)

Flexión y cortante:

La sección se comprobará a cortante según el apartado 6.2.4. Adicionalmente, si el cortante de cálculo es mayor que la mitad de la resistencia de la sección a cortante, se comprobará el momento flector de cálculo frente al resistente obtenido según:

siendo

En ningún caso podrá ser $M_{v,Rd} > M_{0,Rd}$

$$37.18 \text{ kN} \leq 126.88 \text{ kN}$$

No es necesario reducir el valor de la resistencia de cálculo de la sección a flexión.



APÉNDICE Nº 3.1. DEPÓSITO DE SAL.
NOTA DE CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA METÁLICA.

Proyecto de depósito de sal cubierto en carretera N-240 P.K. 37+000.

Febrero 2022

Cordones de soldadura

Disposiciones constructivas y clasificación (CTE DB SE-A 8.6.1).

Las prescripciones que siguen serán aplicables cuando los elementos a unir tienen al menos 4 mm de espesor y son de aceros estructurales soldables.

Resistencia de cálculo de las soldaduras a tope (CTE DB SE-A 8.6.3).

Si la soldadura es de penetración total no es necesaria ninguna comprobación. La resistencia de cálculo será igual a la de la más débil de las piezas unidas.

Comprobaciones geométricas										
Ref.		Tipo			Preparación de bordes (mm)			l (mm)		
Soldaduras a tope del angular a la pieza		A tope en bisel simple			10			150		
l: Longitud efectiva										
Comprobación de resistencia										
Ref.		Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm ²)	β _w
		σ _⊥ (N/mm ²)	τ _⊥ (N/mm ²)	τ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldaduras a tope del angular a la pieza		La comprobación no procede.						470.0	0.90	

Unión tirante dintel

1) L70x10 (S355)

– Pieza

Resistencia de las secciones a corte (CTE DB SE-A, 6.2.4)

El esfuerzo cortante de cálculo V_{Ed} será menor que la resistencia de las secciones a cortante, V_{c,Rd}, que, en ausencia de torsión, será igual a la resistencia plástica:

V_{Ed}: Esfuerzo cortante de cálculo.

V_{c,Rd}: Resistencia plástica de las secciones a cortante V_{pl,Rd}

Donde:

A_v: Área sometida a cortante

f_{yd}: Resistencia de cálculo.

30.51 kN ≤ 253.76 kN ✓

V_{Ed} : 30.51 kN

V_{c,Rd} : 253.76 kN

A_v : 1300 mm²

f_{yd} : 338.10 N/mm²

Resistencia de las secciones a corte (CTE DB SE-A, 6.2.4)

El esfuerzo cortante de cálculo V_{Ed} será menor que la resistencia de las secciones a cortante, V_{c,Rd}, que, en ausencia de torsión, será igual a la resistencia plástica:

V_{Ed}: Esfuerzo cortante de cálculo.

30.51 kN ≤ 253.76 kN ✓

V_{Ed} : 30.51 kN



APÉNDICE Nº 3.1. DEPÓSITO DE SAL.
NOTA DE CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA METÁLICA.

Proyecto de depósito de sal cubierto en carretera N-240 P.K. 37+000.

Febrero 2022

V_{c,Rd}: Resistencia plástica de las secciones a cortante V_{pl,Rd}

Donde:

A_v: Área sometida a cortante

f_{yd}: Resistencia de cálculo.

V_{c,Rd} : 253.76 kN

A_v : 1300 mm²

f_{yd} : 338.10 N/mm²

Resistencia de las secciones a flexión (CTE DB SE-A, 6.2.6)

Debe cumplirse:

0.67 kN·m ≤ 1.10 kN·m ✓

M_{Ed}: Valor de cálculo del momento flector.

M_{Ed} : 0.67 kN·m

M_{c,Rd}: Resistencia de cálculo de la sección a flexión.

M_{c,Rd} : 1.10 kN·m

La resistencia de las secciones a flexión, M_{c,Rd}, será:

siendo

W_{pl}: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión.

f_{yd}: Resistencia de cálculo.

W_{pl} : 3250.0 mm³

f_{yd} : 338.10 N/mm²

Interacción de esfuerzos en secciones (CTE DB SE-A, 6.2.8)

Flexión y cortante:

La sección se comprobará a cortante según el apartado 6.2.4. Adicionalmente, si el cortante de cálculo es mayor que la mitad de la resistencia de la sección a cortante, se comprobará el momento flector de cálculo frente al resistente obtenido según:

siendo

En ningún caso podrá ser M_{v,Rd} > M_{0,Rd}

30.51 kN ≤ 126.88 kN

No es necesario reducir el valor de la resistencia de cálculo de la sección a flexión.

Cordones de soldadura

Disposiciones constructivas y clasificación (CTE DB SE-A 8.6.1).

Las prescripciones que siguen serán aplicables cuando los elementos a unir tienen al menos 4 mm de espesor y son de aceros estructurales soldables.

Resistencia de cálculo de las soldaduras a tope (CTE DB SE-A 8.6.3).



APÉNDICE Nº 3.1. DEPÓSITO DE SAL.
NOTA DE CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA METÁLICA.

Proyecto de depósito de sal cubierto en carretera N-240 P.K. 37+000.

Febrero 2022

Si la soldadura es de penetración total no es necesaria ninguna comprobación. La resistencia de cálculo será igual a la de la más débil de las piezas unidas.

Comprobaciones geométricas										
Ref.		Tipo			Preparación de bordes (mm)			l (mm)		
Soldaduras a tope del angular a la pieza		A tope en bisel simple			10			150		
l: Longitud efectiva										
Comprobación de resistencia										
Ref.		Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u	β _w
		σ _⊥ (N/mm ²)	τ _⊥ (N/mm ²)	τ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm ²)	Aprov. (%)	(N/mm ²)	
Soldaduras a tope del angular a la pieza		La comprobación no procede.						470.0	0.90	

APÉNDICE N° 3.2

**Depósito de sal. Nota de
cálculo de la estructura de
hormigón**



**APÉNDICE N° 3.2. DEPÓSITO DE SAL.
NOTA DE CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA DE HORMIGÓN.**

Proyecto de depósito de sal cubierto en carretera N-240 P.K. 37+000.

Febrero 2022

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN

2. GEOMETRÍA

3. ACCIONES

4. COMBINACIONES DE ACCIONES

5. MATERIALES

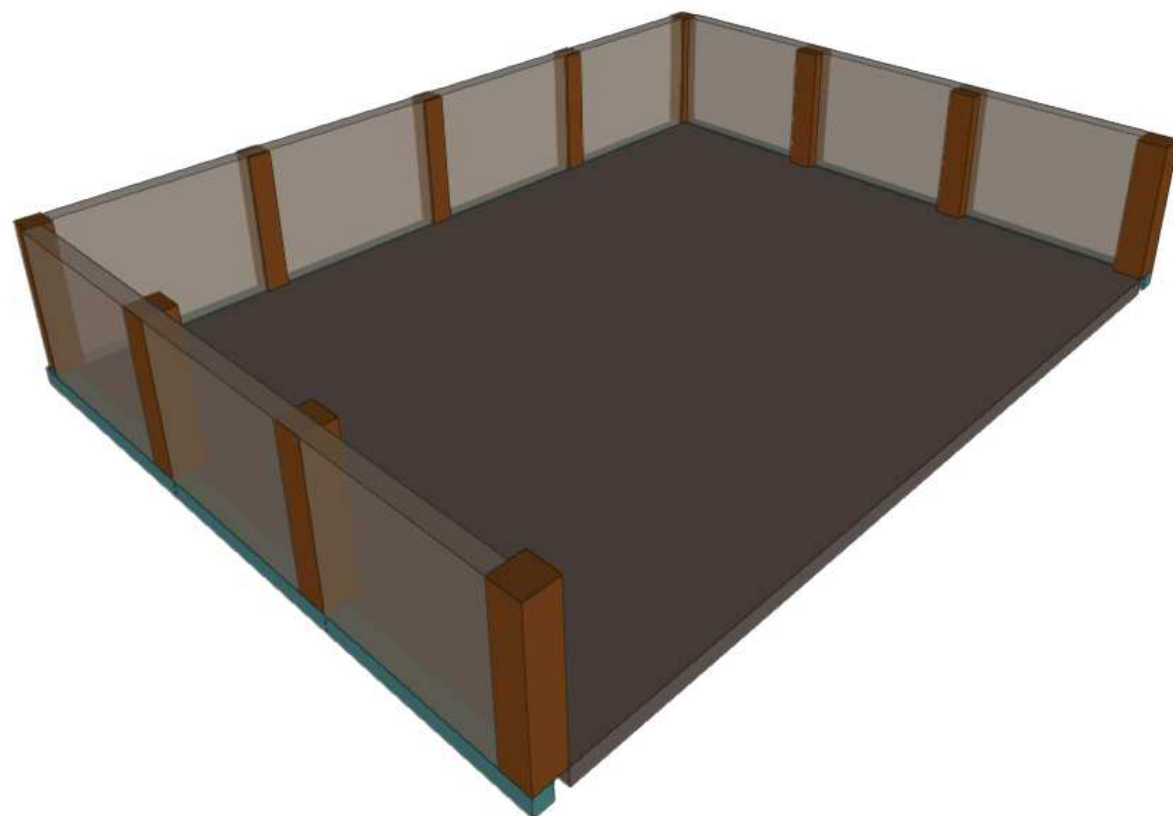
6. ESFUERZOS Y ARMADOS

1. INTRODUCCIÓN

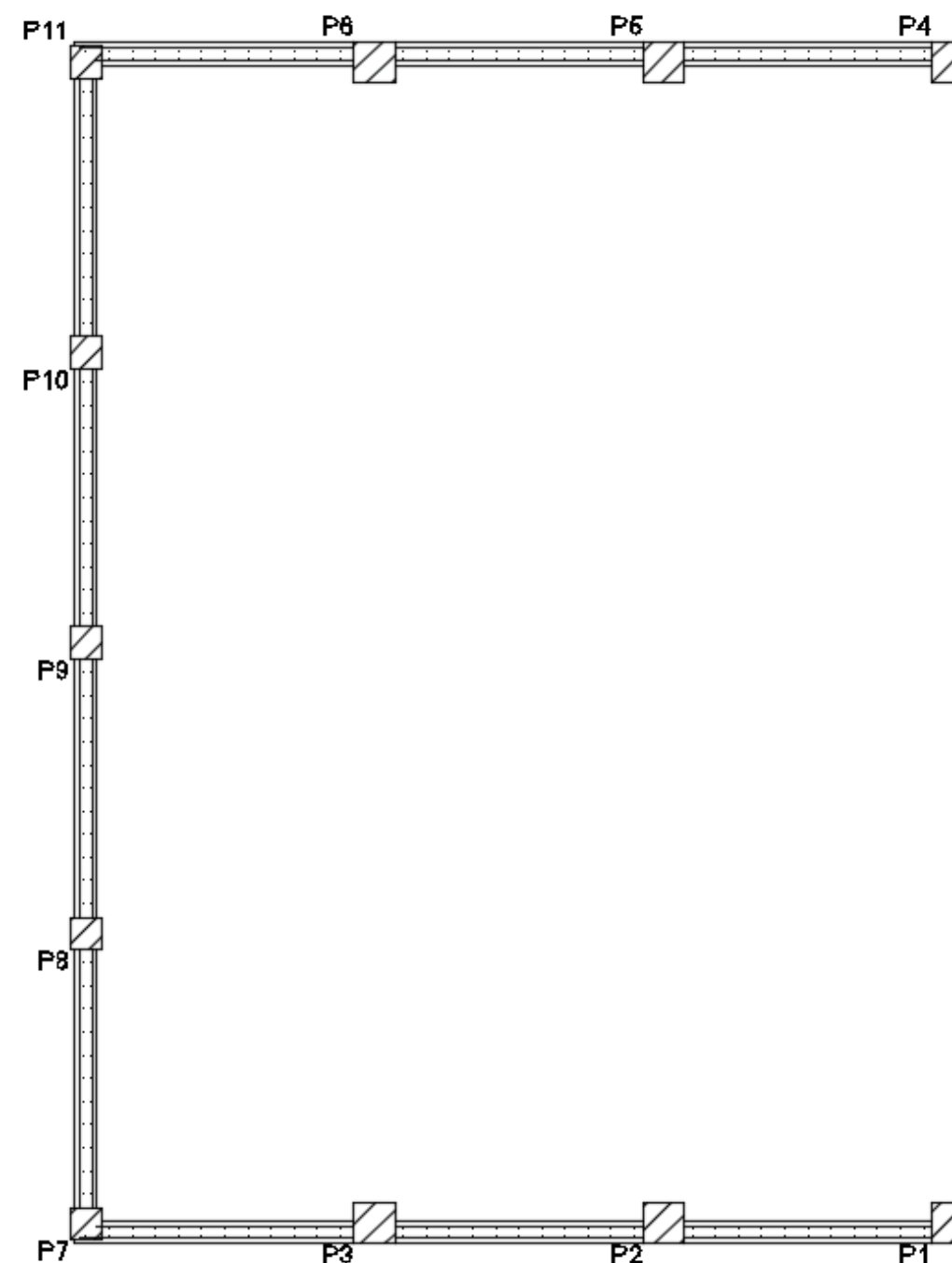
En este apéndice se recogen las características y resultados obtenidos del depósito de hormigón (losa y muros perimetrales), sobre los que apoya la estructura metálica descrita en el apéndice anterior.

La normativa utilizada en los cálculos ha sido la siguiente:

- CTE DB SE-AE
- CTE DB SE-A
- CTE DB SE-C
- Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08)



2. GEOMETRÍA





APÉNDICE Nº 3.2. DEPÓSITO DE SAL.
NOTA DE CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA DE HORMIGÓN.

Proyecto de depósito de sal cubierto en carretera N-240 P.K. 37+000.

Febrero 2022

Pilares

GI: grupo inicial

GF: grupo final

Ang: ángulo del pilar en grados sexagesimales

Referencia	Coord(P.Fijo)	GI- GF	Vinculación exterior	Ang.	Punto fijo
P1	(15.00, 0.00)	0-1	Sin vinculación exterior	0.0	Centro
P2	(10.00, 0.00)	0-1	Sin vinculación exterior	0.0	Centro
P3	(5.00, 0.00)	0-1	Sin vinculación exterior	0.0	Centro
P4	(15.00, 20.10)	0-1	Sin vinculación exterior	0.0	Centro
P5	(10.00, 20.10)	0-1	Sin vinculación exterior	0.0	Centro
P6	(5.00, 20.10)	0-1	Sin vinculación exterior	0.0	Centro
P7	(0.00, 0.00)	0-1	Sin vinculación exterior	0.0	Centro
P8	(0.00, 5.03)	0-1	Sin vinculación exterior	0.0	Centro
P9	(0.00, 10.05)	0-1	Sin vinculación exterior	0.0	Centro
P10	(0.00, 15.07)	0-1	Sin vinculación exterior	0.0	Centro
P11	(0.00, 20.10)	0-1	Sin vinculación exterior	0.0	Centro

P1, P2, P3, P4, P5, P6						
Planta	Dimensiones (cm)	Coeficiente de empotramiento		Coeficiente de pandeo		Coeficiente de rigidez axil
		Cabeza	Pie	X	Y	
1	70x70	0.30	1.00	1.00	1.00	2.00

P7, P8, P9, P10, P11						
Planta	Dimensiones (cm)	Coeficiente de empotramiento		Coeficiente de pandeo		Coeficiente de rigidez axil
		Cabeza	Pie	X	Y	
1	55x55	0.30	1.00	1.00	1.00	2.00

Muros y losa

- Las coordenadas de los vértices inicial y final son absolutas.

- Las dimensiones están expresadas en metros.

Referencia	Tipo muro	GI- GF	Vértices		Planta	Dimensiones Izquierda+Derecha=Total
			Inicial	Final		
M1	Muro de hormigón armado	0-1	(0.00, -0.15)	(15.00, -0.15)	1	0.2+0.2=0.4
M2	Muro de hormigón armado	0-1	(0.00, 20.25)	(15.00, 20.25)	1	0.2+0.2=0.4
M3	Muro de hormigón armado	0-1	(0.00, 0.00)	(0.00, 20.10)	1	0.2+0.2=0.4

Grupo	Grupo	Planta	Canto (cm)/Altura (m)	Módulo balasto (t/m³)	Tensión admisible (kp/cm²)
1	Forjado 1	Coronación muro	3.50	-	-
0	Cimentación	Losa de cimentación	40	2000.00	1.30



APÉNDICE Nº 3.2. DEPÓSITO DE SAL.
NOTA DE CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA DE HORMIGÓN.

Proyecto de depósito de sal cubierto en carretera N-240 P.K. 37+000.

Febrero 2022

3. ACCIONES

A las reacciones transmitidas por los pilares metálicos, se añaden las siguientes cargas:

3.1. Peso propio de la estructura.

Con una densidad de 25 kN/m³, es calculado directamente por el programa en base a la geometría introducida, aplicando el valor de la aceleración de la gravedad de 9.81m/s².

3.2. Carga muerta.

Para tener en cuenta el peso del cerramiento de bloque, se considera una carga muerta de 22 kN/m en la coronación del muro de las fachadas laterales, y 30 kN/m en la fachada principal.

3.3. Sobrecarga sal.

Se aplica una carga superficial de 42 kN/m² sobre la losa de cimentación para tener en cuenta el peso de la sal. Se ha considerado para ésta una densidad de 12 kN/m³ y una altura de 3.50 m, pese a que la altura máxima teórica es 3.0 m.

Hipótesis

Peso propio Cargas muertas Sobrecarga (Uso A)		
Referencia	Descripción	Naturaleza
Q 1 (A)	Sal	Sobrecarga (Uso A)
V(0°) H1	Viento a 0°, presion exterior tipo 1	Succión interior
V(0°) H2	Viento a 0°, presion exterior tipo 2	Succión interior
V(90°) H1	Viento a 90°, presion exterior tipo 1	Succión interior
V(180°) H1	Viento a 180°, presion exterior tipo 1	Succión interior
V(180°) H2	Viento a 180°, presion exterior tipo 2	Succión interior
V(270°) H1	Viento a 270°, presion exterior tipo 1	Presión interior

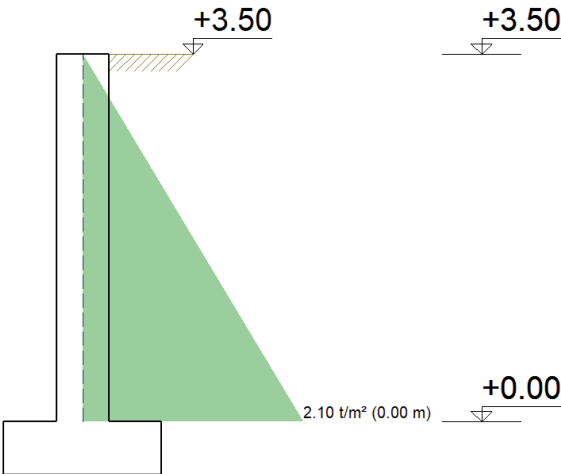
Listado de cargas

Cargas especiales introducidas (en t, t/m y t/m²)

Grupo	Hipótesis	Tipo	Valor	Coordenadas
Cimentación	Cargas muertas	Lineal	2.20	(0.00,-0.15) (5.00,-0.15)
	Cargas muertas	Lineal	2.20	(5.00,-0.15) (10.00,-0.15)
	Cargas muertas	Lineal	2.20	(10.00,-0.15) (15.00,-0.15)
	Cargas muertas	Lineal	2.20	(0.00,20.25) (5.00,20.25)
	Cargas muertas	Lineal	2.20	(5.00,20.25) (10.00,20.25)
	Cargas muertas	Lineal	2.20	(10.00,20.25) (15.00,20.25)
	Cargas muertas	Lineal	3.00	(0.00,-0.15) (0.00,20.25)
	Q 1 (Uso A)	Superficial	4.20	(5.35,0.05) (9.65,0.05) (9.65,0.35) (10.35,0.35)
				(10.35,0.05) (14.65,0.05) (14.65,0.35) (15.35,0.35)
				(15.35,19.75) (14.65,19.75) (14.65,20.05) (10.35,20.05)

• **Leyes de presiones sobre muros**

Empujes del terreno			
Referencia	Hipótesis	Descripción	Muro
Empuje de sal	Q 1 (Uso A)	Con relleno: Cota 3.50 m Ángulo de talud 0.00 Grados Densidad aparente 1.20 t/m³ Ángulo rozamiento interno 30.00 Grados	M1, M2, M3



4. COMBINACIONES DE ACCIONES.

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

- Con coeficientes de combinación

- Sin coeficientes de combinación

- Donde:

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

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

E.L.U. de rotura. Hormigón: EHE-08

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.350	-	-
Sobrecarga (Q - Uso A)	0.000	1.500	1.000	0.700
Sobrecarga (Q - Uso G1)	0.000	1.500	0.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.500	1.000	0.600
Nieve (Q)	0.000	1.500	1.000	0.500

Persistente o transitoria (G1)				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.350	-	-
Sobrecarga (Q - Uso A)	0.000	1.500	0.000	0.000
Sobrecarga (Q - Uso G1)	0.000	1.500	1.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.500	0.000	0.000
Nieve (Q)	0.000	1.500	0.000	0.000

* **Nota:** Sobrecarga (Q - Uso G1) hace referencia a la sobrecarga de mantenimiento en la cubierta de la nave, que se transmite a través de los pilares metálicos.

E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones: EHE-08 / CTE DB-SE C

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.600	-	-
Sobrecarga (Q - Uso A)	0.000	1.600	1.000	0.700
Sobrecarga (Q - Uso G1)	0.000	1.600	0.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.600	1.000	0.600
Nieve (Q)	0.000	1.600	1.000	0.500

Persistente o transitoria (G1)				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.600	-	-
Sobrecarga (Q - Uso A)	0.000	1.600	0.000	0.000
Sobrecarga (Q - Uso G1)	0.000	1.600	1.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.600	0.000	0.000
Nieve (Q)	0.000	1.600	0.000	0.000

Tensiones sobre el terreno

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q - Uso A)	0.000	1.000	1.000	1.000
Sobrecarga (Q - Uso G1)	0.000	1.000	0.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Nieve (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q - Uso A)	0.000	1.000	0.000	0.000
Sobrecarga (Q - Uso G1)	0.000	1.000	1.000	1.000
Viento (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Nieve (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000

Desplazamientos

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q - Uso A)	0.000	1.000	1.000	1.000
Sobrecarga (Q - Uso G1)	0.000	1.000	0.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Nieve (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q - Uso A)	0.000	1.000	0.000	0.000
Sobrecarga (Q - Uso G1)	0.000	1.000	1.000	1.000
Viento (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Nieve (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000

5. MATERIALES UTILIZADOS

- Hormigón

Elemento	Hormigón	fck (kp/cm2)	γ_c	r _{nom} (cm)
Todos	HA-30/B/20/IIa+F	306	1.5	3.0

- Acero en barras

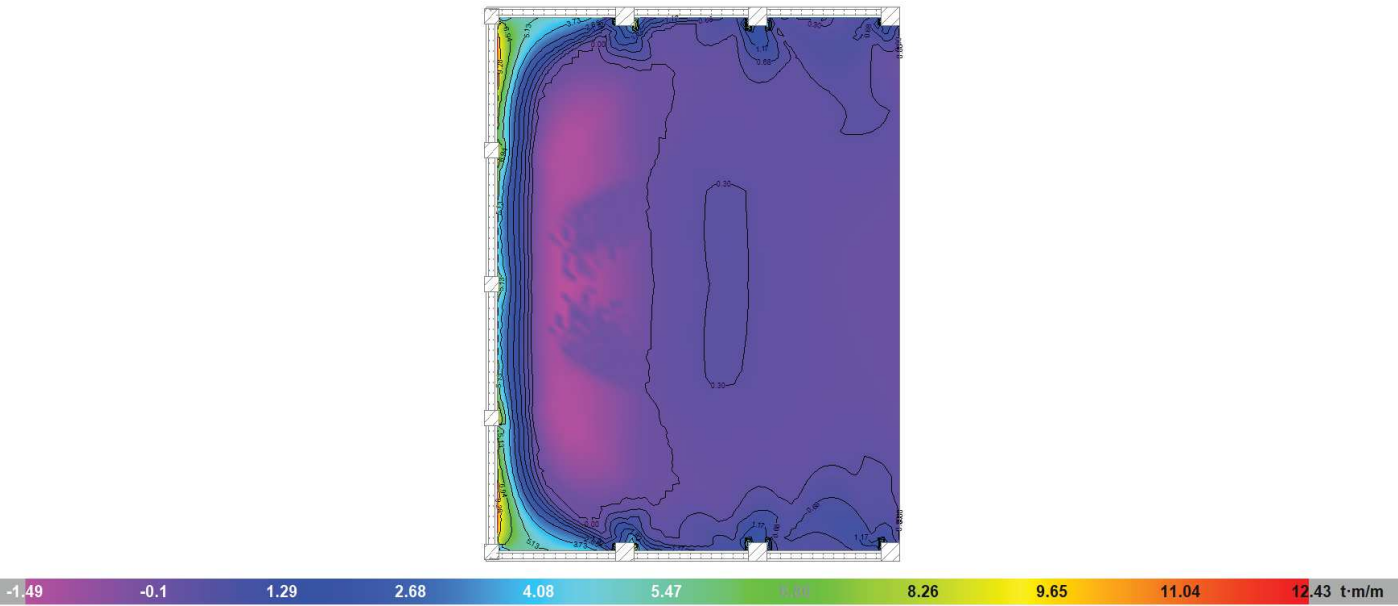
Elemento	Acero	f _{yk} (kp/cm2)	γ_s
Todos	B 500 S	5097	1.15

6. ESFUERZOS Y ARMADOS

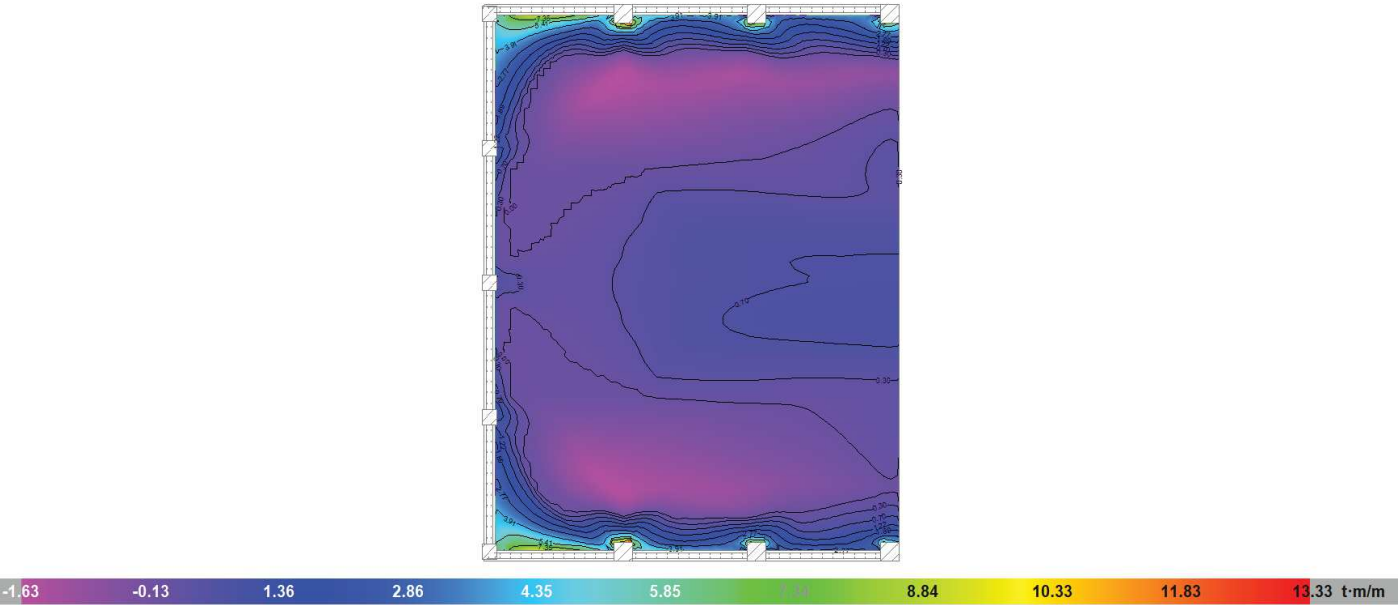
LOSA

Esfuerzos de dimensionamiento

Mx inferior (T·m/m)

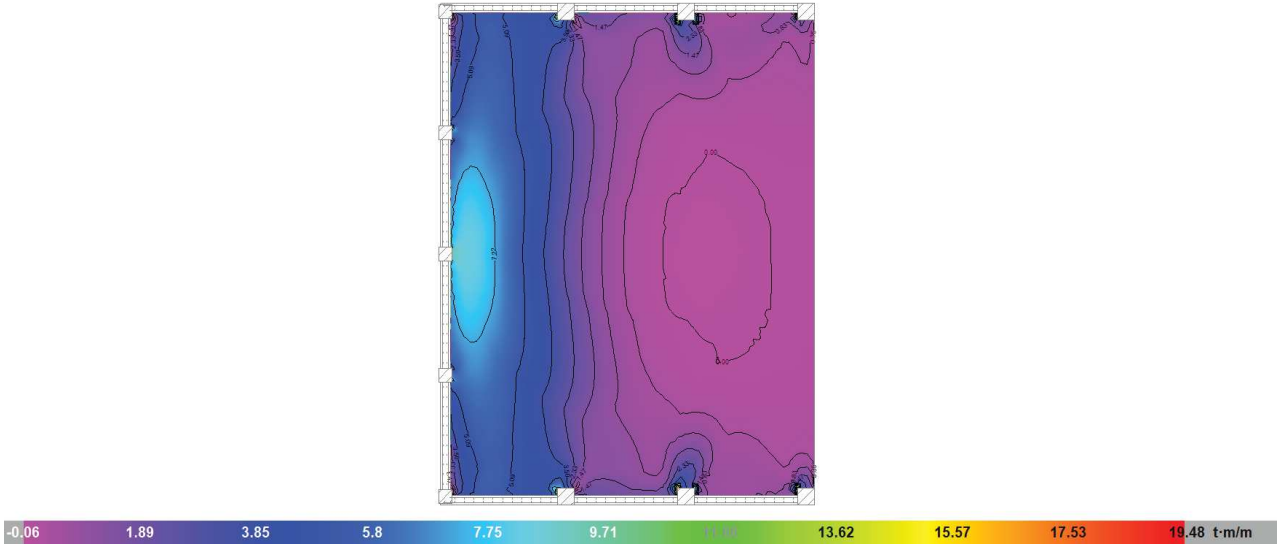


My inferior (T·m/m)

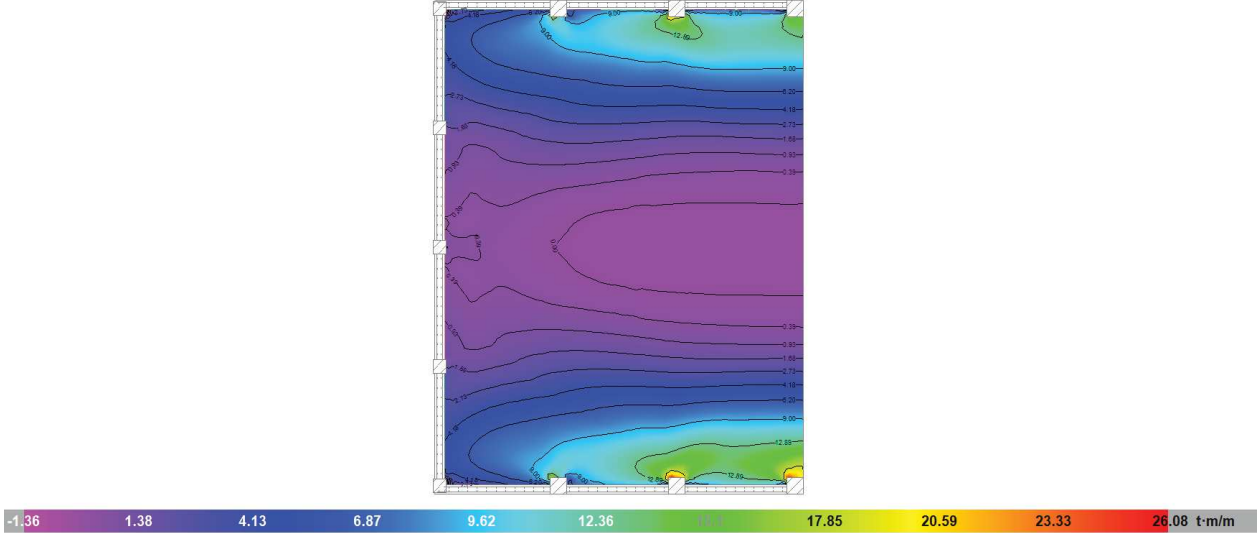




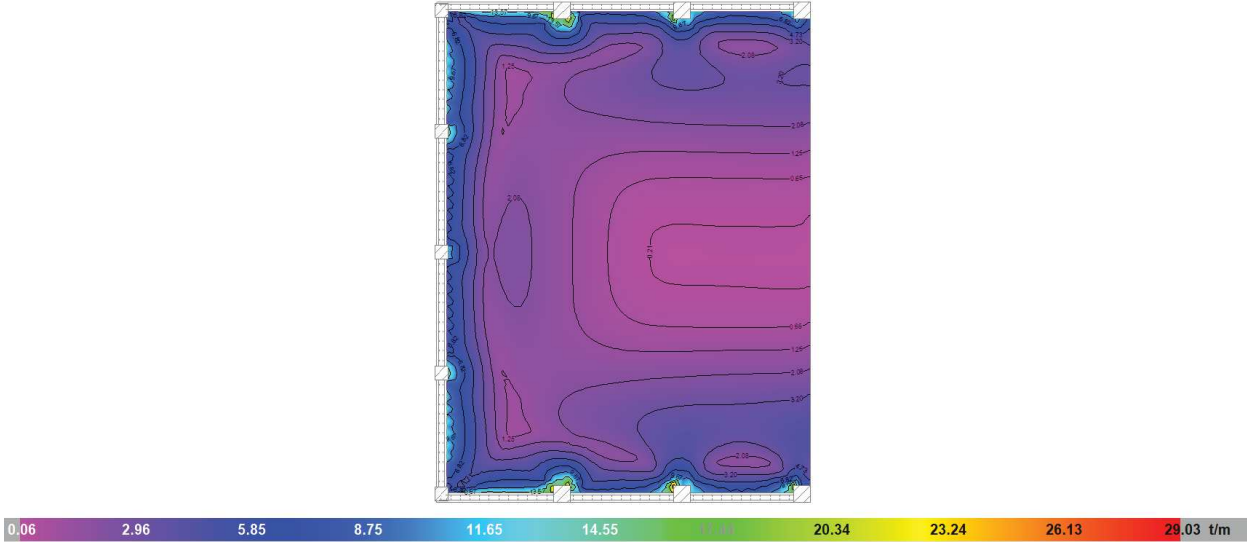
Mx superior (T·m/m)



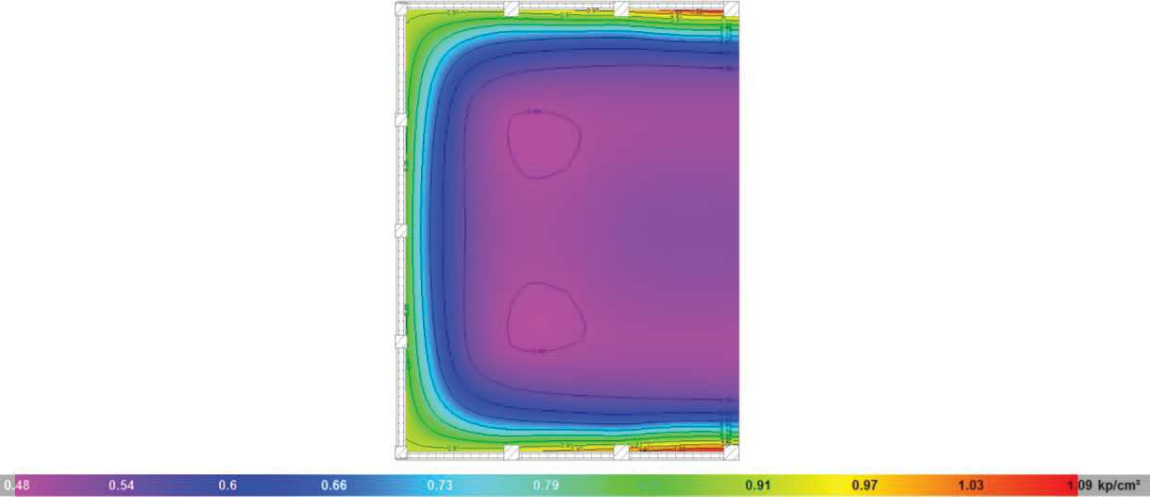
My superior (T·m/m)



Cortante (T/m)

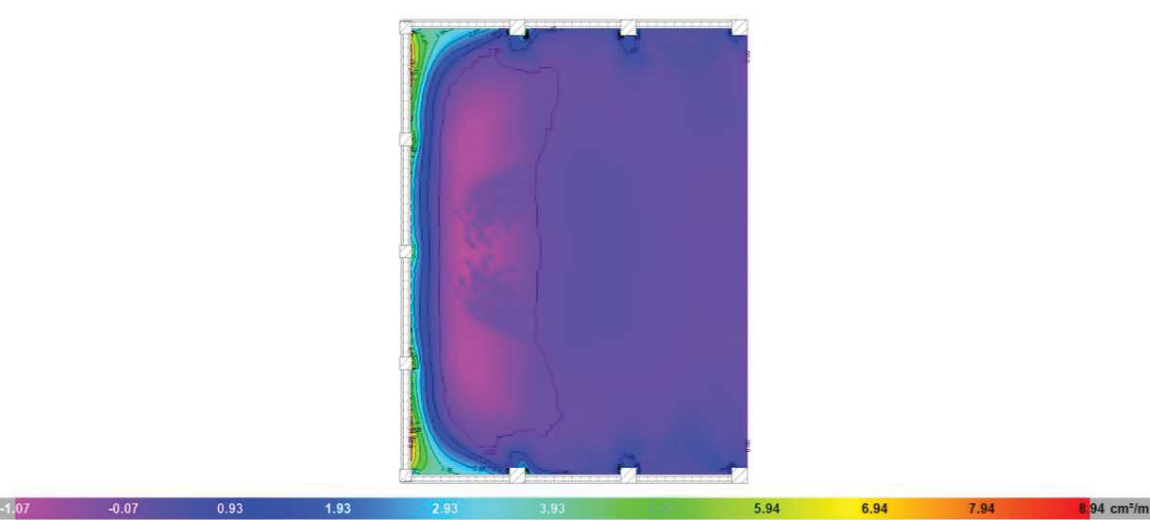


Tensiones sobre el terreno (kp/cm²)

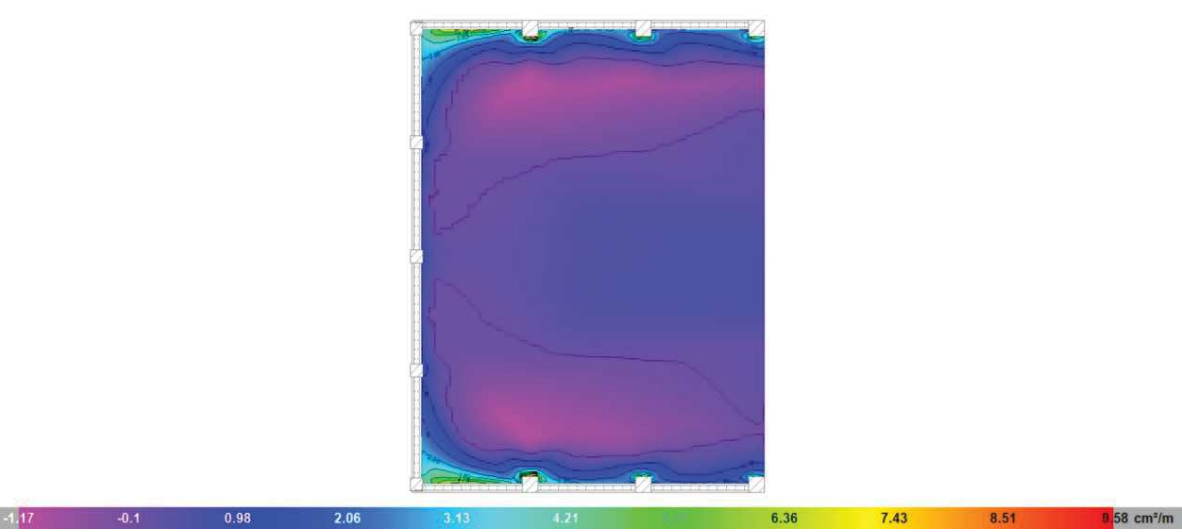


Cuantías de armado

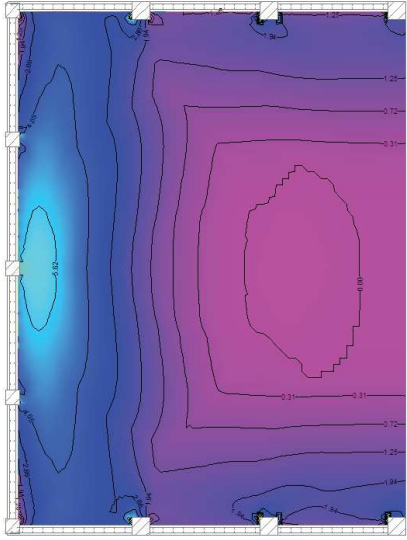
Longitudinal inferior (x)



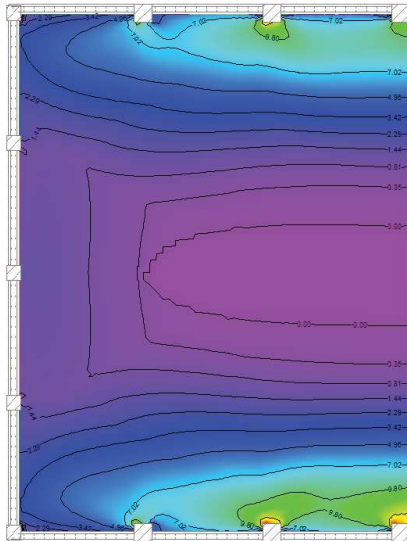
Transversal inferior (Y)



Longitudinal superior (x)



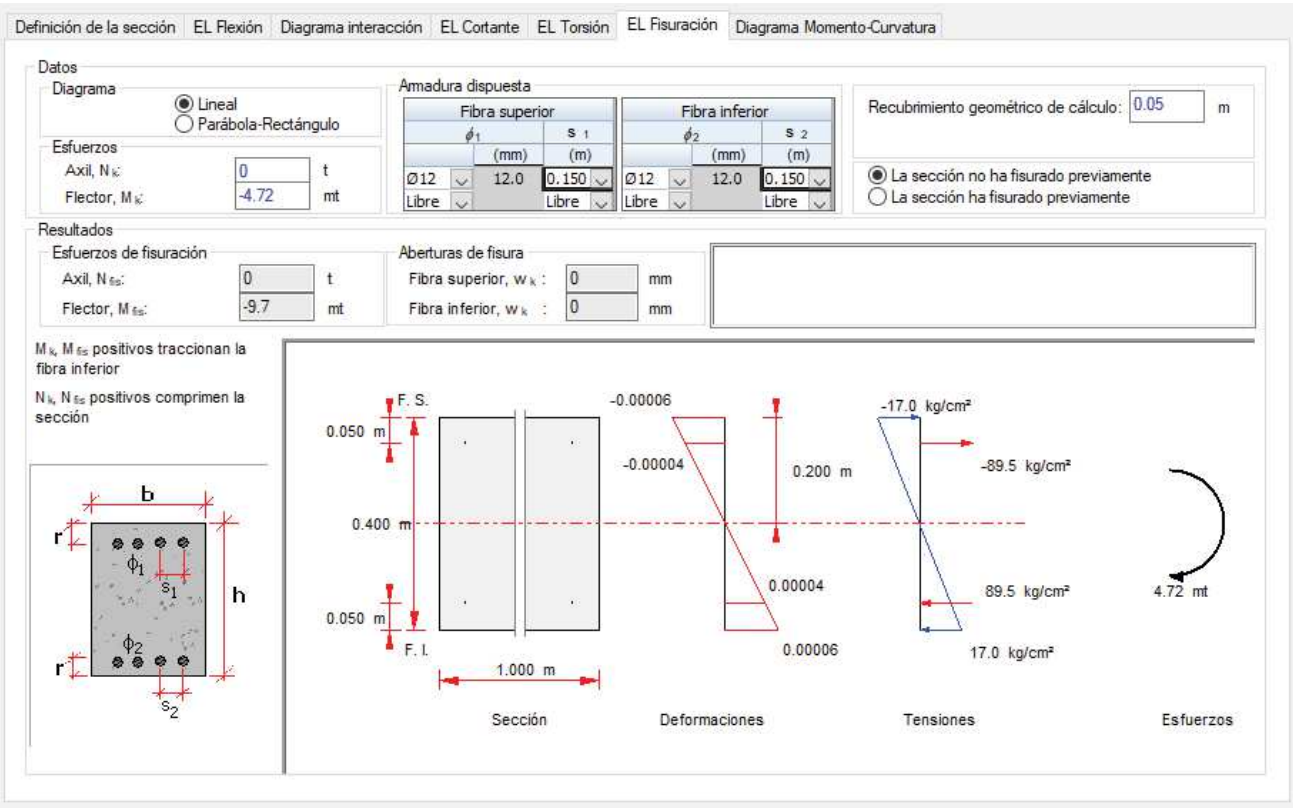
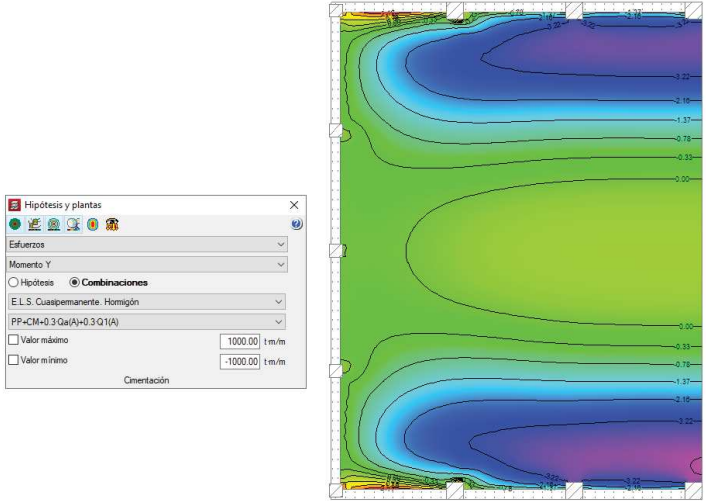
Transversal superior (Y)



Armadura dispuesta

	Tramo 1	Tramo 2	Tramo 3
Longitudinal inferior	$\phi 16$ c/0.15	$\phi 12$ c/0.15	$\phi 12$ c/0.15
Longitudinal superior	$\phi 16$ c/0.15	$\phi 12$ c/0.15	$\phi 12$ c/0.15
Transversal inferior	$\phi 12$ c/0.15	$\phi 12$ c/0.15	$\phi 12$ c/0.15
Transversal superior	$\phi 20$ c/0.15	$\phi 12$ c/0.15	$\phi 20$ c/0.15

Comprobación a fisuración



Comprobación a cortante

Esfuerzos obtenidos a un canto útil.

Definición de la sección	EL Flexión	Diagrama interacción	EL Cortante	EL Torsión	EL Fisuración	Diagrama Momento-Curvatura
Tipo de cálculo ☐ Comprobación ☒ Dimensionamiento		Situación ☒ Persistente ☐ Accidental		Ángulo de las armaduras transversales con el eje de la pieza, α : 90 ° Ángulo entre las bielas de compresión del hormigón y el eje de la pieza, θ : 45 °		
Esfuerzos Cortante de cálculo, V_d : 10.03 t Axil concomitante, N_d : 0 t Flector concomitante, M_d : -17.89 mt		Armadura de flexión Fibra superior, 7.53 cm ² Fibra inferior, F.I. 7.53 cm ²				
M_d positivo tracciona la fibra inferior Resistencia a cortante		N_d positivo comprime la sección				
Esfuerzo cortante de agotamiento por tracción del alma, V_{u2} : 22.7 t						
Sistema de unidades Armadura de cortante, A_{sk} : 0 cm ² /m						

No se requiere armadura de cortante. Región fisurada.
 No es necesario realizar la comprobación de agotamiento por compresión oblicua del alma.
 $V_d = 10.0 \text{ t} < V_{u2} = 22.7 \text{ t} \rightarrow$ Cumple $\rightarrow$ No se necesita armadura de cortante.

PILARES

Esfuerzos de pilares por hipótesis

- Tramo: Nivel inicial / nivel final del tramo entre plantas.
- Nota: Los esfuerzos están referidos a ejes locales del pilar.

Soporte	Planta	Dimensión (cm)	Tramo (m)	Hipótesis	Base						Cabeza					
					N (t)	Mx (t-m)	My (t-m)	Qx (t)	Qy (t)	T (t-m)	N (t)	Mx (t-m)	My (t-m)	Qx (t)	Qy (t)	T (t-m)
P1	Forjado 1	70x70	0.00/3.50	Peso propio	2.21	0.67	-2.36	1.40	-0.25	-0.04	-0.49	0.99	-2.71	-1.38	-1.33	0.02
				Cargas muertas	0.20	-0.09	0.08	-0.26	-0.02	0.03	0.36	-0.13	0.37	0.19	0.18	0.00
				Sobrecarga (Uso A)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
				Sobrecarga (Uso G1)	0.00	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 A)	-1.75	0.61	-3.63	0.93	-0.65	0.20	0.20	-0.08	0.25	0.00	0.09	0.04
				Q (Uso G1)	-0.89	0.61	-2.00	1.47	0.11	-0.01	-1.18	0.69	-1.95	-0.96	-0.95	0.03
				V(0°) H1	2.94	-1.45	5.02	-3.31	0.23	0.02	1.69	-1.00	2.27	1.68	2.33	0.01
				V(0°) H2	2.27	-0.79	2.87	-1.73	0.31	-0.00	0.97	-0.22	0.11	0.59	1.27	0.05
				V(90°) H1	1.06	0.09	0.15	0.19	-0.28	-0.02	2.88	0.18	0.84	-0.66	-0.26	-0.08
				V(180°) H1	-1.46	0.54	-1.93	1.32	0.23	-0.00	-2.24	0.68	-2.15	-0.86	-0.83	0.06
				V(180°) H2	-3.01	1.48	-5.06	3.60	0.42	-0.02	-4.36	1.74	-5.13	-2.33	-2.28	0.11
				V(270°) H1	-0.27	-1.33	3.37	-3.40	-0.70	0.10	1.08	-2.99	7.41	4.17	2.23	-0.12
				N(EI)	-1.99	1.37	-4.48	3.28	0.24	-0.03	-2.63	1.55	-4.35	-2.15	-2.12	0.08
				N(R) 1	-1.69	1.05	-3.48	2.55	0.22	-0.02	-2.31	1.18	-3.32	-1.63	-1.61	0.06
				N(R) 2	-1.30	0.99	-3.24	2.37	0.15	-0.03	-1.63	1.15	-3.20	-1.60	-1.56	0.05

Soporte	Planta	Dimensión (cm)	Tramo (m)	Hipótesis	Base						Cabeza					
					N (t)	Mx (t-m)	My (t-m)	Qx (t)	Qy (t)	T (t-m)	N (t)	Mx (t-m)	My (t-m)	Qx (t)	Qy (t)	T (t-m)
P2	Forjado 1	70x70	0.00/3.50	Peso propio	0.14	0.50	-1.73	0.59	-0.35	-0.14	-2.85	0.01	-0.74	-0.21	-1.19	-0.11
				Cargas muertas	1.29	-0.13	0.60	-0.90	-0.10	0.02	1.65	0.01	0.23	-0.11	0.29	-0.00
				Sobrecarga (Uso A)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
				Sobrecarga (Uso G1)	0.00	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 A)	-10.90	0.02	-5.55	-0.14	-3.43	-0.01	1.16	0.00	0.23	-0.04	0.11	-0.01
				Q (Uso G1)	-4.91	0.22	-2.22	0.57	-0.02	-0.06	-5.76	-0.00	-1.02	-0.02	-1.46	-0.04
				V(0°) H1	14.18	-0.37	6.05	-0.97	0.10	0.09	16.83	-0.06	2.47	0.20	3.89	0.07
				V(0°) H2	9.20	-0.09	3.69	-0.21	0.00	0.02	12.46	-0.07	1.54	0.18	2.36	0.02
				V(90°) H1	-1.09	0.32	-0.48	0.98	0.02	-0.07	-0.59	0.22	-0.27	-0.51	-0.63	-0.07
				V(180°) H1	-4.27	0.06	-1.81	0.04	0.14	-0.02	-7.96	-0.03	-1.23	0.04	-1.20	-0.00
				V(180°) H2	-12.10	0.37	-5.28	0.84	0.17	-0.10	-18.36	-0.04	-2.98	0.01	-3.52	-0.07
				V(270°) H1	5.31	-0.98	2.85	-2.44	-0.27	0.25	8.11	-0.19	2.32	0.55	2.38	0.21
				N(EI)	-10.97	0.49	-4.96	1.28	-0.05	-0.13	-12.87	-0.01	-2.29	-0.04	-3.27	-0.09
				N(R) 1	-8.80	0.36	-3.90	0.94	0.03	-0.09	-11.47	-0.01	-1.94	-0.03	-2.61	-0.06
N(R) 2	-7.66	0.38	-3.54	0.99	-0.10	-0.10	-7.83	-0.01	-1.49	-0.03	-2.30	-0.07				
P3	Forjado 1	70x70	0.00/3.50	Peso propio	7.23	1.39	1.47	2.37	0.85	-0.40	-4.07	0.06	-0.96	-0.53	-1.20	-0.30
				Cargas muertas	5.90	0.37	2.39	0.41	0.58	-0.12	1.51	0.02	0.13	-0.22	0.34	-0.10
				Sobrecarga (Uso A)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
				Sobrecarga (Uso G1)	0.00	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 A)	-8.87	0.19	-4.64	-0.22	-3.22	-0.08	0.89	0.01	0.14	-0.21	0.11	-0.08
				Q (Uso G1)	-3.45	0.43	-1.47	0.71	0.20	-0.12	-6.15	0.03	-1.04	-0.16	-1.45	-0.10
				V(0°) H1	11.46	-0.92	4.63	-1.71	-0.36	0.26	18.91	-0.13	2.46	0.47	3.82	0.22
				V(0°) H2	8.11	-0.39	3.12	-0.85	-0.21	0.11	14.15	-0.10	1.51	0.28	2.33	0.10
				V(90°) H1	-2.50	0.16	-0.90	0.86	-0.51	-0.02	2.67	0.18	1.06	-0.39	0.80	-0.03
				V(180°) H1	-2.77	0.27	-1.14	0.37	0.48	-0.08	-10.27	0.01	-1.65	-0.07	-1.64	-0.07
				V(180°) H2	-8.37	0.90	-3.48	1.42	0.84	-0.27	-21.34	0.05	-3.43	-0.31	-3.96	-0.21
				V(270°) H1	3.27	-1.00	1.55	-2.28	-0.15	0.25	5.40	-0.22	1.05	0.64	0.89	0.19
				N(EI)	-7.71	0.97	-3.29	1.58	0.44	-0.28	-13.75	0.06	-2.32	-0.36	-3.23	-0.21
				N(R) 1	-6.33	0.72	-2.64	1.19	0.39	-0.21	-12.17	0.05	-1.96	-0.27	-2.59	-0.16
N(R) 2	-5.24	0.72	-2.29	1.19	0.27	-0.21	-8.46	0.04	-1.52	-0.27	-2.25	-0.16				
P4	Forjado 1	70x70	0.00/3.50	Peso propio	3.65	0.08	0.66	-0.16	0.63	0.00	3.60	-0.22	-0.90	0.10	0.39	0.06
				Cargas muertas	0.20	-0.09	-0.09	-0.27	0.02	-0.03	0.37	-0.13	-0.38	0.19	-0.18	-0.00
				Sobrecarga (Uso A)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
				Sobrecarga (Uso G1)	0.00	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 A)	-1.74	0.61	3.62	0.92	0.65	-0.20	0.21	-0.08	-0.26	0.00	-0.10	-0.04
				Q (Uso G1)	-0.06	0.27	1.02	0.57	0.11	-0.01	1.17	0.00	-0.13	-0.11	0.41	0.01
				V(0°) H1	-1.33	0.49	1.78	1.16	-0.13	0.00	-1.71	0.51	1.64	-0.66	0.76	-0.04
				V(0°) H2	-1.78	0.98	3.60	2.24	-0.02	-0.01	-0.69	0.65	1.85	-0.99	1.49	-0.04
				V(90°) H1	0.57	0.29	0.44	0.72	0.15	0.04	1.53	0.58	0.36	-1.15	0.58	0.06
				V(180°) H1	3.05	-1.50	-5.15	-3.41	-0.26	-0.02	1.83	-1.03	-2.36	1.73	-2.41	-0.02
				V(180°) H2	3.48	-1.29	-4.32	-3.02	-0.05	-0.03	4.22	-1.16	-2.94	1.77	-2.08	0.01
				V(270°) H1	-3.70	0.08	0.67	0.31	-0.20	-0.00	-8.67	-0.13	1.18	0.64	0.01	-0.06
				N(EI)	-0.14	0.60	2.28	1.27	0.25	-0.02	2.61	0.01	-0.28	-0.25	0.91	0.02
				N(R) 1	0.10	0.42	1.59	0.86	0.24	-0.01	2.36	-0.03	-0.33	-0.15	0.66	0.03
N(R) 2	-0.30	0.48	1.83	1.05	0.13	-0.02	1.56	0.04	-0.09	-0.23	0.70	0.01				
P5	Forjado 1	70x70	0.00/3.50	Peso propio	1.75	0.32	1.05	0.36	0.32	0.08	-2.34	0.01	0.68	-0.15	1.02	0.06
				Cargas muertas	1.29	-0.13	-0.61	-0.90	0.10	-0.02	1.65	0.01	-0.23	-0.11	-0.29	0.00
				Sobrecarga (Uso A)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
				Sobrecarga (Uso G1)	0.00	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 A)	-10.90	0.02	5.55	-0.14	3.43	0.01	1.16	0.00	-0.23	-0.04	-0.11	0.01
				Q (Uso G1)	-3.94	0.11	1.81	0.44	0.00	0.02	-5.35	-0.01	0.97	0.01	1.35	0.01
				V(0°) H1	-4.06	0.04	1.73	0.01	-0.14	0.01	-7.79	-0.03	1.21	0.05	1.16	0.01
				V(0°) H2	-10.61	0.22	4.65	0.64	-0.19	0.05	-17.65	-0.04	2.88	0.07	3.33	0.02
				V(90°) H1	-1.76	0.38	0.76	1.07	-0.03	0.09	-1.17	0.22	0.36	-0.53	0.75	0.09
				V(180°) H1	14.28	-0.38	-6.10	-0.99	-0.11	-0.10	16.87	-0.06	-2.48	0.21	-3.90	-0.07
				V(180°) H2	10.58	-0.24	-4.28	-0.41	-0.03	-0.07	13.04	-0.07	-1.61	0.23	-2.53	-0.06
				V(270°) H1	1.54	-0.56	-1.24	-1.90	0.36	-0.12	7.10	-0.18	-2.21	0.42	-2.00	-0.09
				N(EI)	-8.82	0.26	4.04	0.98	0.01	0.05	-11.96	-0.01	2.17	0.03	3.01	0.02
				N(R) 1	-6.03	0.20	2.84	0.76	0.07	0.04	-7.13	-0.01	1.40	0.02	2.09	0.02
N(R) 2	-7.20	0.18	3.22	0.71	-0.06	0.04	-10.81	-0.01	1.85	0.03	2.42	0.01				
P6	Forjado 1	70x70	0.00/3.50	Peso propio	7.53	1.30	-1.61	2.21	-0.84	0.38	-3.71	0.05	0.91	-0.50	1.14	0.28
				Cargas muertas	5.90	0.37	-2.39	0.41	-0.59	0.12	1.51	0.02	-0.13	-0.22	-0.34	0.10
				Sobrecarga (Uso A)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
				Sobrecarga (Uso G1)	0.00	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 A)	-8.88	0.19	4.64	-0.22	3.22	0.08	0.89	0.01	-0.14	-0.21	-0.11	0.00



APÉNDICE N° 3.2. DEPÓSITO DE SAL.
NOTA DE CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA DE HORMIGÓN.

Proyecto de depósito de sal cubierto en carretera N-240 P.K. 37+000.

Febrero 2022

Soporte	Planta	Dimensión (cm)	Tramo (m)	Hipótesis	Base							Cabeza						
					N (t)	Mx (t-m)	My (t-m)	Qx (t)	Qy (t)	T (t-m)	N (t)	Mx (t-m)	My (t-m)	Qx (t)	Qy (t)	T (t-m)	N (t)	Mx (t-m)
				Q (Uso G1)	-3.27	0.38	1.39	0.61	-0.19	0.11	-5.90	0.03	1.00	-0.14	1.41	0.08		
				V(0°) H1	-2.74	0.25	1.13	0.35	-0.48	0.08	-10.21	0.01	1.64	-0.06	1.64	0.06		
				V(0°) H2	-8.11	0.82	3.36	1.27	-0.83	0.24	-20.95	0.05	3.38	-0.28	3.92	0.19		
				V(90°) H1	-2.61	0.20	0.95	0.93	0.50	0.03	2.39	0.19	-1.03	-0.41	-0.79	0.03		
				V(180°) H1	11.49	-0.93	-4.64	-1.73	0.36	-0.27	18.96	-0.13	-2.47	0.47	-3.83	-0.22		
				V(180°) H2	8.39	-0.47	-3.24	-0.99	0.22	-0.14	14.52	-0.10	-1.56	0.30	-2.38	-0.12		
				V(270°) H1	2.54	-0.79	-1.22	-1.90	0.13	-0.19	4.62	-0.21	-0.94	0.58	-0.76	-0.15		
				N(EI)	-7.30	0.85	3.11	1.37	-0.42	0.24	-13.19	0.06	2.24	-0.32	3.16	0.19		
				N(R) 1	-4.93	0.63	2.16	1.03	-0.25	0.18	-8.04	0.04	1.47	-0.24	2.20	0.14		
				N(R) 2	-6.02	0.64	2.50	1.02	-0.38	0.18	-11.75	0.05	1.90	-0.24	2.54	0.14		
P7	Forjado 1	55x55	0.00/3.50	Peso propio	-1.78	0.49	0.67	0.70	1.62	-0.02	0.47	0.04	-0.01	-0.18	0.26	-0.02		
				Cargas muertas	-2.65	0.39	0.23	0.88	0.35	0.02	-0.06	-0.01	0.04	0.15	-0.13	0.01		
				Sobrecarga (Uso A)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
				Sobrecarga (Uso G1)	0.00	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 A)	1.06	0.04	-0.06	0.30	-0.17	0.02	0.01	-0.03	0.05	0.28	-0.19	0.03		
				Q (Uso G1)	-0.36	-0.01	0.18	-0.23	0.60	-0.02	0.18	0.03	-0.03	-0.26	0.27	-0.03		
				V(0°) H1	0.70	0.12	-0.48	0.92	-1.71	0.08	-2.40	-0.20	0.64	1.44	-2.22	0.15		
				V(0°) H2	0.26	0.12	-0.26	0.68	-1.00	0.05	-2.42	-0.15	0.65	1.17	-2.07	0.12		
				V(90°) H1	0.09	-0.27	0.08	-1.00	0.56	-0.06	-3.86	0.54	-0.17	-1.76	1.08	-0.15		
				V(180°) H1	-0.28	0.05	0.14	-0.02	0.42	-0.01	2.31	-0.06	-0.27	-0.13	0.77	-0.02		
				V(180°) H2	-0.80	0.03	0.42	-0.38	1.35	-0.05	3.08	-0.02	-0.39	-0.53	1.35	-0.07		
				V(270°) H1	0.67	0.17	-0.31	0.97	-1.19	0.08	6.03	-0.66	-0.25	1.79	-0.33	0.15		
				N(EI)	-0.80	-0.02	0.41	-0.51	1.35	-0.05	0.41	0.08	-0.08	-0.57	0.60	-0.06		
				N(R) 1	-0.60	-0.02	0.31	-0.41	1.03	-0.04	0.25	0.06	-0.06	-0.45	0.48	-0.05		
				N(R) 2	-0.61	-0.01	0.31	-0.36	1.00	-0.04	0.36	0.06	-0.05	-0.41	0.42	-0.05		
P8	Forjado 1	55x55	0.00/3.50	Peso propio	3.37	1.87	0.11	0.29	0.37	0.11	1.18	0.09	-0.00	0.13	0.02	0.09		
				Cargas muertas	0.40	1.11	0.06	0.17	0.09	0.07	0.17	0.06	0.00	0.08	-0.03	0.05		
				Sobrecarga (Uso A)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
				Sobrecarga (Uso G1)	0.00	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 A)	-0.76	-2.90	0.00	-1.56	-0.31	0.04	-0.00	0.07	0.01	0.10	-0.11	0.04		
				Q (Uso G1)	0.20	0.22	0.01	0.03	0.06	0.01	0.45	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01		
				V(0°) H1	-0.38	-0.94	0.06	0.04	0.37	0.01	-0.03	-0.64	0.04	-1.10	-0.10	0.00		
				V(0°) H2	-0.09	-0.65	0.08	0.08	0.49	0.02	0.73	-0.63	0.05	-1.09	-0.12	0.01		
				V(90°) H1	0.15	1.78	-0.10	-0.33	-0.21	-0.10	-0.72	2.09	-0.00	3.62	0.03	-0.08		
				V(180°) H1	0.14	-0.11	-0.02	0.07	-0.28	0.03	-0.08	-0.24	-0.04	-0.43	0.09	0.03		
				V(180°) H2	0.40	0.20	-0.00	0.12	-0.21	0.04	0.40	-0.23	-0.05	-0.42	0.14	0.04		
				V(270°) H1	-0.74	-2.11	0.05	0.22	-0.04	0.06	-0.96	-1.90	0.01	-3.27	-0.07	0.05		
				N(EI)	0.44	0.50	0.02	0.07	0.13	0.02	1.00	0.01	-0.00	0.02	0.02	0.02		
				N(R) 1	0.29	0.35	0.02	0.05	0.10	0.02	0.56	0.01	-0.00	0.02	0.02	0.02		
				N(R) 2	0.36	0.39	0.01	0.05	0.09	0.02	0.94	0.01	0.00	0.02	0.01	0.02		
P9	Forjado 1	55x55	0.00/3.50	Peso propio	2.69	0.75	0.00	-0.04	-0.01	0.00	1.11	0.08	0.00	0.23	0.00	0.00		
				Cargas muertas	0.02	0.48	0.00	-0.03	0.00	0.00	0.12	0.05	0.00	0.14	0.00	0.00		
				Sobrecarga (Uso A)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
				Sobrecarga (Uso G1)	0.00	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 A)	-0.98	-3.49	-0.00	-1.71	-0.00	-0.00	-0.09	0.05	0.00	0.11	0.00	-0.00		
				Q (Uso G1)	0.11	0.07	0.00	-0.01	-0.00	0.00	0.38	0.01	0.00	0.02	0.00	0.00		
				V(0°) H1	-0.21	-0.70	0.05	0.04	0.46	-0.01	-0.18	-0.64	0.02	-1.08	-0.02	-0.01		
				V(0°) H2	-0.05	-0.60	0.05	0.03	0.50	-0.01	0.32	-0.64	0.03	-1.05	-0.04	-0.01		
				V(90°) H1	0.69	2.87	0.00	-0.14	0.00	0.00	-0.30	2.63	0.00	4.47	-0.00	0.01		
				V(180°) H1	-0.21	-0.70	-0.05	0.04	-0.46	0.01	-0.23	-0.64	-0.02	-1.10	0.02	0.01		
				V(180°) H2	-0.05	-0.61	-0.05	0.03	-0.51	0.01	0.25	-0.63	-0.03	-1.08	0.04	0.01		
				V(270°) H1	-1.00	-2.75	0.00	0.14	0.01	-0.00	-0.51	-2.38	0.00	-4.06	0.00	-0.01		
				N(EI)	0.25	0.15	0.00	-0.01	-0.01	0.00	0.85	0.01	0.00	0.04	0.00	0.00		
				N(R) 1	0.19	0.11	0.00	-0.01	-0.01	0.00	0.63	0.01	0.00	0.03	0.00	0.00		
				N(R) 2	0.19	0.11	-0.00	-0.01	0.00	0.00	0.63	0.01	0.00	0.03	-0.00	0.00		
P10	Forjado 1	55x55	0.00/3.50	Peso propio	3.37	1.86	-0.11	0.23	-0.38	-0.11	1.18	0.04	0.00	0.30	-0.01	-0.09		
				Cargas muertas	0.41	1.12	-0.05	0.14	-0.09	-0.07	0.17	0.03	-0.00	0.19	0.03	-0.06		
				Sobrecarga (Uso A)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
				Sobrecarga (Uso G1)	0.00	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 A)	-0.76	-2.90	-0.00	-1.58	0.30	-0.05	0.00	0.03	-0.01	0.19	0.11	-0.05		
				Q (Uso G1)	0.19	0.21	-0.01	0.02	-0.06	-0.01	0.45	0.00	0.00	0.03	-0.01	-0.01		
				V(0°) H1	0.14	-0.11	0.02	0.06	0.27	-0.03	-0.06	-0.27	0.04	-0.29	-0.10	-0.03		
				V(0°) H2	0.40	0.19	0.00	0.09	0.20	-0.04	0.42	-0.27	0.05	-0.25	-0.15	-0.05		
				V(90°) H1	0.14	1.79	0.10	-0.28	0.22	0.10	-0.72	2.29	0.00	2.78	-0.03	0.12		
				V(180°) H1	-0.38	-0.95	-0.06	0.04	-0.37	-0.01	-0.05	-0.68	-0.04	-0.90	0.11	-0.01		



APÉNDICE N° 3.2. DEPÓSITO DE SAL.
NOTA DE CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA DE HORMIGÓN.

Proyecto de depósito de sal cubierto en carretera N-240 P.K. 37+000.

Febrero 2022

Soporte	Planta	Dimensión (cm)	Tramo (m)	Hipótesis	Base						Cabeza					
					N (t)	Mx (t-m)	My (t-m)	Qx (t)	Qy (t)	T (t-m)	N (t)	Mx (t-m)	My (t-m)	Qx (t)	Qy (t)	T (t-m)
				V(180°) H2	-0.10	-0.67	-0.08	0.07	-0.49	-0.02	0.71	-0.68	-0.05	-0.86	0.13	-0.02
				V(270°) H1	-0.72	-2.06	-0.05	0.19	0.06	-0.07	-0.96	-2.06	-0.01	-2.56	0.08	-0.08
				N(EI)	0.43	0.47	-0.02	0.05	-0.14	-0.02	1.00	0.00	0.00	0.07	-0.02	-0.02
				N(R) 1	0.36	0.37	-0.01	0.04	-0.10	-0.01	0.94	0.00	0.00	0.05	-0.01	-0.02
				N(R) 2	0.29	0.34	-0.02	0.03	-0.11	-0.01	0.56	0.00	0.00	0.05	-0.02	-0.02
P11	Forjado 1	55x55	0.00/3.50	Peso propio	-1.76	0.47	-0.64	0.67	-1.55	0.00	0.48	0.03	0.00	-0.18	-0.23	0.02
				Cargas muertas	-2.66	0.38	-0.23	0.85	-0.33	-0.02	-0.05	-0.01	-0.03	0.15	0.13	-0.01
				Sobrecarga (Uso A)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
				Sobrecarga (Uso G1)	0.00	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 A)	1.06	0.04	0.06	0.29	0.19	-0.02	0.02	-0.03	-0.04	0.27	0.19	-0.03
				Q (Uso G1)	-0.34	-0.01	-0.17	-0.24	-0.58	0.02	0.19	0.03	0.03	-0.25	-0.25	0.03
				V(0°) H1	-0.28	0.04	-0.14	-0.03	-0.42	0.01	2.35	-0.06	0.27	-0.12	-0.79	0.02
				V(0°) H2	-0.78	0.02	-0.41	-0.40	-1.31	0.04	3.14	-0.03	0.38	-0.51	-1.34	0.07
				V(90°) H1	0.07	-0.26	-0.08	-1.00	-0.57	0.06	-3.82	0.54	0.17	-1.77	-1.09	0.15
				V(180°) H1	0.72	0.12	0.48	0.95	1.71	-0.08	-2.54	-0.20	-0.63	1.44	2.25	-0.15
				V(180°) H2	0.30	0.12	0.27	0.70	1.04	-0.05	-2.57	-0.15	-0.66	1.18	2.13	-0.13
				V(270°) H1	0.60	0.17	0.28	0.97	1.08	-0.07	6.15	-0.65	0.26	1.76	0.23	-0.14
				N(EI)	-0.77	-0.03	-0.39	-0.53	-1.29	0.05	0.42	0.07	0.07	-0.55	-0.56	0.06
				N(R) 1	-0.58	-0.01	-0.29	-0.37	-0.95	0.03	0.37	0.05	0.05	-0.39	-0.39	0.04
				N(R) 2	-0.57	-0.03	-0.29	-0.42	-0.98	0.04	0.26	0.06	0.06	-0.43	-0.45	0.05



APÉNDICE Nº 3.2. DEPÓSITO DE SAL.
NOTA DE CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA DE HORMIGÓN.

Proyecto de depósito de sal cubierto en carretera N-240 P.K. 37+000.

Febrero 2022

Resumen de las comprobaciones												
Pilares	Tramo	Dimensión (cm)	Posición	Esfuerzos pésimos						Pésima	Aprov. (%)	Estado
				Naturaleza	N (t)	Mxx (t·m)	Myy (t·m)	Qx (t)	Qy (t)			
P5	Cimentación	70x70		G, Q, V, N	-4.54	9.31	1.46	2.09	2.40	N,M	32.7	Cumple
				G, V	9.78	-6.95	-2.27	-5.68	0.48	Q	26.9	Cumple
			Pie	G, Q, V, N	-0.74	11.49	2.54	4.86	1.48	N,M	36.1	Cumple
				G, V	9.78	-6.95	-2.27	-5.68	0.48	Q	2.7	Cumple
			Arranque	G, Q, V, N	-0.74	11.49	2.54	4.86	1.48	N,M	36.1	Cumple
				G, V	9.78	-6.95	-2.27	-5.68	0.48	Q	2.7	Cumple
	Forjado 1 (0 - 3.5 m)	70x70	Cabeza	G, V, N	-34.76	6.46	-0.04	-0.24	8.48	Q	51.5	Cumple
				G, V, N	-36.38	6.57	-0.05	-0.23	8.22	N,M	54.1	Cumple
			3 m	G, V, N	-33.79	11.41	-0.18	-0.24	8.48	Q	51.2	Cumple
				G, V, N	-35.41	11.36	-0.19	-0.23	8.22	N,M	67.8	Cumple
			0.6 m	G, Q, V, N	-34.84	11.49	0.12	-0.57	5.46	Q	33.3	Cumple
				G, Q, V, N	-40.28	12.57	0.14	0.25	4.04	N,M	76.0	Cumple
			Pie	G, Q, V, N	-15.38	9.94	-0.06	-2.07	6.09	Q	34.8	Cumple
				G, Q, V, N	-31.18	16.52	0.79	1.36	3.86	N,M	79.5	Cumple
	Cimentación	70x70	Arranque	G, Q, V	-10.86	7.81	-0.21	-2.64	6.04	Q	3.1	Cumple
				G, Q, V, N	-31.18	16.52	0.79	1.36	3.86	N,M	79.5	Cumple
P6	Forjado 1 (0 - 3.5 m)	70x70	Cabeza	G, V, N	-44.30	7.81	0.21	-1.64	9.34	N,M	65.2	Cumple
			3 m	G, V, N	-43.33	13.26	-0.74	-1.64	9.34	N,M	80.9	Cumple
			2.917 m	G, V, N	-43.33	13.26	-0.74	-1.64	9.34	N,M	80.9	Cumple
			0.6 m	G, V, N	-15.21	4.34	0.08	0.09	-3.21	Q	17.3	Cumple
				G, Q, V, N	-24.03	6.66	0.01	-0.18	-0.45	N,M	42.8	Cumple
			Pie	G, V, N	-0.12	2.28	4.26	6.73	-3.29	Q	37.2	Cumple
				G, Q, V, N	-14.14	8.56	3.87	5.58	0.58	N,M	40.5	Cumple
	Cimentación	70x70	Arranque	G, V, N	-0.12	2.28	4.26	6.73	-3.29	Q	3.6	Cumple
				G, Q, V, N	-14.14	8.56	3.87	5.58	0.58	N,M	40.5	Cumple
P7	Forjado 1 (0 - 3.5 m)	55x55	Cabeza	G, Q, V	-3.18	1.03	-0.31	2.42	-3.40	Q	32.3	Cumple
				G, V, N	-5.19	-0.28	0.89	-3.00	2.10	N,M	14.9	Cumple
			0.6 m	G, V, N	-8.50	-1.22	0.58	1.02	5.90	Q	48.5	Cumple
				G, V, N	-8.50	-1.22	0.58	1.02	5.90	Q	48.5	Cumple
			Pie	G, V, N	-7.91	2.22	1.17	1.02	5.90	Q	48.2	Cumple
				G, V, N	-7.91	2.22	1.17	1.02	5.90	N,M	29.6	Cumple
	Cimentación	55x55	Arranque	G, V, N	-7.91	2.22	1.17	1.02	5.90	N,M	29.6	Cumple
				G, V, N	-7.91	2.22	1.17	1.02	5.90	N,M	29.6	Cumple
P8	Forjado 1 (0 - 3.5 m)	55x55	Cabeza	G, Q, V	0.73	0.01	3.42	5.81	-0.08	Q	43.7	Cumple
				G, Q, V	0.26	0.01	3.36	5.74	-0.08	N,M	23.1	Cumple
			3 m	G, Q, V	1.33	-0.04	6.81	5.81	-0.08	Q	43.5	Cumple
				G, Q, V	0.70	-0.04	6.71	5.74	-0.08	N,M	45.2	Cumple
			2.917 m	G, Q, V	1.33	-0.04	6.81	5.81	-0.08	Q	43.5	Cumple
				G, Q, V	0.70	-0.04	6.71	5.74	-0.08	N,M	45.2	Cumple
			Pie	G, Q, V	2.77	0.08	0.23	-2.17	-0.19	Q	16.1	Cumple
				G, V, N	5.64	0.09	7.07	0.19	0.40	N,M	40.6	Cumple
	Cimentación	55x55	Arranque	G, Q, V	2.77	0.08	0.23	-2.17	-0.19	Q	1.7	Cumple
				G, V, N	5.64	0.09	7.07	0.19	0.40	N,M	40.6	Cumple
P9	Forjado 1 (0 - 3.5 m)	55x55	Cabeza	G, Q, V	1.12	0.00	4.17	7.32	0.00	Q	54.8	Cumple
				G, Q, V	0.69	0.00	4.13	7.19	0.00	N,M	27.4	Cumple
			3 m	G, Q, V	1.71	0.00	8.44	7.32	0.00	Q	54.6	Cumple
				G, Q, V, N	1.60	0.00	8.34	7.22	0.00	N,M	55.7	Cumple
			2.917 m	G, Q, V	1.71	0.00	8.44	7.32	0.00	Q	54.6	Cumple
				G, Q, V, N	1.60	0.00	8.34	7.22	0.00	N,M	55.7	Cumple
			Pie	G, Q, V, N	2.98	0.00	-0.88	-2.80	-0.02	Q	20.7	Cumple
				G, Q, V	0.17	0.00	-6.56	-1.65	0.01	N,M	45.6	Cumple
	Cimentación	55x55	Arranque	G, Q, V, N	2.98	0.00	-0.88	-2.80	-0.02	Q	2.2	Cumple
				G, Q, V	0.17	0.00	-6.56	-1.65	0.01	N,M	45.6	Cumple
P10	Forjado 1 (0 - 3.5 m)	55x55	Cabeza	G, Q, V, N	1.48	-0.01	3.56	5.08	0.08	Q	37.9	Cumple



APÉNDICE Nº 3.2. DEPÓSITO DE SAL.
NOTA DE CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA DE HORMIGÓN.

Proyecto de depósito de sal cubierto en carretera N-240 P.K. 37+000.

Febrero 2022

Resumen de las comprobaciones													
Pilares	Tramo	Dimensión (cm)	Posición	Esfuerzos pésimos						Pésima	Aprov. (%)	Estado	
				Naturaleza	N (t)	Mxx (t·m)	Myy (t·m)	Qx (t)	Qy (t)				
			3 m	G, V	0.26	0.00	3.50	4.66	-0.03	N,M	24.0	Cumple	
				G, Q, V, N	2.08	0.04	6.52	5.08	0.08	Q	37.8	Cumple	
				G, Q, V	0.70	0.04	6.37	4.86	0.09	N,M	43.3	Cumple	
			2.917 m	G, Q, V, N	2.08	0.04	6.52	5.08	0.08	Q	37.8	Cumple	
				G, Q, V	0.70	0.04	6.37	4.86	0.09	N,M	43.3	Cumple	
			Pie	G, Q, V	2.77	-0.08	0.23	-2.25	0.18	Q	16.7	Cumple	
				G, V, N	5.64	-0.08	7.05	0.12	-0.41	N,M	40.1	Cumple	
				Cimentación	55x55	Arranque	G, Q, V	2.77	-0.08	0.23	-2.25	0.18	Q
	G, V, N	5.64	-0.08				7.05	0.12	-0.41	N,M	40.1	Cumple	
	P11	Forjado 1 (0 - 3.5 m)	55x55	Cabeza	G, Q, V	-3.36	-1.03	-0.31	2.41	3.48	Q	32.8	Cumple
G, V					-5.31	0.23	0.84	-2.69	-1.73	N,M	14.8	Cumple	
0.6 m				G, V, N	-8.40	1.17	0.59	0.90	-5.65	Q	46.3	Cumple	
				0.583 m	G, V, N	-8.40	1.17	0.59	0.90	-5.65	Q	46.3	Cumple
Pie		G, V, N	-7.81	-2.12	1.11	0.90	-5.65	Q	46.1	Cumple			
		Cimentación	55x55	Arranque	G, V, N	-7.81	-2.12	1.11	0.90	-5.65	N,M	28.6	Cumple
Notas: N,M: Estado límite de agotamiento frente a solicitaciones normales Q: Estado límite de agotamiento frente a cortant													

Armado de pilares											
Hormigón: HA-30, Yc=1.5											
Pilar	Geometría			Armaduras						Aprov. (%)	Estado
	Planta	Dimensiones (cm)	Tramo (m)	Barras				Estribos			
				Esquina	Cara X	Cara Y	Cuantía (%)	Descripción ⁽¹⁾	Separación (cm)		
P1	Forjado 1	70x70	0.00/3.50	4Ø16	4Ø16	4Ø16	0.49	1eØ8	15	62.7	Cumple
	Cimentación	-	-	4Ø16	4Ø16	4Ø16	0.49	1eØ8	-	60.1	Cumple
P2	Forjado 1	70x70	0.00/3.50	4Ø16	4Ø16	4Ø16	0.49	3eØ8	15	94.1	Cumple
	Cimentación	-	-	4Ø16	4Ø16	4Ø16	0.49	3eØ8	-	94.1	Cumple
P3	Forjado 1	70x70	0.00/3.50	4Ø16	4Ø16	4Ø16	0.49	3eØ8	15	83.3	Cumple
	Cimentación	-	-	4Ø16	4Ø16	4Ø16	0.49	3eØ8	-	43.2	Cumple
P4	Forjado 1	70x70	0.00/3.50	4Ø16	4Ø16	4Ø16	0.49	1eØ8	15	36.1	Cumple
	Cimentación	-	-	4Ø16	4Ø16	4Ø16	0.49	1eØ8	-	36.1	Cumple
P5	Forjado 1	70x70	0.00/3.50	4Ø16	4Ø16	4Ø16	0.49	1eØ8	15	79.5	Cumple
	Cimentación	-	-	4Ø16	4Ø16	4Ø16	0.49	1eØ8	-	79.5	Cumple
P6	Forjado 1	70x70	0.00/3.50	4Ø16	4Ø16	4Ø16	0.49	1eØ8	15	80.9	Cumple
	Cimentación	-	-	4Ø16	4Ø16	4Ø16	0.49	1eØ8	-	40.5	Cumple
P7	Forjado 1	55x55	0.00/3.50	4Ø12	4Ø12	4Ø12	0.45	2eØ8+1eØ8	15	48.5	Cumple
	Cimentación	-	-	4Ø12	4Ø12	4Ø12	0.45	1eØ8	-	29.6	Cumple
P8	Forjado 1	55x55	0.00/3.50	4Ø12	4Ø12	4Ø12	0.45	2eØ8+1eØ8	15	45.2	Cumple
	Cimentación	-	-	4Ø12	4Ø12	4Ø12	0.45	1eØ8	-	40.6	Cumple
P9	Forjado 1	55x55	0.00/3.50	4Ø12	4Ø12	4Ø12	0.45	2eØ8+1eØ8	15	55.7	Cumple
	Cimentación	-	-	4Ø12	4Ø12	4Ø12	0.45	1eØ8	-	45.6	Cumple
P10	Forjado 1	55x55	0.00/3.50	4Ø12	4Ø12	4Ø12	0.45	2eØ8+1eØ8	15	43.3	Cumple
	Cimentación	-	-	4Ø12	4Ø12	4Ø12	0.45	1eØ8	-	40.1	Cumple
P11	Forjado 1	55x55	0.00/3.50	4Ø12	4Ø12	4Ø12	0.45	2eØ8+1eØ8	15	46.3	Cumple
	Cimentación	-	-	4Ø12	4Ø12	4Ø12	0.45	1eØ8	-	28.6	Cumple
Notas: ⁽¹⁾ e = estribo, r = rama											

MUROS

Esfuerzos pésimos

Aprovechamiento: Nivel de tensiones (relación entre la tensión máxima y la admisible). Equivale al inverso del coeficiente de seguridad.

Nx : Axil vertical.

Ny : Axil horizontal.

Nxy: Axil tangencial.

Mx : Momento vertical (alrededor del eje horizontal).

My : Momento horizontal (alrededor del eje vertical).

Mxy: Momento torsor.

Qx : Cortante transversal vertical.

Qy : Cortante transversal horizontal.

Muro M1: Longitud: 1500 cm [Nudo inicial: 0.00;-0.15 -> Nudo final: 15.00;-0.15]										
Planta	Comprobación	Aprovechamiento (%)	Pésimos							
			Nx (t/m)	Ny (t/m)	Nxy (t/m)	Mx (t·m/m)	My (t·m/m)	Mxy (t·m/m)	Qx (t/m)	Qy (t/m)
Cimentación - Forjado 1 (e=40.0 cm)	Arm. vert. der.	87.80	20.30	1.86	12.75	3.07	0.44	0.81	---	---
	Arm. horz. der.	90.64	3.84	4.13	5.47	0.00	2.27	6.03	---	---
	Arm. vert. izq.	82.17	-6.60	-0.83	2.34	-7.97	-1.01	0.24	---	---
	Arm. horz. izq.	92.01	-1.80	11.96	-1.15	-2.75	-12.21	3.48	---	---
	Hormigón	28.85	3.84	4.13	5.47	-0.12	2.27	6.03	---	---
	Arm. transve.	41.81	4.14	4.55	5.42	---	---	---	8.26	5.66

Muro M2: Longitud: 1500 cm [Nudo inicial: 0.00;20.25 -> Nudo final: 15.00;20.25]										
Planta	Comprobación	Aprovechamiento (%)	Pésimos							
			Nx (t/m)	Ny (t/m)	Nxy (t/m)	Mx (t·m/m)	My (t·m/m)	Mxy (t·m/m)	Qx (t/m)	Qy (t/m)
Cimentación - Forjado 1 (e=40.0 cm)	Arm. vert. der.	71.07	-1.53	11.75	-0.78	2.68	11.84	-3.36	---	---
	Arm. horz. der.	98.73	-1.53	11.75	-0.78	2.68	11.84	-3.36	---	---
	Arm. vert. izq.	87.71	20.51	1.87	12.69	-3.10	-0.43	-0.75	---	---
	Arm. horz. izq.	98.69	3.70	4.02	5.38	0.00	-2.38	-5.79	---	---
	Hormigón	27.78	3.70	4.02	5.38	0.08	-2.38	-5.79	---	---
	Arm. transve.	37.33	4.01	4.45	5.34	---	---	---	-7.61	-5.36

Muro M3: Longitud: 2010 cm [Nudo inicial: 0.00;0.00 -> Nudo final: 0.00;20.10]										
Planta	Comprobación	Aprovechamiento (%)	Pésimos							
			Nx (t/m)	Ny (t/m)	Nxy (t/m)	Mx (t·m/m)	My (t·m/m)	Mxy (t·m/m)	Qx (t/m)	Qy (t/m)
Cimentación - Forjado 1 (e=40.0 cm)	Arm. vert. der.	66.84	-2.97	-0.38	0.58	6.16	0.78	-0.19	---	---
	Arm. horz. der.	79.07	-0.42	6.56	2.63	1.63	12.25	0.03	---	---
	Arm. vert. izq.	90.81	-9.67	-1.22	1.80	-8.22	-1.04	1.68	---	---
	Arm. horz. izq.	82.39	-1.26	14.71	-0.23	-0.03	-1.80	4.28	---	---
	Hormigón	18.67	-2.25	11.85	-0.04	0.21	-1.05	4.36	---	---
	Arm. transve.	28.04	-1.71	12.15	0.62	---	---	---	-6.07	-7.21

Armado de muros

Muro M1: Longitud: 1500 cm [Nudo inicial: 0.00;-0.15 -> Nudo final: 15.00;-0.15]										
Planta	Espesor (cm)	Armadura vertical		Armadura horizontal		Armadura transversal			F.C. (%)	Estado
		Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha	Ramas	Diám.	Sep.ver (cm)		
Cimentación - Forjado 1	40.0	Ø12c/15 cm	Ø12c/15 cm	Ø16c/15 cm - Ø12c/15 cm	Ø12c/15 cm	---	---	---	100.0	---

Muro M2: Longitud: 1500 cm [Nudo inicial: 0.00;20.25 -> Nudo final: 15.00;20.25]										
Planta	Espesor (cm)	Armadura vertical		Armadura horizontal		Armadura transversal			F.C. (%)	Estado
		Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha	Ramas	Diám.	Sep.ver (cm)		
Cimentación - Forjado 1	40.0	Ø12c/15 cm	Ø12c/15 cm	Ø12c/15 cm	Ø16c/15 cm - Ø12c/15 cm	---	---	---	100.0	---

Muro M3: Longitud: 2010 cm [Nudo inicial: 0.00;0.00 -> Nudo final: 0.00;20.10]										
Planta	Espesor (cm)	Armadura vertical		Armadura horizontal		Armadura transversal			F.C. (%)	Estado
		Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha	Ramas	Diám.	Sep.ver (cm)		
Cimentación - Forjado 1	40.0	Ø12c/15 cm	Ø12c/15 cm	Ø12c/15 cm	Ø16c/15 cm - Ø12c/15 cm	---	---	---	100.0	---

F.C. = El factor de cumplimiento indica el porcentaje de área en el cual el armado y espesor de hormigón son suficientes

Comprobación a fisuración

Momento horizontal (combinación cuasipermanente)

