

INDICE

1. OBJETO	2
2. SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO.....	2
3. ESTUDIO GEOTÉCNICO	2
3.1. PRINCIPALES RESULTADOS OBTENIDOS	3
3.2. CONSIDERACIONES GEOTÉCNICAS PARA EL DISEÑO DE LA CIMENTACIÓN. OBTENCIÓN DE PARÁMETROS DE CÁLCULO.....	3
4. BASES DE CÁLCULO	4
4.1. NORMATIVA TÉCNICA EMPLEADA.....	4
4.2. MATERIALES.....	4
4.2.1. Materiales empleados en estructura de la entreplanta.....	4
4.2.1. Materiales empleados en la cimentación.....	5
4.3. ACCIONES CONSIDERADAS.....	6
4.3.1. Acciones permanentes	6
4.3.2. Acciones variables.....	7
4.3.3. Acciones accidentales	7
4.4. COMBINACIÓN DE ACCIONES.....	8
4.4.1. Combinación de acciones ELU	8
4.4.2. Combinación de acciones ELS	8
4.4.3. Coeficientes de seguridad y de combinación	9
5. MODELO DE CÁLCULO	10
6. DIMENSIONAMIENTO Y RESULTADOS OBTENIDOS	11
6.1. DIMENSIONAMIENTO Y COMPROBACIONES EFECTUADAS	11
6.2. DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA OBTENIDA	12

APÉNDICE I. LISTADOS DE CÁLCULO Y COMPROBACIÓN

APÉNDICE II. PLANOS

1. OBJETO

El presente Anejo tiene por objeto describir el modelo de cálculo realizado, las acciones y combinaciones consideradas y la justificación del dimensionamiento de la estructura de los postes en los que se dispondrán una serie de lonas tensadas para la formación de unas pérgolas en la plaza, además de la cimentación de éstas y de los elementos de alumbrado que se dispondrán.

2. SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO

La actuación a realizar se localiza en el Término Municipal de Petrer, en la provincia de Alicante, más concretamente el ámbito de actuación se corresponde con la Plaça de Baix, ubicada en pleno casco histórico del municipio, frente al Ayuntamiento y la Parroquia de San Bartolomé Apóstol, tal y como puede observarse (sombreado en rojo) en la siguiente figura:



Figura 1. Emplazamiento y ámbito de la actuación.

3. ESTUDIO GEOTÉCNICO

Para el cálculo de la cimentación de los postes se ha obtenido información del estudio geotécnico titulado “ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA REHABILITACIÓN Y REFORMA DE LA PLAZA DEL BAIX, PETREL (ALICANTE)” el cual fue realizado con fecha de noviembre de 2021 por el laboratorio de TÉCNICAS DEL SUELO. GEOTÉCNIA Y GEOFÍSICA.

3.1. PRINCIPALES RESULTADOS OBTENIDOS

Los 4 sondeos realizados en la zona donde se llevarán a cabo los trabajos de reforma de la plaza muestran de forma general tres unidades litológicas que se describen a continuación:

- **(Nivel I) Rellenos** (desde la embocadura del sondeo hasta una profundidad de hasta 3,50 m): se trata de un relleno de arenas y arcillas con escombros y restos cerámicos, dicho terreno no es apto para la cimentación.
- **(Nivel II) Arenas limosas:** por debajo de los anteriores y hasta una profundidad variable y comprendida entre 6,00 metros del sondeo SR-1, y 5,00 metros en los sondeos SR-3 y SR-4, detectamos el terreno natural formado por arenas limosas de tonalidad naranja con gravas intercaladas. Se ha realizado un ensayo de identificación sobre el material situado a la que se ha designado como cota de cimentación, pudiéndose clasificar según la norma ASTM-D 2487/00, como un suelo de tipo SM que corresponde con arenas limosas no plásticas con gravas. Se puede considerar un ángulo de rozamiento interno general para todo el Nivel de 28°, con una cohesión de 75 kPa y una densidad de 2,10 g/cm³. La consistencia, se puede considerar media-alta, según se depende de los ensayos de S.P.T y realizados.
- **(Nivel III) Gravav y bolos:** por último en la serie, y en los sondeos SR-3 y SR-4, se localiza una capa de bolos calizos sueltos, sin apenas matriz arenosa, que podemos interpretar como el posible relleno del refugio anti-aéreo existente en la Plaça de Baix.

En lo que respecta al nivel freático: no fue detectado durante la ejecución de los sondeos.

3.2. CONSIDERACIONES GEOTÉCNICAS PARA EL DISEÑO DE LA CIMENTACIÓN. OBTENCIÓN DE PARÁMETROS DE CÁLCULO.

De acuerdo a lo indicado en el estudio geotécnico, el plano de cimentación de los postes deberá de ubicarse a una profundidad comprendida entre los 1,80 y los 3,50 metros, coincidente con la cota a la que se detecta el nivel II de arcillas limosas en los sondeos SR-1, SR-3 y SR-4, donde se ubicarán los postes, luego será preciso ejecutar una cimentación mediante pozos de cimentación. La tensión admisible del terreno se ha estimado 1,60 kg/cm² y de los ensayos de agresividad del suelo se ha podido caracterizar como medio no agresivo.

Por otro lado, en lo que respecta a la cimentación de los postes de luminaria a disponer en la plaza, puesto que muchos de ellos quedarán ubicados sobre las ruinas existentes en la plaza, deberá de minimizarse las tensiones a transmitir por las zapatas. Con tal fin se limitará la tensión admisible del plano de cimentación a 0,50 kg/cm².

4. BASES DE CÁLCULO

En los siguientes apartados se recoge las bases de cálculo empleadas para el cálculo y dimensionamiento de la estructura y las cimentaciones proyectadas:

4.1. **NORMATIVA TÉCNICA EMPLEADA**

Para la realización del cálculo estructural se han empleado la siguiente normativa en vigor:

Normas de acciones

- “Código Estructural” (REAL DECRETO 470/2020, de 29 de junio).
- “Código Técnico de la Edificación. Documento Básico. Seguridad estructural” CTE-DB-SE. Ministerio de la Vivienda (REAL DECRETO 314/2006, de 17 de marzo).
- “Código Técnico de la Edificación. Documento Básico. Seguridad estructural. Acciones en la Edificación” CTE-DB-SE-AE. Ministerio de la Vivienda (REAL DECRETO 314/2006, de 17 de marzo).
- “Norma de Construcción Sismorresistente: Parte general y edificación” NCSE-02 (REAL DECRETO 997/2002, de 27 de septiembre).

Normas de construcción

- “Código Estructural” (REAL DECRETO 470/2020, de 29 de junio).
- “Código Técnico de la Edificación. Documento Básico. Seguridad estructural. Cimentaciones” CTE-DB-SE-C. Ministerio de la Vivienda (REAL DECRETO 314/2006, de 17 de marzo).

4.2. **MATERIALES**

4.2.1. **Materiales empleados en estructura de la entreplanta.**

Los materiales empleados para los elementos de la estructura son los descritos a continuación:

Acero estructural (elementos de estructura)

Tabla 1. Características acero en elementos de estructura.

Acero: S-275 JR		
Límite elástico: f_{yk} (N/mm ²)		275
Coeficiente de minoración (γ_M)	Resistencia de las secciones transversales.	$\gamma_{M0} = 1,05$
	Resistencia de elementos estructurales frente a la estabilidad.	$\gamma_{M1} = 1,05$
	Resistencia a rotura de las secciones transversales a tracción.	$\gamma_{M2} = 1,25$
	Resistencia de las uniones	$\gamma_{M2} = 1,25$

4.2.1. Materiales empleados en la cimentación.

Los materiales empleados para los elementos de cimentación son los descritos a continuación:

Hormigón estructural (elementos de cimentación)

Tabla 2. Características hormigón en elementos de cimentación.

Hormigón HA-25/B/20/XC2		
Resistencia característica a los 28 días: f_{ck} (N/mm ²)		25.00
Cantidad mínima de cemento (kp/m ³)		275
Relación máxima agua / cemento		0.60
Tamaño máximo del árido (mm)		20
Tipo de ambiente (agresividad)		XC2
Consistencia del hormigón		Fluida
Asiento Cono de Abrams (cm)		10 a 15
Nivel de control previsto		Estadístico
Coeficiente de minoración (γ_c)	Situación persistente o trans.	1.50
	Situación accidental	1.30

Acero de armar (elementos de cimentación)

Tabla 3. Características acero corrugado de armar en cimentación.

Acero B 500 S		
Límite elástico (N/mm ²)		≥ 500
Coeficiente de minoración (γ_s)	Situación persistente o trans.	1.15
	Situación accidental	1.00

4.3. ACCIONES CONSIDERADAS

En el siguiente apartado se recogen las acciones consideradas introducidas en el modelo de cálculo para la obtención de los esfuerzos sobre los distintos elementos estructurales.

4.3.1. Acciones permanentes

Peso propio de la estructura

Para elementos lineales (pilares, vigas, zunchos, etc.) se obtiene su peso por unidad de longitud como el producto de su sección bruta por el peso específico del hormigón armado (25 kN/m³) o del acero (78.5 kN/m³). En caso de elementos superficiales (losas y muros) el peso por unidad de superficie se obtiene multiplicando el espesor del elemento por el peso específico del hormigón armado (25 kN/m³).

El peso propio de los elementos estructurales queda determinado por el programa de cálculo.

Cargas permanentes superficiales

Se estiman uniformemente repartidas sobre una superficie determinada. En este caso sobre la superficie de las lonas que se dispondrán y se corresponden con el peso propio de las mismas.

Las cargas permanentes introducidas para el cálculo de la estructura serán:

- Peso de las lonas: 0.01 kN/m²

Cargas permanentes lineales

No se han considerado cargas permanentes lineales para el cálculo de la estructura.

Acción del tensado

Se ha considerado una acción equivalente al tensado de las lonas de 1kN/m

Acciones del terreno

Las acciones del terreno (cargas gravitatorias o empujes horizontales sobre los elementos estructurales) se tratan de acuerdo con lo establecido en el documento DB-SE-C y se encuentran indicadas en la justificación de cumplimiento de dicho documento.

En la presente estructura no existen acciones de dicha naturaleza.

4.3.2. Acciones variables

Sobrecargas de uso

Se tienen en cuenta los valores indicados en la tabla 3.1 del documento DB-SE-AE.

No se ha considerado ninguna sobrecarga de uso sobre la estructura, ya que se tratan de lonas tensadas sobre las que no actuarán ningún tipo de sobrecarga variable de naturaleza de uso.

Acción del viento

El cálculo de la acción del viento se obtiene según el procedimiento descrito en el CTE DB SE-AE a partir de la expresión:

$$q_e = q_c \cdot c_e \cdot c_p$$

Para la determinación de las cargas de viento se ha considerado una Zona B para la provincia de Alicante ($q_c=0,45$ KN/m²) y un grado de aspereza del entorno IV (zona urbana en general, industrial o forestal), estando el punto más alto de las lonas a una altura de 7,00 metros sobre la rasante de la plaza.

En naves y estructuras diáfnas, sin forjados que conecten las fachadas, la acción de viento debe individualizarse en cada elemento de superficie exterior. Cuando en al menos dos de los lados de la estructura (fachadas o cubiertas) el área total de los huecos exceda el 30% del área total del lado considerado, la acción del viento se determina considerando la estructura como una marquesina o una pared libre.

Con todo ello para el dimensionamiento de la estructura y teniendo en cuenta la permeabilidad de las lonas se considera la acción del viento como una carga de 0,10 kN/m².

4.3.3. Acciones accidentales

Se consideran acciones accidentales el sismo, el fuego, los impactos y las explosiones.

Acciones sísmicas: justificación del cumplimiento de la norma NCSE-02

Las condiciones en que se debe estudiar la acción del sismo, en caso de que sea necesaria su consideración, se encuentran definidas en la Norma de Construcción Sismorresistente NCSE-02.

Puesto que la estructura que se está dimensionando queda fuera del rango de aplicación de la norma NCSE-02, por tratarse de los postes para la disposición de las lonas tensadas, no será preciso considerar la acción sísmica.

4.4. COMBINACIÓN DE ACCIONES

Han sido consideradas las combinaciones de acciones indicadas en los siguientes apartados:

4.4.1. Combinación de acciones ELU

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

— Situaciones permanentes o transitorias:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \sum_{j \geq 1} \gamma_{G^*,j} G_{k,j}^* + \gamma_P P_k + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \Psi_{0,i} Q_{k,i}$$

— Situaciones accidentales:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \sum_{j \geq 1} \gamma_{G^*,j} G_{k,j}^* + \gamma_P P_k + \gamma_A A_k + \gamma_{Q,1} \Psi_{1,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \Psi_{2,i} Q_{k,i}$$

— Situaciones sísmicas:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \sum_{j \geq 1} \gamma_{G^*,j} G_{k,j}^* + \gamma_P P_k + \gamma_A A_{E,k} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \Psi_{2,i} Q_{k,i}$$

4.4.2. Combinación de acciones ELS

Para los estados límite de servicio se consideran únicamente las situaciones de proyecto persistentes y transitorias. En estos casos, las combinaciones de acciones se definirán de acuerdo con los siguientes criterios:

— Combinación poco probable o característica:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \sum_{j \geq 1} \gamma_{G^*,j} G_{k,j}^* + \gamma_P P_k + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \Psi_{0,i} Q_{k,i}$$

— Combinación frecuente:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \sum_{j \geq 1} \gamma_{G^*,j} G_{k,j}^* + \gamma_P P_k + \gamma_{Q,1} \Psi_{1,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \Psi_{2,i} Q_{k,i}$$

— Combinación cuasipermanente:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \sum_{j \geq 1} \gamma_{G^*,j} G_{k,j}^* + \gamma_P P_k + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \Psi_{2,i} Q_{k,i}$$

4.4.3. Coeficientes de seguridad y de combinación

- **Coeficiente de seguridad para las acciones**

Se adoptarán los siguientes valores de los coeficientes parciales de seguridad para la combinación de acciones en Estado Límite Último, recogidos en la tabla 4.1. del CTE-DB-SE, según se muestra en la siguiente figura:

Tabla 4. Coeficientes parciales de seguridad (Tabla 4.1. del CTE-DB-SE)

Tabla 4.1 Coeficientes parciales de seguridad (γ) para las acciones

Tipo de verificación ⁽¹⁾	Tipo de acción	Situación persistente o transitoria	
		desfavorable	favorable
Resistencia	Permanente		
	Peso propio, peso del terreno	1,35	0,80
	Empuje del terreno	1,35	0,70
	Presión del agua	1,20	0,90
	Variable	1,50	0
Estabilidad		desestabilizadora	estabilizadora
	Permanente		
	Peso propio, peso del terreno	1,10	0,90
	Empuje del terreno	1,35	0,80
	Presión del agua	1,05	0,95
	Variable	1,50	0

⁽¹⁾ Los coeficientes correspondientes a la verificación de la resistencia del terreno se establecen en el DB-SE-C

Para la combinación de acciones en las comprobaciones de aptitud al servicio se atiende a lo dispuesto en el apartado 4.3.2 del documento DB-SE.

Los coeficientes parciales de seguridad correspondientes a la verificación de la resistencia del terreno se toman de la tabla 2.1 del documento DB-SE-C.

- **Coeficiente de simultaneidad**

La probabilidad de actuación de las acciones variables estadísticamente independientes se refleja en los coeficientes de combinación cuyo valor se adoptará de la tabla 4.2. del CTE-DB-SE, según se muestra en la siguiente figura:

Tabla 5. Coeficientes de simultaneidad (Tabla 4.2. del CTE-DB-SE)

Tabla 4.2 Coeficientes de simultaneidad (ψ)

	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Sobrecarga superficial de uso (Categorías según DB-SE-AE)			
• Zonas residenciales (Categoría A)	0,7	0,5	0,3
• Zonas administrativas (Categoría B)	0,7	0,5	0,3
• Zonas destinadas al público (Categoría C)	0,7	0,7	0,6
• Zonas comerciales (Categoría D)	0,7	0,7	0,6
• Zonas de tráfico y de aparcamiento de vehículos ligeros con un peso total inferior a 30 kN (Categoría F)	0,7	0,7	0,6

• Cubiertas transitables (Categoría G)		(1)	
• Cubiertas accesibles únicamente para mantenimiento (Categoría H)	0	0	0
Nieve			
• para altitudes > 1000 m	0,7	0,5	0,2
• para altitudes ≤ 1000 m	0,5	0,2	0
Viento	0,6	0,5	0
Temperatura	0,6	0,5	0
Acciones variables del terreno	0,7	0,7	0,7

(1) En las cubiertas transitables, se adoptarán los valores correspondientes al uso desde el que se accede.

5. MODELO DE CÁLCULO

El modelo de cálculo de la estructura se ha implementado y procesado mediante el software CYPE3D v2023.g

Para el análisis de la estructura se han realizado varios modelos de cálculo en función de si se realiza un análisis global o local de la misma, los cuales se describen a continuación:

- Para el cálculo global se realiza un modelo de cálculo espacial en tres dimensiones por métodos matriciales, considerando los elementos que definen la estructura de los postes como elemento tipo barra. A continuación se muestra una figura con el modelo de cálculo implementado:

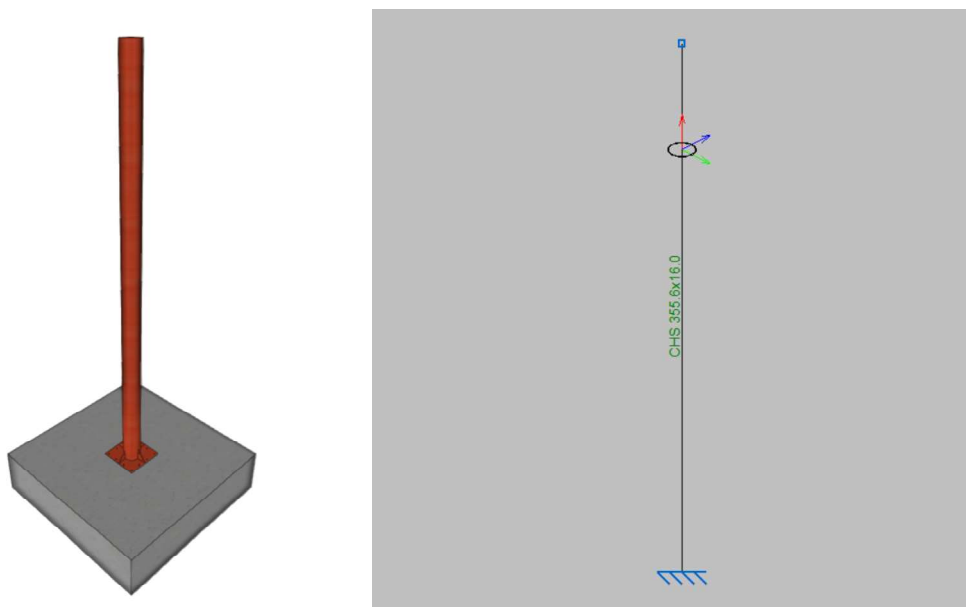


Figura 2. Modelo de cálculo empleado para las comprobaciones globales.

- Con el fin de verificar el comportamiento de la estructura en los puntos singulares (huecos en el perfil para la disposición de luminarias, uniones,...) se han llevado

a cabo un análisis local de estos mediante la realización de una serie de modelos de elementos finitos (MEF) en los que se ha modelado la estructura a través de elementos Shell.

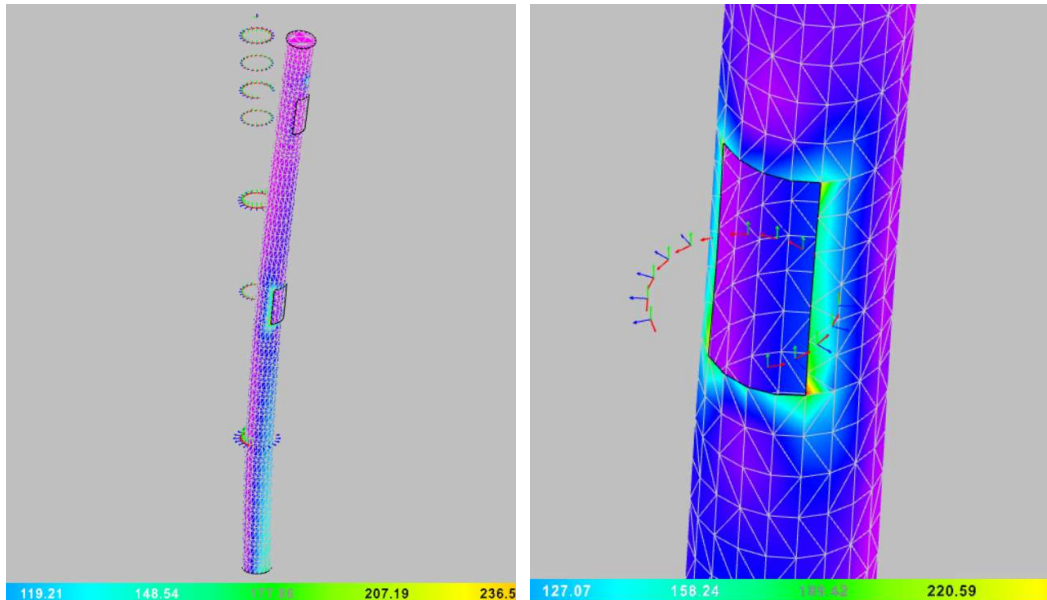


Figura 3. Modelos de cálculo empleados para las comprobaciones locales.

A los efectos de obtención de las distintas respuestas estructurales (solicitaciones, desplazamientos, tensiones, etc.) se supone un comportamiento lineal de los materiales.

6. DIMENSIONAMIENTO Y RESULTADOS OBTENIDOS

6.1. DIMENSIONAMIENTO Y COMPROBACIONES EFECTUADAS

Una vez implementado los modelos de cálculo (geometría, condiciones de contorno, materiales, secciones, ...) e introducidas las cargas sobre la estructura se ha procedido a realizar el cálculo estructural a fin de obtener los esfuerzos en cada uno de los elementos. Tras obtener los esfuerzos se ha procedido al dimensionamiento de los elementos. En Apéndice I. LISTADOS DE CÁLCULO Y COMPROBACIÓN del presente documento se recogen las distintas comprobaciones y dimensionamiento de los elementos estructurales y de la cimentación.

En lo que respecta a las comprobaciones de carácter local del poste en la zona en la que se dispondrán agujeros para la incorporación de las luminarias, cabe señalar que estos huecos no podrán superar una dimensión de 180 mm en horizontal por 650 mm en vertical. Además será preciso soldar dos cartelas rigidizadoras verticales de 15 mm de espesor, 60 mm de anchura y 850 mm de longitud a ambos laterales del agujero.

En las siguientes figuras se muestran los resultados del modelo MEF para la situación sin rigidizados y con rigidizadores.

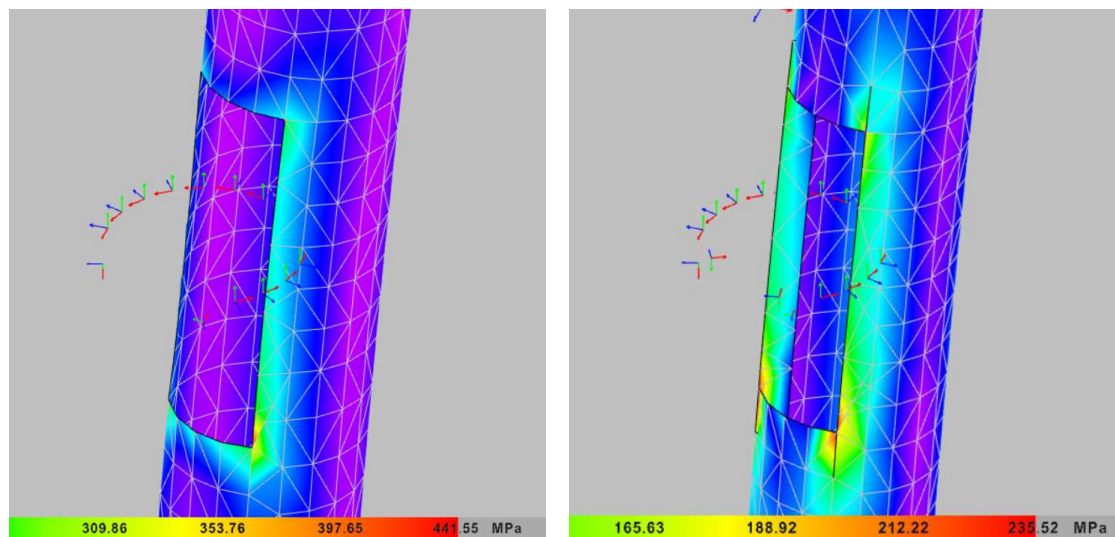


Figura 4. Tensiones de Von Mises en bordes de agujero para luminarias en perfil sin rigidizadores (izquierda) y con rigidizadores (derecha).

En la figura de la izquierda puede observarse como las tensiones máximas obtenidas superan el límite elástico del material, alcanzando valores de hasta 441 MPa. Esto indica la necesidad de incrementar el espesor del perfil, emplear acero con mayor límite elástico (S355) o la opción más óptima, que será la que se implementará, mediante la incorporación de una serie de cartelas rigidizadoras soldadas al perfil en los lados verticales del hueco. En la figura de la derecha puede observarse la mejora que supone la incorporación de estos rigidizadores en el comportamiento del perfil, obtenido tensiones máximas de trabajo de 235 MPa dentro del rango elástico del material.

6.2. DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA OBTENIDA

Fruto del cálculo y dimensionamiento de la estructura se han obtenido los siguientes resultados para la misma:

- Postes de acero para las lonas tensadas: mediante perfiles de acero tubular de la serie CHS 355.6 y 16 mm de espesor.
- Placas de anclaje de los postes: se dispondrán placas de anclaje de 750x750 mm y 20 mm de espesor, con rigidizadores de 15 mm de espesor, las cuales se anclarán a las zapatas de cimentación por medio de 12 pernos de 25 mm de diámetro y 650 mm de longitud acabados en patilla a 90°.
- Cartelas de refuerzo de huecos: debido a que para la integración de las luminarias en los postes de las lonas será preciso ejecutar una serie de huecos en los perfiles de acero tubular, será preciso reforzar el perímetro de estos

huecos a fin de garantizar el correcto comportamiento de la estructura. Para eso si dispondrán cartelas de acero S-275 de 15 mm de espesor, 60 mm de anchura y 850 mm de longitud, tal y como queda recogido en los detalles de los planos de estructuras.

- Cartelas para fijación de lonas: se dispondrán cartelas de 150x100 mm y 20 mm de espesor para la fijación de las lonas al poste. En caso de que se precise realizar perforaciones en las cartelas para disponer los elementos de fijación deberán de disponerse de tal forma que se garantice una distancia entre el agujero y el borde de la cartela en todo su perímetro de al menos 40 mm.
- Pernos de anclaje para las luminarias: como alternativa a los pernos suministrados por el fabricante de las luminarias se ha dimensionado un sistema de anclaje mediante 4 pernos de 20 mm de diámetro y 400 mm de longitud acabados en patilla a 90°

Se empleará acero estructural S-275-JR en todos los perfiles, chapas y cartelas de la estructura. En el caso de los pernos de las placas de anclaje el acero corrugado a emplear será de la clase B400S

En lo que respecta a la cimentación esta se ha resuelto mediante zapatas aisladas. Para su dimensionamiento se considera una tensión admisible del terreno variable en función del tipo de zapata y su ubicación. Tal y como se ha comentado en el apartado 3.2 del presente anejo se empleará una tensión admisible de 1,6 kg/cm² para las zapatas de los postes de las lonas y de 0,50 kg/cm² para las zapatas de las farolas a disponer en la plaza.

Cabe señalar que para garantizar una tensión admisible de 1,6 kg/cm², para las zapatas de los postes de las lonas, será preciso alcanzar la cota del estrato resistente, el cual se localiza a una profundidad variable entre los 1,80-3,50 metros, por lo que será preciso el empleo de pozos de cimentación mediante hormigón ciclópeo bajo las estas zapatas.

A continuación se muestra el cuadro de zapatas obtenidos para la cimentación de los postes de las lonas (P1) y para las farolas (F1), en el puede observarse las dimensiones de las mismas y el armado obtenido en cada caso:

CUADRO DE ELEMENTOS DE CIMENTACIÓN						
Referencias	Dimensiones (cm)	Canto (cm)	Armado inf. X	Armado inf. Y	Armado sup. X	Armado sup. Y
P1	350x350	90	Ø20c/25	Ø20c/25	Ø20c/25	Ø20c/25
F1	160x160	50	Ø12c/15	Ø12c/15	Ø12c/15	Ø12c/15

Todos los elementos de la cimentación se ejecutarán sobre una capa de hormigón de limpieza de 10 cm de espesor.

Se empleará hormigón tipo HA-25/F/20/XC2 en todos los elementos de la cimentación.

El hormigón a emplear será fabricado en central, y no se autorizará el uso de ningún tipo de aditivo sin la autorización expresa de la dirección facultativa.

En todos los elementos de la cimentación se emplearán barras de acero corrugado tipo B 500 S.

APÉNDICE I. LISTADOS DE CÁLCULO Y COMPROBACIÓN

ÍNDICE

1. ESTRUCTURA.....	2
1.1. Geometría.....	2
1.1.1. Barras.....	2
1.2. Resultados.....	3
1.2.1. Barras.....	3
1.3. Uniones.....	13
1.3.1. Referencias y simbología.....	13
1.3.2. Comprobaciones en placas de anclaje.....	14
1.3.3. Memoria de cálculo.....	15
2. CIMENTACIÓN.....	18
2.1. Elementos de cimentación aislados.....	18
2.1.1. Descripción.....	18
2.1.2. Comprobación.....	18



1. ESTRUCTURA

1.1. Geometría

1.1.1. Barras

1.1.1.1. Materiales utilizados

Materiales utilizados							
Material		E (MPa)	ν	G (MPa)	f_y (MPa)	α_t (m/m°C)	γ (kN/m³)
Tipo	Designación						
Acero laminado	S275 (UNE-EN 10025-2)	210000.00	0.300	81000.00	275.00	0.000012	77.01
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							

1.1.1.2. Descripción

Descripción									
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil (Serie)	Longitud (m)	β_{xy}	β_{xz}	$L_{b_{sup.}}$ (m)	$L_{b_{inf.}}$ (m)
Tipo	Designación								
Acero laminado	S275 (UNE-EN 10025-2)	N1/N2	N1/N2	CHS 355.6x16.0 (Cold Formed CHS)	7.500	1.00	1.00	15.000	15.000
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' $L_{b_{sup.}}$: Separación entre arriostramientos del ala superior $L_{b_{inf.}}$: Separación entre arriostramientos del ala inferior									

1.1.1.3. Características mecánicas

Tipos de pieza	
Ref.	Piezas
1	N1/N2

Características mecánicas									
Material		Ref.	Descripción	A (cm²)	A _{vy} (cm²)	A _{vz} (cm²)	I _{yy} (cm⁴)	I _{zz} (cm⁴)	I _t (cm⁴)
Tipo	Designación								
Acero laminado	S275 (UNE-EN 10025-2)	1	CHS 355.6x16.0, (Cold Formed CHS)	170.70	153.63	153.63	24663.00	24663.00	49326.00
Notación: Ref.: Referencia A: Área de la sección transversal A _{vy} : Área de cortante de la sección según el eje local 'Y' A _{vz} : Área de cortante de la sección según el eje local 'Z' I _{yy} : Inercia de la sección alrededor del eje local 'Y' I _{zz} : Inercia de la sección alrededor del eje local 'Z' I _t : Inercia a torsión Las características mecánicas de las piezas corresponden a la sección en el punto medio de las mismas.									



1.2. Resultados

1.2.1. Barras

1.2.1.1. Esfuerzos

Referencias:

N: Esfuerzo axil (kN)

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

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

Mt: Momento torsor (kN·m)

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

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

1.2.1.1.1. Hipótesis

Esfuerzos en barras, por hipótesis											
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.750 m	1.875 m	2.625 m	3.750 m	4.500 m	5.625 m	6.750 m	7.500 m
N1/N2	Peso propio	N	-9.859	-8.873	-7.394	-6.408	-4.930	-3.944	-2.465	-0.986	0.000
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	V 1	N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy	25.000	25.000	25.000	25.000	25.000	25.000	25.000	25.000	12.500
		Vz	29.000	29.000	29.000	29.000	29.000	29.000	29.000	29.000	14.500
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	188.50	166.75	134.13	112.38	79.75	58.00	25.38	3.63	0.00
		Mz	162.50	143.75	115.63	96.88	68.75	50.00	21.88	3.13	0.00

1.2.1.1.2. Combinaciones

Esfuerzos en barras, por combinación												
Barra	Combinación		Esfuerzo	Posiciones en la barra								
	Tipo	Descripción		0.000 m	0.750 m	1.875 m	2.625 m	3.750 m	4.500 m	5.625 m	6.750 m	7.500 m
N1/N2	Acero laminado	0.8-PP	N	-7.887	-7.099	-5.915	-5.127	-3.944	-3.155	-1.972	-0.789	0.000
			Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		1.35-PP	N	-13.310	-11.979	-9.982	-8.651	-6.655	-5.324	-3.327	-1.331	0.000
			Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		0.8-PP+1.5-V1	N	-7.887	-7.099	-5.915	-5.127	-3.944	-3.155	-1.972	-0.789	0.000
			Vy	37.500	37.500	37.500	37.500	37.500	37.500	37.500	37.500	18.750
			Vz	43.500	43.500	43.500	43.500	43.500	43.500	43.500	43.500	21.750
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	282.75	250.13	201.19	168.56	119.63	87.00	38.06	5.44	0.00
			Mz	243.75	215.63	173.44	145.31	103.13	75.00	32.81	4.69	0.00
	1.35-PP+1.5-V1	N	-13.310	-11.979	-9.982	-8.651	-6.655	-5.324	-3.327	-1.331	0.000	
		Vy	37.500	37.500	37.500	37.500	37.500	37.500	37.500	37.500	18.750	
		Vz	43.500	43.500	43.500	43.500	43.500	43.500	43.500	43.500	21.750	
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
		My	282.75	250.13	201.19	168.56	119.63	87.00	38.06	5.44	0.00	
		Mz	243.75	215.63	173.44	145.31	103.13	75.00	32.81	4.69	0.00	

1.2.1.1.3. Envoltentes



Listados

MODELO POSTE LONA

Fecha: 06/12/23

Envolventes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.750 m	1.875 m	2.625 m	3.750 m	4.500 m	5.625 m	6.750 m	7.500 m
N1/N2	Acero laminado	N _{min}	-13.310	-11.979	-9.982	-8.651	-6.655	-5.324	-3.327	-1.331	0.000
		N _{max}	-7.887	-7.099	-5.915	-5.127	-3.944	-3.155	-1.972	-0.789	0.000
		Vy _{min}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy _{max}	37.500	37.500	37.500	37.500	37.500	37.500	37.500	18.750	0.000
		Vz _{min}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz _{max}	43.500	43.500	43.500	43.500	43.500	43.500	43.500	21.750	0.000
		Mt _{min}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mt _{max}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My _{min}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My _{max}	282.75	250.13	201.19	168.56	119.63	87.00	38.06	5.44	0.00
		Mz _{min}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz _{max}	243.75	215.63	173.44	145.31	103.13	75.00	32.81	4.69	0.00

1.2.1.2. Resistencia

Referencias:

N: Esfuerzo axil (kN)

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

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

Mt: Momento torsor (kN·m)

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

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

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

Origen de los esfuerzos pésimos:

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

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

Comprobación de resistencia										
Barra	η (%)	Posición (m)	Esfuerzos pésimos						Origen	Estado
			N (kN)	Vy (kN)	Vz (kN)	Mt (kN·m)	My (kN·m)	Mz (kN·m)		
N1/N2	89.09	0.000	-13.310	37.500	43.500	0.00	282.75	243.75	GV	Cumple

1.2.1.3. Flechas

Referencias:

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

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

Flechas									
Grupo	Flecha máxima absoluta xy		Flecha máxima absoluta xz		Flecha activa absoluta xy		Flecha activa absoluta xz		Estado
	Flecha máxima relativa xy		Flecha máxima relativa xz		Flecha activa relativa xy		Flecha activa relativa xz		
	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	
N1/N2	3.000	9.82	3.000	11.39	3.000	9.82	3.000	11.39	Cumple
	3.000	L/763.5	3.000	L/658.2	3.000	L/763.5	3.000	L/658.2	



1.2.1.4. Comprobaciones E.L.U. (Completo)

Barra N1/N2

Perfil: CHS 355.6x16.0 Material: Acero (S275 (UNE-EN 10025-2))						
	Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas		
	Inicial	Final		Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)
	N1	N2	7.500	170.70	24663.00	24663.00
Notas: ⁽¹⁾ Inercia respecto al eje indicado ⁽²⁾ Momento de inercia a torsión uniforme						
	Pandeo		Pandeo lateral			
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.		
β	1.00	1.00	2.00	2.00		
L _k	7.500	7.500	15.000	15.000		
C _m	1.000	1.000	1.000	1.000		
C ₁	-		1.000			
Notación: b: Coeficiente de pandeo L _k : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico						

Resistencia a tracción (Código Estructural, Artículo A22.6.2.3)

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

Resistencia a compresión (Código Estructural, Artículo A22.6.2.4)

Se debe satisfacer:

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

h : 0.003 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N1, para la combinación de acciones 1.35-PP.

N_{c,Ed}: Valor de cálculo de la fuerza de compresión.

N_{c,Ed} : 13.31 kN

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

$$N_{c,Rd} = \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M0}}$$

N_{c,Rd} : 4470.76 kN

Donde:

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

Clase : 1

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

A : 170.70 cm²

f_y: Límite elástico. (Código Estructural, Tabla A22.3.1)

f_y : 275.00 MPa

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

γ_{M0} : 1.05

Resistencia a pandeo: (Código Estructural, Artículo 6.3.1)

Si la esbeltez $\lambda \leq 0.2$ o la relación $N_{c,Ed} / N_{cr} \leq 0.04$ se puede ignorar el efecto del pandeo, y comprobar únicamente la resistencia de la sección transversal.

λ: Esbeltez reducida.

λ : 0.72



Listados

MODELO POSTE LONA

Fecha: 06/12/23

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$N_{c,Ed}/N_{cr}$: Relación de axiles.

$$N_{c,Ed}/N_{cr} : \underline{\quad 0.001 \quad}$$

Donde:

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

$$A : \underline{\quad 170.70 \quad} \text{ cm}^2$$

f_y : Límite elástico. (Código Estructural, Tabla A22.3.1)

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

N_{cr} : Axil crítico de pandeo elástico.

$$N_{cr} : \underline{\quad 9087.46 \quad} \text{ kN}$$

El axil crítico de pandeo elástico N_{cr} es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$$N_{cr,y} : \underline{\quad 9087.46 \quad} \text{ kN}$$

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{ky}^2}$$

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

$$N_{cr,z} : \underline{\quad 9087.46 \quad} \text{ kN}$$

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{kz}^2}$$

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} : \underline{\quad 1382682.79 \quad} \text{ kN}$$

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_0^2} \cdot \left[G \cdot I_t + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_w}{L_{kt}^2} \right]$$

Donde:

I_y : Inercia a flexión alrededor del eje Y.

$$I_y : \underline{\quad 24663.00 \quad} \text{ cm}^4$$

I_z : Inercia a flexión alrededor del eje Z.

$$I_z : \underline{\quad 24663.00 \quad} \text{ cm}^4$$

I_t : Módulo de torsión uniforme

$$I_t : \underline{\quad 49326.00 \quad} \text{ cm}^4$$

I_w : Constante de alabeo de la sección.

$$I_w : \underline{\quad 0.00 \quad} \text{ cm}^6$$

E: Módulo de elasticidad longitudinal.

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

G: Módulo de elasticidad transversal.

$$G : \underline{\quad 81000 \quad} \text{ MPa}$$

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

$$L_{ky} : \underline{\quad 7.500 \quad} \text{ m}$$

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

$$L_{kz} : \underline{\quad 7.500 \quad} \text{ m}$$

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

$$L_{kt} : \underline{\quad 15.000 \quad} \text{ m}$$

i_0 : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.

$$i_0 : \underline{\quad 17.00 \quad} \text{ cm}$$

$$i_0 = \left(i_y^2 + i_z^2 + y_0^2 + z_0^2 \right)^{0.5}$$

Siendo:

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

$$i_y : \underline{\quad 12.02 \quad} \text{ cm}$$

$$i_z : \underline{\quad 12.02 \quad} \text{ cm}$$

y_0 , z_0 : Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

$$y_0 : \underline{\quad 0.00 \quad} \text{ mm}$$

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

**Resistencia a flexión eje Y** (Código Estructural, Artículo A22.6.2.5)

Se debe satisfacer:

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

$$h : \underline{0.585} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N1, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V1.

 M_{Ed}^+ : Valor de cálculo del momento flector.

$$M_{Ed}^+ : \underline{282.75} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

 M_{Ed}^- : Valor de cálculo del momento flector.

$$M_{Ed}^- : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$M_{c,Rd} = \frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{\gamma_{M0}}$$

$$M_{c,Rd} : \underline{483.64} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

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

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

 $W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico de la sección.

$$W_{pl,y} : \underline{1846.62} \text{ cm}^3$$

 f_y : Límite elástico. (Código Estructural, Tabla A22.3.1)

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

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

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

Resistencia a flexión eje Z (Código Estructural, Artículo A22.6.2.5)

Se debe satisfacer:

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

$$h : \underline{0.504} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N1, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V1.

 M_{Ed}^+ : Valor de cálculo del momento flector.

$$M_{Ed}^+ : \underline{243.75} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

 M_{Ed}^- : Valor de cálculo del momento flector.

$$M_{Ed}^- : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$M_{c,Rd} = \frac{W_{pl,z} \cdot f_y}{\gamma_{M0}}$$

$$M_{c,Rd} : \underline{483.64} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

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

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

 $W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico de la sección.

$$W_{pl,z} : \underline{1846.62} \text{ cm}^3$$

 f_y : Límite elástico. (Código Estructural, Tabla A22.3.1)

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

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

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



Resistencia a corte Z (Código Estructural, Artículo A22.6.2.6)

Se debe satisfacer:

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

h : 0.026 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N1, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V1.

V_{Ed} : Valor de cálculo del esfuerzo cortante.

V_{Ed} : 43.50 kN

Resistencia a cortante de la sección:

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

$$V_{c,Rd} = \frac{A_v f_y}{\gamma_{M0} \sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: 1643.24 kN

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

A_v : 108.67 cm²

$$A_v = 2 \cdot A / \pi$$

Siendo:

A : Área de la sección bruta.

A : 170.70 cm²

f_y : Límite elástico. (Código Estructural, Tabla A22.3.1)

f_y : 275.00 MPa

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

γ_{M0} : 1.05

Resistencia a corte Y (Código Estructural, Artículo A22.6.2.6)

Se debe satisfacer:

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

h : 0.023 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N1, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V1.

V_{Ed} : Valor de cálculo del esfuerzo cortante.

V_{Ed} : 37.50 kN

Resistencia a cortante de la sección:

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

$$V_{c,Rd} = \frac{A_v f_y}{\gamma_{M0} \sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: 1643.24 kN

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

A_v : 108.67 cm²

$$A_v = 2 \cdot A / \pi$$

Siendo:

A : Área de la sección bruta.

A : 170.70 cm²

f_y : Límite elástico. (Código Estructural, Tabla A22.3.1)

f_y : 275.00 MPa

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

γ_{M0} : 1.05

**Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados** (Código Estructural, Artículo A22.6.2.8)

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

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2} \quad 43.50 \text{ kN} \leq 821.62 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N1, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V1.

$$V_{Ed}: \text{ Valor de cálculo del esfuerzo cortante.} \quad V_{Ed} : \underline{43.50} \text{ kN}$$

$$V_{c,Rd}: \text{ Valor de cálculo de la resistencia a esfuerzo cortante.} \quad V_{c,Rd} : \underline{1643.24} \text{ kN}$$

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (Código Estructural, Artículo A22.6.2.8)

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

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2} \quad 37.50 \text{ kN} \leq 821.62 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N1, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V1.

$$V_{Ed}: \text{ Valor de cálculo del esfuerzo cortante.} \quad V_{Ed} : \underline{37.50} \text{ kN}$$

$$V_{c,Rd}: \text{ Valor de cálculo de la resistencia a esfuerzo cortante.} \quad V_{c,Rd} : \underline{1643.24} \text{ kN}$$

Resistencia a flexión y axil combinados (Código Estructural, Artículo A22.6.2.9)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \left[\frac{M_{y,Ed}}{M_{N,Rd,y}} \right]^\alpha + \left[\frac{M_{z,Ed}}{M_{N,Rd,z}} \right]^\beta \leq 1 \quad h : \underline{0.596} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M1}}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M1}}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M1}}} \leq 1 \quad h : \underline{0.891} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M1}}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M1}}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M1}}} \leq 1 \quad h : \underline{0.859} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N1, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V1.

Donde:

$N_{c,Ed}$: Valor de cálculo de la fuerza de compresión.

$$N_{c,Ed} : \underline{13.31} \text{ kN}$$

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

$$M_{y,Ed}^+ : \underline{282.75} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{z,Ed}^+ : \underline{243.75} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.

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

$M_{N,Rd,y}$, $M_{N,Rd,z}$: Momentos resistentes plásticos reducidos debido al esfuerzo axil, según los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{N,Rd,y} : \underline{483.61} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{N,Rd,z} : \underline{483.61} \text{ kN}\cdot\text{m}$$



Listados

MODELO POSTE LONA

Fecha: 06/12/23

$$M_{N,Rd,y} = M_{pl,Rd,y} \cdot (1 - n^{1.7}) \leq M_{pl,Rd,y}$$

$$M_{N,Rd,z} = M_{pl,Rd,z} \cdot (1 - n^{1.7}) \leq M_{pl,Rd,z}$$

$$\alpha = 2 ; \beta = 2$$

Siendo:

$$n = N_{c,Ed} / N_{pl,Rd}$$

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta.

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

$$a : \underline{2.000}$$

$$b : \underline{2.000}$$

$$n : \underline{0.003}$$

$$N_{pl,Rd} : \underline{4470.76} \text{ kN}$$

$$M_{pl,Rd,y} : \underline{483.64} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{pl,Rd,z} : \underline{483.64} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Resistencia a pandeo: (Código Estructural, Artículo 6.3.3)

A: Área de la sección bruta.

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

f_y : Límite elástico. (Código Estructural, Tabla A22.3.1)

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

K_{yy} , K_{yz} , K_{zy} , K_{zz} : Coeficientes de interacción.

$$A : \underline{170.70} \text{ cm}^2$$

$$W_{pl,y} : \underline{1846.62} \text{ cm}^3$$

$$W_{pl,z} : \underline{1846.62} \text{ cm}^3$$

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

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

$$k_{yy} = C_{m,y} \cdot C_{m,LT} \cdot \frac{\mu_y}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}} \cdot \frac{1}{C_{yy}}$$

$$K_{yy} : \underline{1.00}$$

$$k_{yz} = C_{m,z} \cdot \frac{\mu_y}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}} \cdot \frac{1}{C_{yz}} \cdot 0.6 \cdot \sqrt{\frac{W_z}{W_y}}$$

$$K_{yz} : \underline{0.60}$$

$$k_{zy} = C_{m,y} \cdot C_{m,LT} \cdot \frac{\mu_z}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}} \cdot \frac{1}{C_{zy}} \cdot 0.6 \cdot \sqrt{\frac{W_y}{W_z}}$$

$$K_{zy} : \underline{0.60}$$

$$k_{zz} = C_{m,z} \cdot \frac{\mu_z}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}} \cdot \frac{1}{C_{zz}}$$

$$K_{zz} : \underline{1.00}$$

Términos auxiliares:

$$\mu_y = \frac{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}}{1 - \chi_y \cdot \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}}$$

$$m_y : \underline{1.00}$$

$$\mu_z = \frac{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}}{1 - \chi_z \cdot \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}}$$

$$m_z : \underline{1.00}$$

$$C_{yy} = 1 + (w_y - 1) \cdot \left[\left(2 - \frac{1.6}{w_y} \cdot C_{m,y}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max} - \frac{1.6}{w_y} \cdot C_{m,y}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^{-2} \right) \cdot n_{pl} - b_{LT} \right] \geq \frac{W_{el,y}}{W_{pl,y}}$$

$$C_{yy} : \underline{1.00}$$

$$C_{yz} = 1 + (w_z - 1) \cdot \left[\left(2 - 14 \cdot \frac{C_{m,z}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^{-2}}{w_z^5} \right) \cdot n_{pl} - c_{LT} \right] \geq 0.6 \cdot \sqrt{\frac{W_z}{W_y}} \cdot \frac{W_{el,z}}{W_{pl,z}}$$

$$C_{yz} : \underline{1.00}$$

$$C_{zy} = 1 + (w_y - 1) \cdot \left[\left(2 - 14 \cdot \frac{C_{m,y}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^{-2}}{w_y^5} \right) \cdot n_{pl} - d_{LT} \right] \geq 0.6 \cdot \sqrt{\frac{W_y}{W_z}} \cdot \frac{W_{el,y}}{W_{pl,y}}$$

$$C_{zy} : \underline{1.00}$$

$$C_{zz} = 1 + (w_z - 1) \cdot \left[\left(2 - \frac{1.6}{w_z} \cdot C_{m,z}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max} - \frac{1.6}{w_z} \cdot C_{m,z}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^{-2} - e_{LT} \right) \cdot n_{pl} \right] \geq \frac{W_{el,z}}{W_{pl,z}}$$

$$C_{zz} : \underline{1.00}$$



Listados

MODELO POSTE LONA

Fecha: 06/12/23

$a_{LT} = 1 - \frac{I_t}{I_y} \geq 0$	$a_{LT} :$	<u>0.00</u>
$b_{LT} = 0.5 \cdot a_{LT} \cdot \bar{\lambda}_0^{-2} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}}$	$b_{LT} :$	<u>0.00</u>
$c_{LT} = 10 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0^{-2}}{5 + \bar{\lambda}_z^{-4}} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}}$	$c_{LT} :$	<u>0.00</u>
$d_{LT} = 2 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0}{0.1 + \bar{\lambda}_z^{-4}} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{C_{m,z} \cdot M_{pl,Rd,z}}$	$d_{LT} :$	<u>0.00</u>
$e_{LT} = 1.7 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0}{0.1 + \bar{\lambda}_z^{-4}} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}}$	$e_{LT} :$	<u>0.00</u>
$w_y = \frac{W_{pl,y}}{W_{el,y}} \leq 1.5$	$w_y :$	<u>1.33</u>
$w_z = \frac{W_{pl,z}}{W_{el,z}} \leq 1.5$	$w_z :$	<u>1.33</u>
$n_{pl} = \frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}}$	$n_{pl} :$	<u>0.00</u>

Puesto que:

$$\bar{\lambda}_0 \leq 0.2 \cdot \sqrt{C_1} \cdot \sqrt[4]{\left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}\right) \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}\right)}$$

$0.00 \leq 0.20$

$C_{m,y} = C_{m,y,0}$	$C_{m,y} :$	<u>1.00</u>
$C_{m,z} = C_{m,z,0}$	$C_{m,z} :$	<u>1.00</u>
$C_{m,LT} = 1.00$	$C_{m,LT} :$	<u>1.00</u>

$C_{m,y,0}$, $C_{m,z,0}$: Coeficientes para la obtención de la distribución uniforme del momento equivalente.

C_1 : Coeficiente que depende de la carga y de las condiciones de vinculación de los extremos.

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

c_{LT} : Coeficiente de reducción para pandeo lateral torsional.

$\bar{I}_{m\acute{a}x}$: Esbeltez máxima entre $\bar{\lambda}_y$ y $\bar{\lambda}_z$.

\bar{I}_y , \bar{I}_z : Esbelteces reducidas en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

\bar{I}_{LT} : Esbeltez adimensional de pandeo lateral.

\bar{I}_0 : Esbeltez adimensional de pandeo lateral cuando actúa un momento uniforme.

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

$N_{cr,y}$: Esfuerzo axil crítico elástico por pandeo por flexión alrededor del eje Y.

$N_{cr,z}$: Esfuerzo axil crítico elástico por pandeo por flexión alrededor del eje Z.

I_y : Inercia a flexión alrededor del eje Y.

I_t : Módulo de torsión uniforme

$C_{m,y,0} :$	<u>1.00</u>
$C_{m,z,0} :$	<u>1.00</u>
$C_1 :$	<u>1.00</u>
$c_y :$	<u>1.00</u>
$c_z :$	<u>1.00</u>
$c_{LT} :$	<u>1.00</u>
$\bar{I}_{m\acute{a}x} :$	<u>0.72</u>
$\bar{I}_y :$	<u>0.72</u>
$\bar{I}_z :$	<u>0.72</u>
$\bar{I}_{LT} :$	<u>0.00</u>
$\bar{I}_0 :$	<u>0.00</u>
$W_{el,y} :$	<u>1387.12</u> cm ³
$W_{el,z} :$	<u>1387.12</u> cm ³
$N_{cr,y} :$	<u>9087.46</u> kN
$N_{cr,z} :$	<u>9087.46</u> kN
$I_y :$	<u>24663.00</u> cm ⁴
$I_t :$	<u>49326.00</u> cm ⁴



Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (Código Estructural, Artículo A22.6.2.10)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N1, para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V1$.

$$V_{Ed,z} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$$

$$43.50 \text{ kN} \leq 821.62 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

$V_{Ed,z}$: Valor de cálculo del esfuerzo cortante.

$$V_{Ed,z} : \frac{43.50}{\quad} \text{ kN}$$

$V_{c,Rd,z}$: Valor de cálculo de la resistencia a esfuerzo cortante.

$$V_{c,Rd,z} : \frac{1643.24}{\quad} \text{ kN}$$

Resistencia a torsión (Código Estructural, Artículo A22.6.2.7)

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

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (Código Estructural, Artículo A22.6.2.7)

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 (Código Estructural, Artículo A22.6.2.7)

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



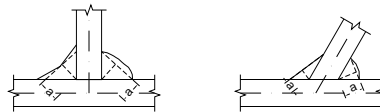
1.2.1.5. Comprobaciones E.L.U. (Resumido)

Barra	COMPROBACIONES (CÓDIGO ESTRUCTURAL)												Estado	
	N _t	N _c	M _y	M _z	V _z	V _y	M _y V _z	M _z V _y	NM _y M _z	NM _y M _z V _y V _z	M _t	M _y V _z		M _z V _y
N1/N2	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m η = 0.3	x: 0 m η = 58.5	x: 0 m η = 50.4	x: 0 m η = 2.6	x: 0 m η = 2.3	x: 0 m η < 0.1	x: 0 m η < 0.1	x: 0 m η = 89.1	x: 0 m η < 0.1	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽³⁾	CUMPLE h = 89.1
Notación: N _t : Resistencia a tracción N _c : Resistencia a compresión M _y : Resistencia a flexión eje Y M _z : Resistencia a flexión eje Z V _z : Resistencia a corte Z V _y : Resistencia a corte Y M _y V _z : Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados M _z V _y : Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados NM _y M _z : Resistencia a flexión y axil combinados NM _y M _z V _y V _z : Resistencia a flexión, axil y cortante combinados M _t : Resistencia a torsión M _y V _z : Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados M _z V _y : Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados x: Distancia al origen de la barra h: Coeficiente de aprovechamiento (%) N.P.: No procede														
Comprobaciones que no proceden (N.P.): ⁽¹⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción. ⁽²⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor. ⁽³⁾ No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.														

1.3. Uniones

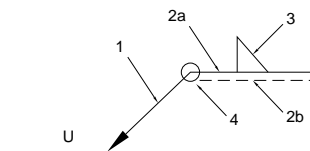
1.3.1. Referencias y simbología

a[mm]: espesor de garganta eficaz de un cordón de soldadura en ángulo, que es la altura del mayor triángulo (de iguales o desiguales lados) que se puede inscribir dentro de las caras de fusión y la superficie del cordón, medido perpendicularmente a la cara exterior de este triángulo. Eurocódigo 3, Parte 1-8, Artículo 4.5.2 (1)



L[mm]: longitud efectiva del cordón de soldadura

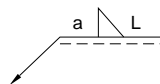
Método de representación de soldaduras



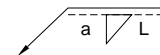
Referencias:

- 1: línea de la flecha
- 2a: línea de referencia (línea continua)
- 2b: línea de identificación (línea a trazos)
- 3: símbolo de soldadura
- 4: indicaciones complementarias
- U: Unión

Referencias 1, 2a y 2b



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



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

Referencia 3

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

Referencia 4

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

1.3.2. Comprobaciones en placas de anclaje

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

1. Hormigón sobre el que apoya la placa

Se comprueba que la tensión de compresión en la interfaz placa de anclaje-hormigón es menor a la tensión admisible del hormigón según la naturaleza de cada combinación.

2. Pernos de anclaje

- a) Resistencia del material de los pernos: Se descomponen los esfuerzos actuantes sobre la placa en axiles y cortantes en los pernos y se comprueba que ambos esfuerzos, por separado y con interacción entre ellos (tensión de Von Mises), producen tensiones menores a la tensión límite del material de los pernos.



- b) Anclaje de los pernos: Se comprueba el anclaje de los pernos en el hormigón de tal manera que no se produzca el fallo de deslizamiento por adherencia, arrancamiento del cono de rotura o fractura por esfuerzo cortante (aplastamiento).
- c) Aplastamiento: Se comprueba que en cada perno no se supera el cortante que produciría el aplastamiento de la placa contra el perno.

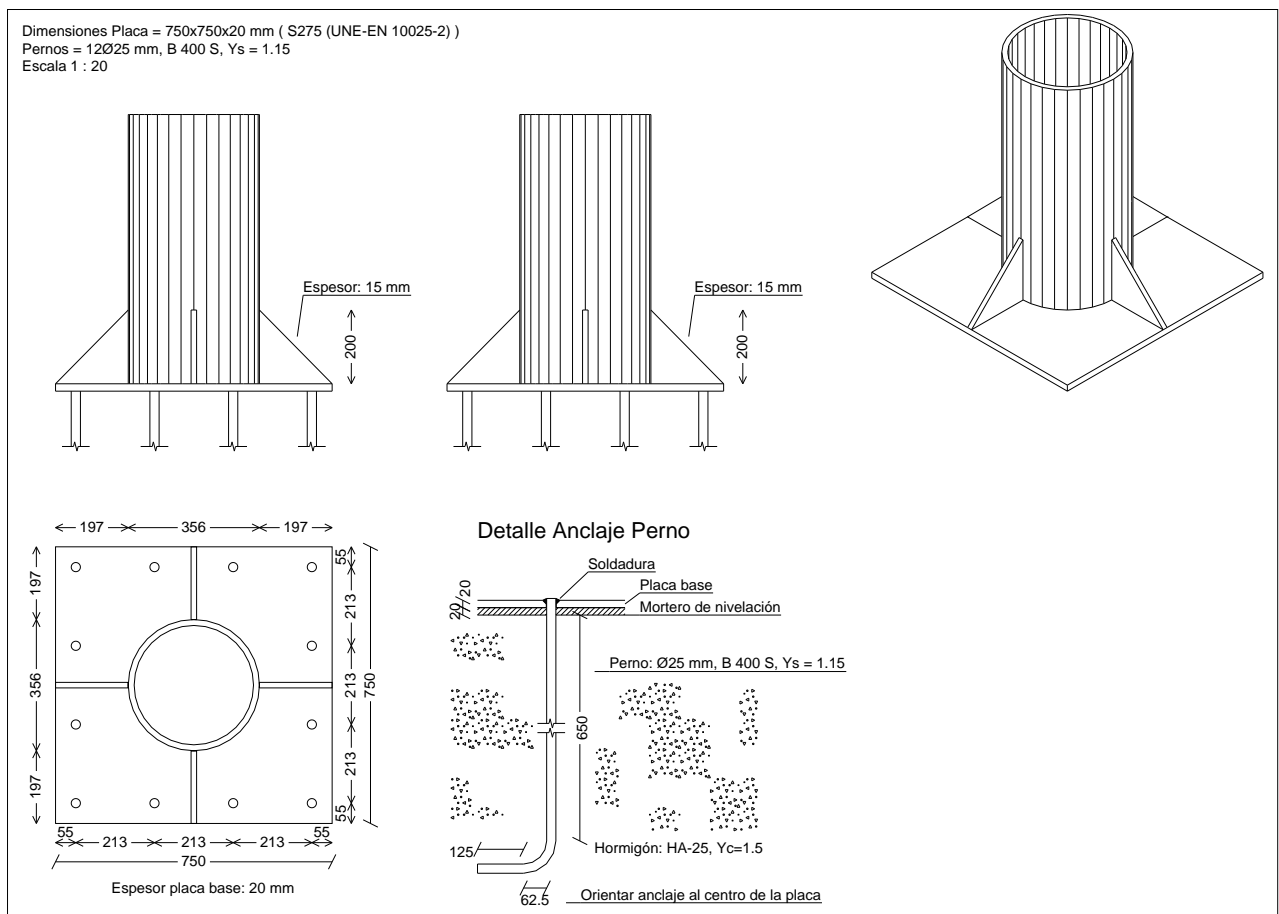
3. Placa de anclaje

- a) Tensiones globales: En placas con vuelo, se analizan cuatro secciones en el perímetro del perfil, y se comprueba en todas ellas que las tensiones de Von Mises sean menores que la tensión límite según la norma.
- b) Flechas globales relativas: Se comprueba que en los vuelos de las placas no aparezcan flechas mayores que 1/250 del vuelo.
- c) Tensiones locales: Se comprueban las tensiones de Von Mises en todas las placas locales en las que tanto el perfil como los rigidizadores dividen a la placa de anclaje propiamente dicha. Los esfuerzos en cada una de las subplacas se obtienen a partir de las tensiones de contacto con el hormigón y los axiles de los pernos. El modelo generado se resuelve por diferencias finitas.

1.3.3. Memoria de cálculo

1.3.3.1. Tipo 1

a) Detalle



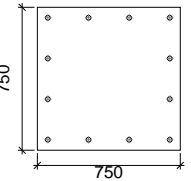
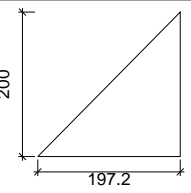


Listados

MODELO POSTE LONA

Fecha: 06/12/23

b) Descripción de los componentes de la unión

Elementos complementarios									
Pieza	Geometría				Taladros		Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Placa base		750	750	20	12	25	S275 (UNE-EN 10025-2)	275.0	410.0
Rigidizador		197.2	200	15	-	-	S275 (UNE-EN 10025-2)	275.0	410.0



c) Comprobación

1) Placa de anclaje

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: 2 diámetros	Mínimo: 50 mm Calculado: 214 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: 2 diámetros	Mínimo: 50 mm Calculado: 55 mm	Cumple
Esbeltez de rigidizadores: - Paralelos a X: - Paralelos a Y:	Máximo: 50 Calculado: 32.4 Calculado: 32.4	Cumple Cumple
Longitud mínima del perno: Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.	Mínimo: 25 cm Calculado: 65 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón: - Tracción: - Cortante: - Tracción + Cortante:	Máximo: 180.57 kN Calculado: 162.26 kN Máximo: 126.4 kN Calculado: 5.11 kN Máximo: 180.57 kN Calculado: 169.55 kN	Cumple Cumple Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 157.12 kN Calculado: 151.91 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 400 MPa Calculado: 309.951 MPa	Cumple
Aplastamiento perno en placa: Límite del cortante en un perno actuando contra la placa	Máximo: 275 kN Calculado: 4.79 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales: - Derecha: - Izquierda: - Arriba: - Abajo:	Máximo: 275 MPa Calculado: 190.677 MPa Calculado: 244.937 MPa Calculado: 273.021 MPa Calculado: 242.91 MPa	Cumple Cumple Cumple Cumple
Flecha global equivalente: Limitación de la deformabilidad de los vuelos - Derecha: - Izquierda: - Arriba: - Abajo:	Mínimo: 250 Calculado: 5546.98 Calculado: 3098.49 Calculado: 2746.15 Calculado: 4024.87	Cumple Cumple Cumple Cumple
Tensión de Von Mises local: Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo	Máximo: 275 MPa Calculado: 0 MPa	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Relación rotura pésima sección de hormigón: 0.281		



d) Medición

Placas de anclaje				
Material	Elementos	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275 (UNE-EN 10025-2)	Placa base	1	750x750x20	88.31
	Rigidizadores no pasantes	4	197/0x200/0x15	9.29
	Total			97.60
B 400 S, $Y_s = 1.15$ (corrugado)	Pernos de anclaje	12	$\varnothing 25 - L = 715 + 243$	44.29
	Total			44.29

2. CIMENTACIÓN

2.1. Elementos de cimentación aislados

2.1.1. Descripción

Referencias	Geometría	Armado
N1	Zapata cuadrada Anchura: 350 cm Canto: 90 cm	Sup X: 14 \varnothing 20c/25 Sup Y: 14 \varnothing 20c/25 Inf X: 14 \varnothing 20c/25 Inf Y: 14 \varnothing 20c/25

2.1.2. Comprobación

Referencia: N1		
Dimensiones: 350 x 350 x 90		
Armados: Xi: \varnothing 20c/25 Yi: \varnothing 20c/25 Xs: \varnothing 20c/25 Ys: \varnothing 20c/25		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: Criterio de CYPE		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.1 MPa Calculado: 0.0339426 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.124979 MPa Calculado: 0.0228573 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.124979 MPa Calculado: 0.0972171 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 65.7 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 42.8 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 144.07 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 183.18 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 102.51 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 135.97 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes: Criterio de CYPE	Máximo: 5000 kN/m ² Calculado: 7.1 kN/m ²	Cumple
Canto mínimo: Criterio de CYPE	Mínimo: 15 cm Calculado: 90 cm	Cumple



Listados

MODELO POSTE LONA

Fecha: 06/12/23

Referencia: N1		
Dimensiones: 350 x 350 x 90		
Armados: Xi: Ø20c/25 Yi: Ø20c/25 Xs: Ø20c/25 Ys: Ø20c/25		
Comprobación	Valores	Estado
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N1:	Mínimo: 65 cm Calculado: 82 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1 - Armado inferior dirección X: - Armado superior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0012 Calculado: 0.0014 Calculado: 0.0014 Calculado: 0.0014 Calculado: 0.0014	Cumple Cumple Cumple Cumple
Diámetro mínimo de las barras: Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.2.1 - Parrilla inferior: - Parrilla superior:	Mínimo: 12 mm Calculado: 20 mm Calculado: 20 mm	Cumple Cumple
Separación máxima entre barras: Criterio de CYPE - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección X: - Armado superior dirección Y:	Máximo: 30 cm Calculado: 25 cm Calculado: 25 cm Calculado: 25 cm Calculado: 25 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple
Separación mínima entre barras: Criterio de CYPE - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección X: - Armado superior dirección Y:	Mínimo: 10 cm Calculado: 25 cm Calculado: 25 cm Calculado: 25 cm Calculado: 25 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple
Longitud de anclaje: 49.5 - Armado inf. dirección X hacia der: - Armado inf. dirección X hacia izq: - Armado inf. dirección Y hacia arriba: - Armado inf. dirección Y hacia abajo: - Armado sup. dirección X hacia der: - Armado sup. dirección X hacia izq: - Armado sup. dirección Y hacia arriba: - Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 97 cm Mínimo: 20 cm Mínimo: 20 cm Mínimo: 20 cm Mínimo: 20 cm Mínimo: 28 cm Mínimo: 28 cm Mínimo: 28 cm Mínimo: 28 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple
Longitud mínima de las patillas: - Armado inf. dirección X hacia der: - Armado inf. dirección X hacia izq: - Armado inf. dirección Y hacia arriba: - Armado inf. dirección Y hacia abajo: - Armado sup. dirección X hacia der: - Armado sup. dirección X hacia izq: - Armado sup. dirección Y hacia arriba: - Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 20 cm Calculado: 30 cm Calculado: 30 cm Calculado: 30 cm Calculado: 30 cm Calculado: 30 cm Calculado: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional: - Zapata de tipo rígido - Relación rotura pésima (En dirección X): 0.11		



Listados

MODELO POSTE LONA

Fecha: 06/12/23

Referencia: N1		
Dimensiones: 350 x 350 x 90		
Armados: Xi: Ø20c/25 Yi: Ø20c/25 Xs: Ø20c/25 Ys: Ø20c/25		
Comprobación	Valores	Estado
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.14		
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 933.91 kN		
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 933.91 kN		



1. ESTRUCTURA

1.1. Uniones

1.1.1. Comprobaciones en placas de anclaje

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

1. Hormigón sobre el que apoya la placa

Se comprueba que la tensión de compresión en la interfaz placa de anclaje-hormigón es menor a la tensión admisible del hormigón según la naturaleza de cada combinación.

2. Pernos de anclaje

- a) Resistencia del material de los pernos: Se descomponen los esfuerzos actuantes sobre la placa en axiles y cortantes en los pernos y se comprueba que ambos esfuerzos, por separado y con interacción entre ellos (tensión de Von Mises), producen tensiones menores a la tensión límite del material de los pernos.
- b) Anclaje de los pernos: Se comprueba el anclaje de los pernos en el hormigón de tal manera que no se produzca el fallo de deslizamiento por adherencia, arrancamiento del cono de rotura o fractura por esfuerzo cortante (aplastamiento).
- c) Aplastamiento: Se comprueba que en cada perno no se supera el cortante que produciría el aplastamiento de la placa contra el perno.

3. Placa de anclaje

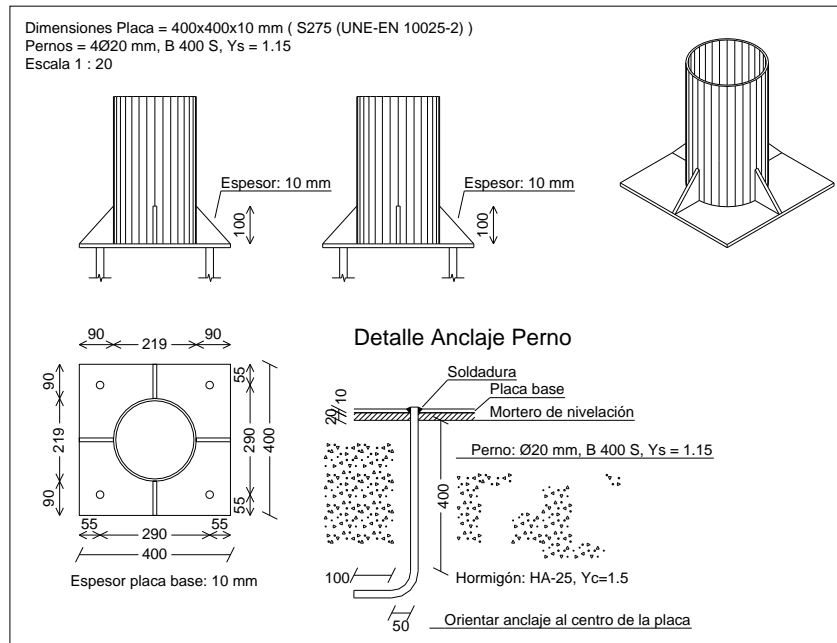
- a) Tensiones globales: En placas con vuelo, se analizan cuatro secciones en el perímetro del perfil, y se comprueba en todas ellas que las tensiones de Von Mises sean menores que la tensión límite según la norma.
- b) Flechas globales relativas: Se comprueba que en los vuelos de las placas no aparezcan flechas mayores que $1/250$ del vuelo.
- c) Tensiones locales: Se comprueban las tensiones de Von Mises en todas las placas locales en las que tanto el perfil como los rigidizadores dividen a la placa de anclaje propiamente dicha. Los esfuerzos en cada una de las subplacas se obtienen a partir de las tensiones de contacto con el hormigón y los axiles de los pernos. El modelo generado se resuelve por diferencias finitas.



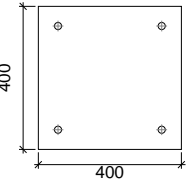
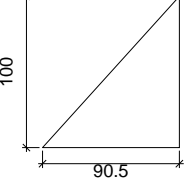
1.1.2. Memoria de cálculo

1.1.2.1. Tipo 1

a) Detalle



b) Descripción de los componentes de la unión

Elementos complementarios									
Pieza	Geometría				Taladros		Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Placa base		400	400	10	4	20	S275 (UNE-EN 10025-2)	275.0	410.0
Rigidizador		90.5	100	10	-	-	S275 (UNE-EN 10025-2)	275.0	410.0



Listados

MODELO CIMENTACIÓN FAROLA_V2

Fecha: 16/12/23

c) Comprobación

1) Placa de anclaje

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: 2 diámetros	Mínimo: 40 mm Calculado: 291 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: 2 diámetros	Mínimo: 40 mm Calculado: 55 mm	Cumple
Esbeltez de rigidizadores: - Paralelos a X: - Paralelos a Y:	Máximo: 50 Calculado: 23.4 Calculado: 23.4	Cumple Cumple
Longitud mínima del perno: Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.	Mínimo: 20 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón: - Tracción: - Cortante: - Tracción + Cortante:	Máximo: 88.9 kN Calculado: 34.16 kN Máximo: 62.23 kN Calculado: 2.03 kN Máximo: 88.9 kN Calculado: 37.07 kN	Cumple Cumple Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 100.48 kN Calculado: 34.16 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 400 MPa Calculado: 109.513 MPa	Cumple
Aplastamiento perno en placa: Limite del cortante en un perno actuando contra la placa	Máximo: 110 kN Calculado: 2.03 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales: - Derecha: - Izquierda: - Arriba: - Abajo:	Máximo: 275 MPa Calculado: 49.2826 MPa Calculado: 48.6048 MPa Calculado: 49.2226 MPa Calculado: 49.9269 MPa	Cumple Cumple Cumple Cumple
Flecha global equivalente: Limitación de la deformabilidad de los vuelos - Derecha: - Izquierda: - Arriba: - Abajo:	Mínimo: 250 Calculado: 17708.8 Calculado: 28992.9 Calculado: 26951.9 Calculado: 16615.6	Cumple Cumple Cumple Cumple
Tensión de Von Mises local: Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo	Máximo: 275 MPa Calculado: 0 MPa	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Relación rotura pésima sección de hormigón: 0.092		



d) Medición

Placas de anclaje				
Material	Elementos	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275 (UNE-EN 10025-2)	Placa base	1	400x400x10	12.56
	Rigidizadores no pasantes	4	90/0x100/0x10	1.42
	Total			13.98
B 400 S, $Y_s = 1.15$ (corrugado)	Pernos de anclaje	4	$\varnothing 20 - L = 450 + 194$	6.36
	Total			6.36

2. CIMENTACIÓN

2.1. Elementos de cimentación aislados

2.1.1. Descripción

Referencias	Geometría	Armado
N1	Zapata cuadrada Anchura: 160 cm Canto: 50 cm	Sup X: 10Ø12c/15 Sup Y: 10Ø12c/15 Inf X: 10Ø12c/15 Inf Y: 10Ø12c/15

2.1.2. Comprobación

Referencia: N1 Dimensiones: 160 x 160 x 50 Armados: Xi:Ø12c/15 Yi:Ø12c/15 Xs:Ø12c/15 Ys:Ø12c/15		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: Criterio de CYPE		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.05 MPa Calculado: 0.0138321 MPa	Cumple
- Tensión media en situaciones accidentales:	Máximo: 0.075 MPa Calculado: 0.0230535 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.0624897 MPa Calculado: 0.0131454 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.0624897 MPa Calculado: 0.0321768 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones accidentales:	Máximo: 0.0936855 MPa Calculado: 0.0685719 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 71.9 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 71.9 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 7.20 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 7.20 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 9.03 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 9.03 kN	Cumple



Listados

MODELO CIMENTACIÓN FAROLA_V2

Fecha: 16/12/23

Referencia: N1		
Dimensiones: 160 x 160 x 50		
Armados: Xi: Ø12c/15 Yi: Ø12c/15 Xs: Ø12c/15 Ys: Ø12c/15		
Comprobación	Valores	Estado
Compresión oblicua en la zapata: Criterio de CYPE	Máximo: 5000 kN/m ²	
- Situaciones persistentes:	Calculado: 5.9 kN/m ²	Cumple
- Situaciones accidentales:	Calculado: 3.7 kN/m ²	Cumple
Canto mínimo: Criterio de CYPE	Mínimo: 15 cm Calculado: 50 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N1:	Mínimo: 40 cm Calculado: 44 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1	Mínimo: 0.0012	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.0014	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.0014	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0014	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0014	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.2.1	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 12 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: Criterio de CYPE	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 15 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: Criterio de CYPE	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 15 cm	Cumple
Longitud de anclaje: 49.5	Mínimo: 15 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 31 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 12 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple



Listados

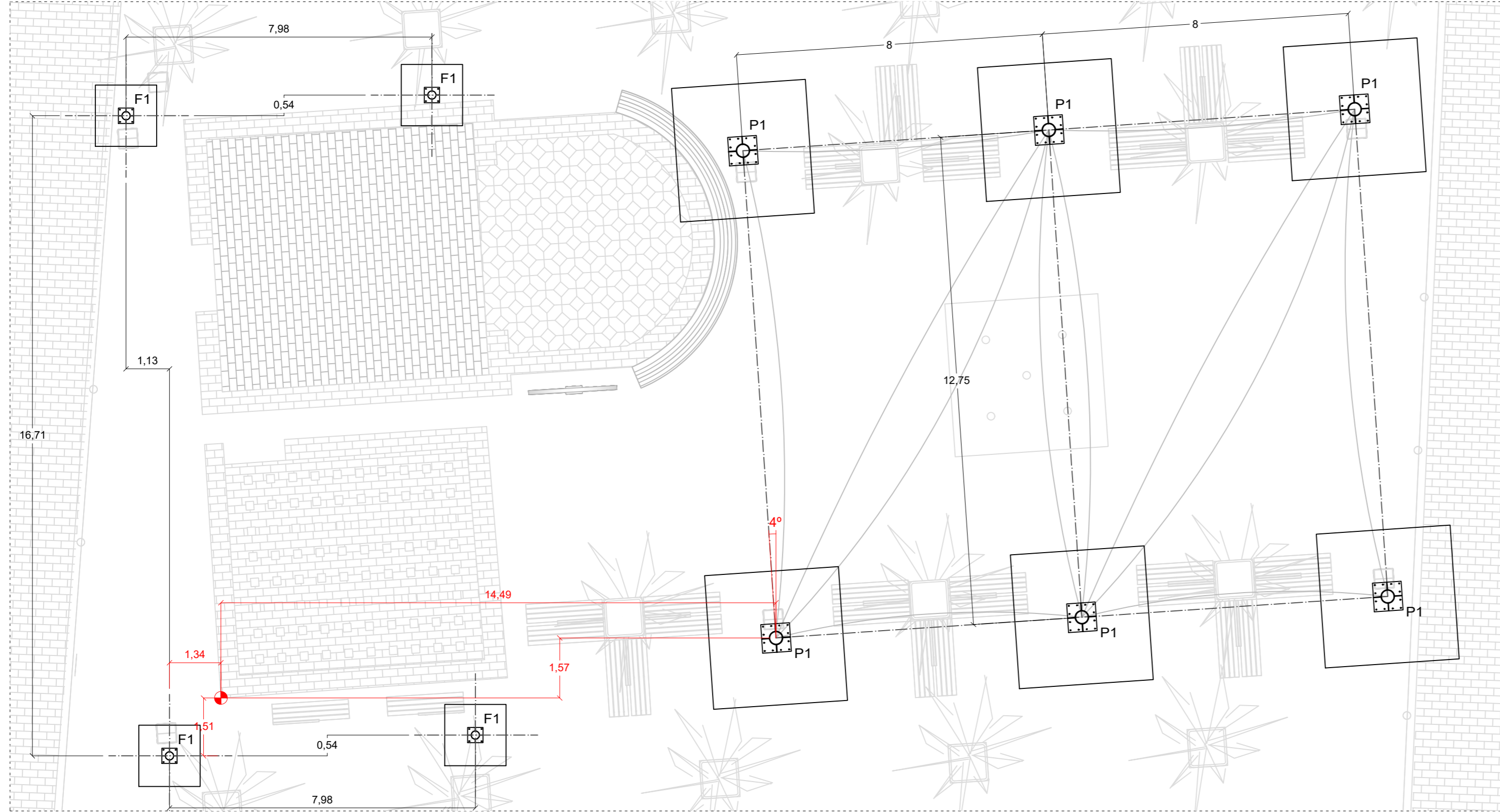
MODELO CIMENTACIÓN FAROLA_V2

Fecha: 16/12/23

Referencia: N1		
Dimensiones: 160 x 160 x 50		
Armados: Xi: Ø12c/15 Yi: Ø12c/15 Xs: Ø12c/15 Ys: Ø12c/15		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 15 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Zapata de tipo rígido		
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.04		
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.04		
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 270.27 kN		
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 270.27 kN		

APÉNDICE II. PLANOS

PLANTA DE CIMENTACIÓN. ESCALA = 1:100. (COTAS EN METROS)



CUADRO DE CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

HORMIGÓN (CodE-21)					
Elemento estructural	Tipo de hormigón	Nivel de control	Coefficiente minoración	Relación máx. agua / cemento	Contenido mínimo cemento
Cimentación	HA-25/B/20/XC2	Estadístico	$\gamma_c = 1.50$	0.60	275 kg
Hormigón en masa en pozo de cimentación	HM-20/P/40/X0	---	---	---	200 kg
Hormigón de limpieza	HL-150/F/20	---	---	---	150 kg

ACERO EN BARRAS CORRUGADAS (CodE-21)		
Elemento estructural	Tipo de acero	Coefficiente de minoración
Toda la obra	B 500 S	$\gamma_s = 1.15$

ACERO EN PERFILES Y CHAPAS (CodE-21)		
Elemento estructural	Tipo de acero	Coefficiente de minoración
Toda la obra	S 275 JR	$\gamma_M = 1.05$

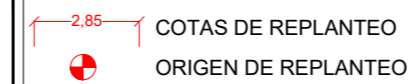
Zona	r
Recubrimiento inferior en zapatas y losas, con hormigón de limpieza.	35 mm
Recubrimiento superior en zapatas, en contacto con el terreno.	70 mm
Recubrimiento superior libre en zapatas.	50 mm
Recubrimiento lateral en zapatas y losas, en contacto con el terreno.	70 mm
Recubrimiento lateral en zapatas y losas.	50 mm
Recubrimiento lateral en muros hormigonados contra el terreno.	70 mm
Recubrimiento lateral en muros encofrados a dos caras e impermeabilizados.	35 mm
Recubrimiento en pilares, vigas y losas de forjados.	35 mm

CUADRO DE ELEMENTOS DE CIMENTACIÓN

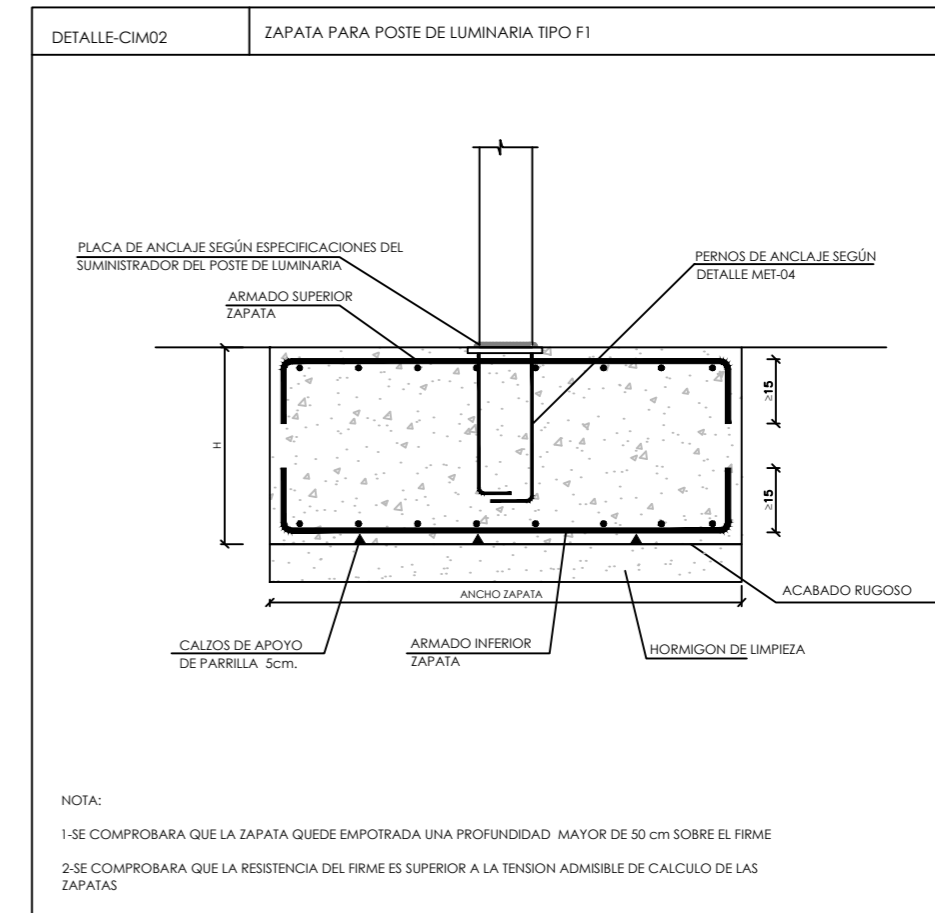
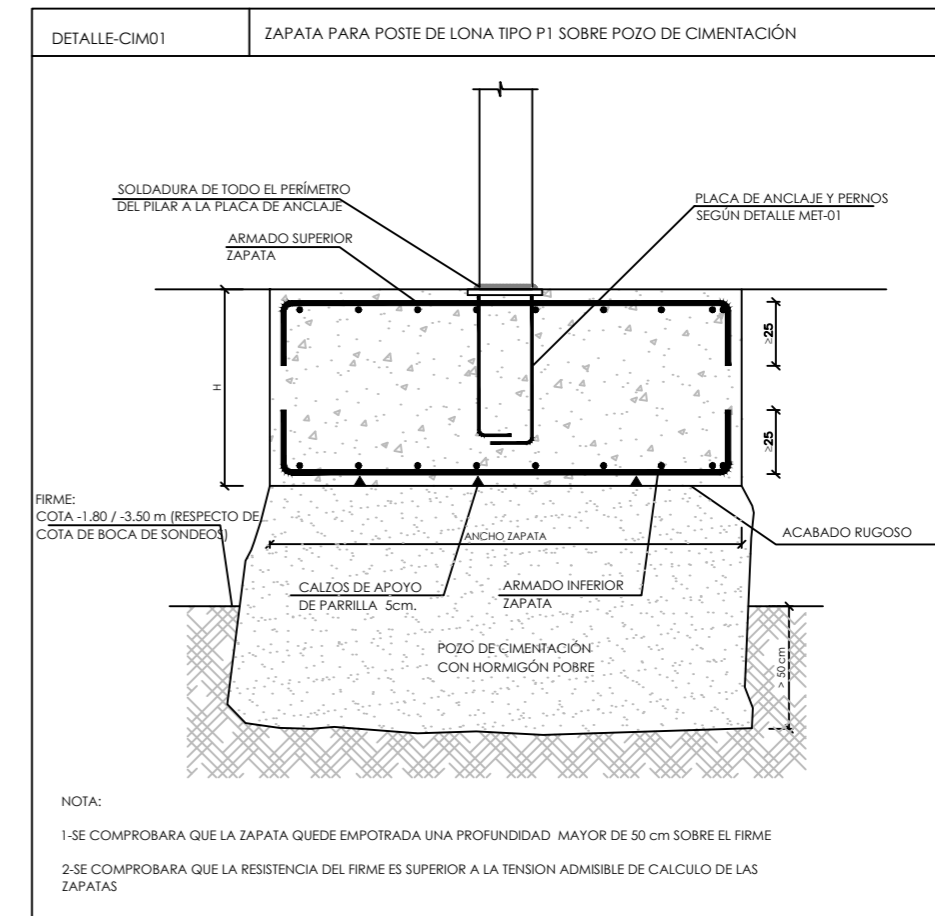
Referencias	Dimensiones (cm)	Canto (cm)	Armado inf. X	Armado inf. Y	Armado sup. X	Armado sup. Y
P1	350x350	90	$\varnothing 20c/25$	$\varnothing 20c/25$	$\varnothing 20c/25$	$\varnothing 20c/25$
F1	160x160	50	$\varnothing 12c/15$	$\varnothing 12c/15$	$\varnothing 12c/15$	$\varnothing 12c/15$

NOTA: BAJO TODAS LAS ZAPATAS Y VIGAS DE ATADO EN CONTACTO DIRECTO CON EL TERRENO SE DISPONDRÁ UNA CAPA DE HORMIGÓN DE LIMPIEZA DE 10 CM DE ESPESOR

LEYENDA



DETALLES CONSTRUCTIVOS. ESCALA = S.E

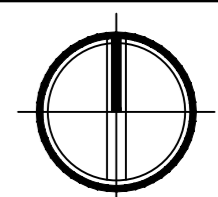


E1

PROYECTO
reurbanización de
plaça de baix y calles
adyacentes

situación
plaça de baix

PLANO
ESTRUCTURAS: PLANTA DE
CIMENTACIÓN Y DETALLES



escala
VARIAS
FECHA
diciembre 2024
EXPEDIENTE
1-04-2021

ARQUITECTO

FERNANDO CERDA BARCO
ARQUITECTO TEC.

MARIA NAVALON VALERO
delineación

adolfo moreno cruz

