

4.2 ESTRUCTURA / ANEXO ESTRUCTURAL /

1. INTRODUCCIÓN.

La estructura ha sido ideada con el propósito de ser construida con elementos seriados y de fácil construcción, para ello se han modulado todas las partes que componen el proyecto con un módulo de 8x8 m. Dicha modulación ayuda a conseguir la imagen deseada y facilita tanto en el diseño como la construcción.

Se propone una estructura metálica de pilares HEB, combinada con estructura de hormigón armado en la cimentación. Se dispondrá de un forjado reticular formado con casetones de aligeramiento recuperable, a base de poliestireno.

La normativa utilizada para el cálculo de la estructura es:

- CTE para el cálculo de acciones.
- EHE para todos los elementos de hormigón armado.
- NCSE-02 para las disposiciones constructivas en zonas sísmicas.

La estructura y la cimentación se predimensionan, teniendo en cuenta las hipótesis de cálculo, así como las combinaciones y coeficientes de ponderación del CTE. Dada la sencillez de la estructura, el cálculo se ha realizado manualmente.

Las hipótesis consideradas en el cálculo, son las exigidas por las distintas normativas que son de aplicación. Por un lado el peso propio de la estructura y el resto de cargas muertas, teniendo en cuenta el peso de los distintos materiales (cubiertas solares, falsos techos, luminarias e instalaciones colgadas) indicado por sus respectivos fabricantes, y siguiendo las indicaciones del CTE. Aunque las cubiertas no se diseñan transitables, se ha considerado en ellas una sobrecarga de uso a tener en cuenta para efectuar las tareas de mantenimiento. La estructura que integra el proyecto se adapta a las necesidades de los edificios tanto por su forma como por su función.

Las estructuras proyectadas quedan descritas en los planos adjuntos a esta memoria y, deberá ser construida y controlada siguiendo en ellos los pasos que indiquen, y las normas expuestas en la Instrucción Española de Hormigón estructural EHE y en las demás normas de aplicación vigentes.

1.2 JUSTIFICACIÓN

Estructura:

La estructura en la totalidad del edificio es una estructura proyectada a base de pilares metálicos HEB-300, y un forjado reticular compuesto por casetones de aligeramiento recuperable, cuyos casetones poseen huecos de poliestireno poliblock. Los forjados contienen unas distancias entre interejos de los casetones, así como anchura de los nervios, y la zona macizada en la entrega de pilares metálicos con el forjado especificados en la EHE.

1. CONSIDERACIONES INICIALES

Los forjados reticulares son losas planas sin vigas, compuestas por nervios en dos direcciones, que pueden construirse con moldes recuperables o con aligeramientos permanentes.

- **Canto del forjado:** En el caso de forjados aligerados sometidos a cargas habituales (carga muerta: 1-2 KN/m²; sobrecarga de uso: 2-3 KN/m²) se recomienda un canto $h \geq L/25$ con espesores de capa de compresión $h_0 \geq 50$ mm.

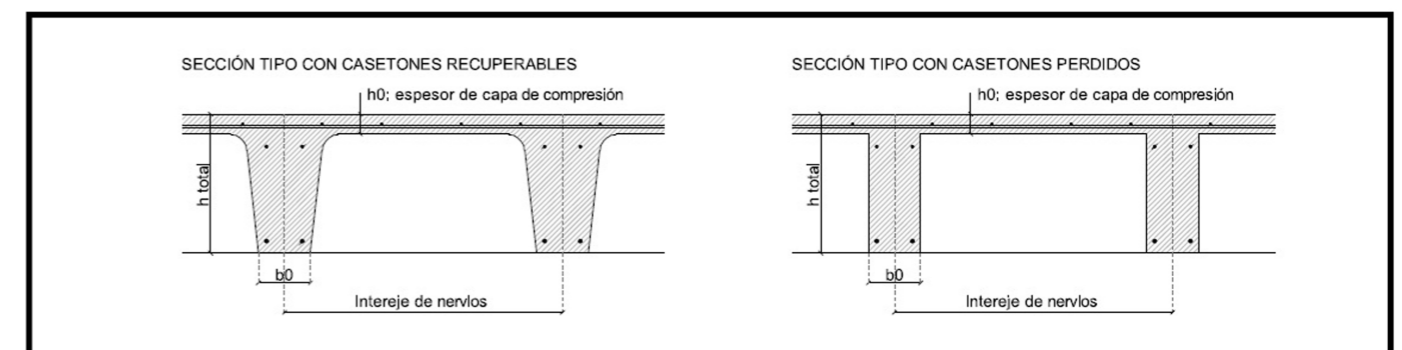
- **Nervios:** inicialmente, se adoptará un ancho mínimo $b_w \geq 120$ mm que será revisado a la vista de los requerimientos de Resistencia al fuego y del E.L.U esfuerzo cortante. La separación entre nervios estará comprendida entre 700 y 1000 mm.

- **Macizados:** en la zona que rodea a los soportes puede optarse por zonas macizadas del 15-18% de la luz, aproximadamente (lo que requerirá el armado de los nervios a cortante a la salida del macizado) o macizados de mayor extensión (25% de la luz, aproximadamente) lo que puede que evite tener que armar los nervios con cercos a la salida del macizado, pero aumenta el consumo de hormigón y el peso del forjado.

Se dispondrán macizados (vigas) en los bordes del forjado, en su perímetro exterior y en los huecos, de ancho no menor que el canto ni 250 mm.

- **Recubrimiento de las armaduras (Documento BC2):** el recubrimiento mínimo de las armaduras se indica en EHE-08, art. 37 dependiendo de la clase de exposición definidas en EHE-08, art. 8. Puede tenerse en cuenta la contribución de los revestimientos, facilitándose en EHE-08, Anejo 9 criterios para el uso de morteros de revestimiento.

- **Protección contra el fuego (Documento BC2):** se respetarán los valores mínimos de las dimensiones del forjado (canto, ancho del nervio, espesor de la capa de compresión) y de los recubrimientos mecánicos de sus armaduras según EHE Anejo 6 y CTE DB Seguridad Incendios (Anejo C), teniendo en cuenta la Resistencia al fuego requerida en el proyecto. Deberá tomarse en consideración si los aligeramientos son permanentes o el forjado se construye con moldes recuperables, con el fin de evaluar la exposición del nervio a la acción del fuego desde el nivel inferior.



- La estructura en la única pieza que se modifica es en la sala del auditorio polivalente, ya que se pretende formar un espacio diáfano sin ningún tipo de soportes. Por ello se adoptan la solución de costillas que envuelven dicho volumen y la solución de muros de carga a los testeros que dan al Norte y al Sur de la pieza para así salvar las luces de 16 metros de ancho en total.

Otra peculiaridad es la disposición de una estructura metálica de elevación, la platea pivoteante, y de una estructura metálica que soporta el escenario y los camerinos conjuntamente.

En cuanto al sótano se dispone de una estructura reticular como en plantas posteriores de 8 por 8, pero revestidos los pilares formando una base cuadrada de 45 por 45cm.

Por último para un buen funcionamiento de todo el conjunto estructural se considera la ubicación de juntas de dilatación, de manera que se plantea un desdoblamiento entre los pilares (junta de Goujon).

Cimentación:

- A falta de informes geotécnicos la Tensión admisible será de 200 kn/m² o 0,2 Mpa, teniendo un coeficiente de balasto de 8500 T/m³, valores que pueden considerarse como aceptables para el terreno considerado, admitiéndose un comportamiento elástico del terreno y aceptado una distribución lineal de tensiones en el mismo.

Para la realización de la cimentación del centro socio-cultural se ha tenido en cuenta la realización de un aparcamiento en semisótano, ya que la plataforma en la que empieza el edificio está a cota +1.

CRITERIOS EN LA ELECCIÓN DE CIMENTACIÓN.

- La presión admisible del terreno es media alta, por tanto el terreno posee cohesión suficiente para mantener las excavaciones verticales.
- El nivel freático es elevado, ya que nos encontramos en una zona cercana al mar.
- El nivel de apoyo de la superficie es de 3m por debajo de la superficie.
- Se trata de un edificio ligero, de baja densidad y sin demasiado porcentaje de cargas soportadas en los soportes.

Teniendo en cuenta estas consideraciones, lo más conveniente sería la de una cimentación semi-profunda ya que el nivel de apoyo se encuentra entre 2 y 4 metros, o una cimentación por losa de cimentación, debido a que el nivel freático es elevado.

Sin embargo para realizar estas soluciones, se necesita abundante volumen de hormigón, por lo tanto la cimentación sería costosa en cuanto a valores económicos se refiere.

Debido a estos condicionantes la solución escogida para la cimentación es la de **zapatas aisladas de hormigón armado**.

Toda la cimentación estará arriostrada por vigas de atado, como mínimo en dos direcciones para garantizar la rigidez frente a desplazamientos horizontales. Como no hay límite de

Dimensionamiento:

Los elementos de Hormigón armado se han dimensionado siguiendo los criterios que establece la vigente instrucción de Hormigón estructural EHE.

Para la determinación de las diferentes acciones que afectan a la estructura se han seguido las normas del CTE el DB-SE, NCSE-02 (determinación de acciones sísmicas) y CTE DB-SE-AE (para la determinación de acciones de viento).

Metodos de cálculo

Para la obtención de solicitaciones se han considerado.

-Principios de la mecánica racional y las teorías clásicas de Resistencia de materiales y Elasticidad.

-Método de cálculo para estados Límites.

En los estados límites últimos se comprueban los correspondientes cálculos a equilibrio, agotamiento, adherencia y fatiga, en los estados límites de servicio se comprueban las deformaciones y vibraciones.

Se procede al cálculo de la estructura de acuerdo con un cálculo lineal de primer orden, admitiendo la proporcionalidad entre esfuerzos y deformaciones, y un comportamiento lineal y geométrico de los materiales y la estructura.

Para la obtención de las solicitaciones determinantes de los elementos de los forjados (vigas, viguetas, nervios) se obtendrán los diagramas envolventes para cada esfuerzo.

2. CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA.

Para la obtención de las solicitaciones se emplea el método simplificado de la EF-96, que consiste en la determinación de una serie de momentos por vano, eligiendo el más desfavorable. Este método permite no realizar redistribución de momentos, se suponía incluida una simplificación.

IDENTIFICACIÓN DEL TIPO DE AMBIENTE EN ELEMENTOS ESTRUCTURALES

CIMENTACIÓN-----> tipo de ambiente IIIb+Qb

PILARES-----> tipo de ambiente IIIa

forjados-----> tipo de ambiente IIIa.

CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES EMPLEADOS HORMIGÓN ARMADO. TIPIFICACIÓN SEGÚN EHE.					
	ELEMENTOS DE HORMIGÓN ARMADO				
	toda la obra	cimentación	Soportes comprimidos	Forjados flexionados	Otros
Resistencia característica a los 28 días f _{ck} (N/mm ²)	30	30	30	30	30
Cantidad máxima/mínima de cemento kg/m ³	300/400				
Tamaño máximo de gránulo		40	30	15/20	25
Tipo de ambiente (agresividad)	IIIa	IIIb±qb	IIIa	IIIa	
Consistencia del hormigón		Plástica	Blanda	Blanda	Blanda
Asiento como de abrazos (cm)		3 a 5	6 a 5	6 a 5	6 a 5
Sistema de compactación		vibrado			

MODELIZACIÓN Y CÁLCULO EN FASE DE DISEÑO

El sistema estructural se compone de pilares metálicos y de forjados reticulares de casetones de aligeramiento y nervios armados.

Se procederá al cálculo simplificado mediante el libro "Números gordos en el proyecto de estructuras", mediante el cual se obtiene el predimensionamiento. Tendremos que dimensionar y predimensionar únicamente los nervios y las zapatas aisladas, ya que no disponemos de vigas embebidas en el forjado al tratarse de un sistema de forjado reticular.

Este sistema de predimensionado es útil en fases de diseño y se admite una pequeña desviación del resultado, siempre del lado de seguridad.

ESTUDIAREMOS EL PREDIMENSIONADO DE LOS SIGUIENTES ELEMENTOS.

PREDIMENSIONADO DEL FORJADO RETICULAR.

PREDIMENSIONADO DE LOS NERRVIOS.

PREDIMENSIONADO DE LOS SOPORTES METÁLICOS.

PREDIMENSIONADO DE LAS ZAPATAS.

PREDIMENSIONAMIENTO DEL FORJADO RETICULAR

Utilización de un forjado reticular, compuesto por casetones y nervios armados, para su predimensionamiento tenemos en cuenta además de la metodología de la EHE, que nos permita obtener una solución adecuada y del lado de la seguridad, los parámetros antes expuestos.

Este método es aplicable en vigas y elementos sometidos a flexión simple. La flecha se considera compuesta por la suma de una flecha instantánea y una flecha diferida, debido a las cargas permanentes.

No será necesario la comprobación de flechas cuando los valores sean iguales o inferiores a los de la tabla 50.2.2.1.

Tabla 3. Relaciones L/d en elementos de hormigón armado sometidos a flexión.

Sistema estructural	Elementos fuertemente armados ($\rho = A_s / b d = 0,015$)	Elementos débilmente armados ($\rho = A_s / b d = 0,005$)
Viga simplemente apoyada. Losa uni o bidireccional simplemente apoyada	14	20
Viga continua ¹ en un extremo. Losa unidireccional ^{1,2} continua en un solo lado	18	24
Viga continua ¹ en ambos extremos. Losa unidireccional ^{1,2} continua	20	30
Recuadros exteriores y de esquina en losa sobre apoyos aislados ³	16	22
Recuadros interiores en losa sobre apoyos aislados ³	17	25
Voladizo	6	9

¹ Un extremo se considera continuo si el momento correspondiente es igual o superior al 85% del momento de empotramiento perfecto.
² En losas unidireccionales, las esbelteces dadas se refieren a la luz menor.
³ En losas sobre apoyos aislados (pilares), las esbelteces dadas se refieren a la luz mayor.

No será necesario emplear esta tabla, ya que según las consideraciones interiores, tenemos un forjado reticular, donde En el caso de forjados aligerados sometidos a cargas habituales (carga muerta: 1-2 KN/m²; sobrecarga de uso: 2-3 KN/m²) se recomienda un canto $h \geq L/25$ con espesores de capa de compresión $h_o \geq 50$ mm.

ENTONCES EL PREDIMENSIONAMIENTO SERÁ $L/D < 25$, $D > 8/25 = 0,32$. Tomamos una luz de 8 metros.

LE SUMAMOS LA CAPA DE REVESTIMIENTO DE LAS ARMADURAS SEGÚN LA EHE Y TENEMOS QUE $D = 0,32 + 0,05 = 0,37$ metros = 370 mm.

PREDIMENSIONAMIENTO DEL NERVIO (120x420)

canto del forjado $h = d + \text{recubrimiento mecánico} = 370 + 50 = 420 \text{ mm} = 42 \text{ cm}$.

canto útil del forjado = 37 cm.

sección del nervio = $b \times h = 12 \times 42 \text{ cm}$.

distancia de interejos = 80 cm.

longitud $L = 8$ metros, la luz entre soportes.

$f_{cd} = 25/1,5$

DIMENSIONAMIENTO A FLEXIÓN SIMPLE DEL NERVIO 120X420

FORJADO COTA 0,0/ FORJADO PLANTA 1 /FORJADO PLANTA 2

$Q_t = G_t + Q_t = (4,5 + 0,05 + 0,40 + 0,80) + (3 + 1) = 9,75 \text{ kn/m}^2$

Mayoramos las cargas y sabemos que los coeficientes tanto para cargas permanentes como para cargas variables es de 1,5.

$Q_d(\text{carga total mayorada}) = G_t \times \gamma_g + Q_t \times \gamma_q = 5,75 \times 1,5 + 4 \times 1,5 = 14,625 \text{ kn/m}^2$.

El momento máximo para piezas sometidas a flexión simple es:

$M_d = q_d \times l^2 / 8 = 11,7 \times 8^2 / 8 = 93,6 \text{ knxm}$.

$L = \text{luz}$. Distancia entre los soportes.

$Q_d = 14,625 \times d = 14,625 \times 0,80 = 11,7 \text{ kn/m}$.

Entrando en los ábacos de flexión simple obtendremos la capacidad mecánica de cálculo tanto en la armadura de tracción del nervio, como en la armadura de compresión . El objetivo es determinar la cantidad de armado necesaria para que sea admisible.

$\mu = M_d / b \times d^2 \times f_{cd} = 93,6 \times 10^6 / 120 \times 420 \times 500 / 1,15 = 0,34$

$U_{scal1}(\text{tracción}) = \omega \times b \times d \times f_{cd} = 0,40 \times 120 \times 370 \times 25 / 1,5 \times 10^{-3} = 296 \text{ kn } 2\Phi 25$

$U_{scal2}(\text{compresión}) = 0,10 \times 120 \times 370 \times 25 / 1,5 = 74 \text{ kn. } 2\Phi 12$.

LIMITACIONES GEOMETRICAS Y MECÁNICAS.

Limitacion geométrica: Tendremos en cuenta para este tipo de limitación, para un cuantia geométrica minima, tratándose de nervios y empleando un acero B500SD, $P=3,0$.

$$Us_{geom} = 3/1000 \times b \times h \times f_{yd} = 3/1000 \times 120 \times 420 \times 500/1,15 \times 10^{-3} = 65,73 \text{ kn}$$

Limitacion mecánica: las cuantias mecanicas dependen del tipo de sollicitación, y aunque en el caso particular de elementos sometidos a flexocompresión la norma establece unos límites superiores, la limitación suele ser inferior con el objeto de evitar roturas frágiles. EN EL CASO DE FLEXION SIMPLE, nuestro caso, $Us_{cal} \leq 0,04 \times f_{cd} \times b \times h = 33,6 \text{ kn}$, por tanto como no se cumple esta limitación no la tendremos que tener en cuenta.

FORJADO CUBIERTAS 2/3

$$Q_t = G + Q = 9,85 \text{ kn/m}^2$$

$$Q_{td} = 1,5 \times 7,85 + 2 \times 1,5 = 11,775 + 3 = 14,775 \text{ kn/m}^2.$$

Momento máximo de sollicitación a flexión simple

$$M_d = q_d \times l^2 / 8 = 0,80 \times 14,775 \times 8^2 / 8 = 94,56 \text{ knxm}.$$

Nos vamos a los abacos de flexión simple y obtenemos la capacidad mecánica de la armadura a tracción y la capacidad de calculo de la armadura a compresión.

$$\mu = 94,56 \times 106 / 120 \times 370^2 \times 25 / 1,5 = 0,34 \rightarrow \omega = 0,40$$

$$Us_{cal1} \text{ (tracción)} = \omega \times b \times d \times f_{cd} = 0,40 \times 120 \times 370 \times 25 / 1,5 \times 10^{-3} = 296 \text{ kn } 2\Phi 25$$

$$Us_{cal2} \text{ (compresión)} = 0,10 \times 120 \times 370 \times 25 / 1,5 = 74 \text{ kn. } 2\Phi 12.$$

PREDIMENSIONAMIENTO DE LOS SOPORTES

Los soportes se perciben en el proyecto como elementos metálicos esbeltos de poca presencia. En comparación con el resto de elementos de la estructura tienen una rigidez menor, por lo que suponemos que los momentos que se les transmiten son mínimos. Por ello, se dimensionaran como elementos sometidos a COMPRESIÓN SIMPLE y aumentaremos al siguiente perfil para tener en cuenta dicho momento.

Se realizará posteriormente una comprobación a pandeo, teniendo en cuenta que nuestra estructura se considera como estructura intranslacional, ya que contiene las siguientes características según la EHE-08:

- Edificio de menos de 8 plantas y altura inferior al doble de su menor longitud
- Esbeltez geométrica de las vigas y forjados no sea superior a 20
- Exista tabiquería y cerramiento de fábrica unidos a los elementos estructurales
- Cargas fundamentalmente verticales
- Edificio no expuesto a la acción continuada de viento ni situado en zona sísmica

PREDIMENSIONAMIENTO SOPORTES

La estimación de las cargas se realizara para comenzar planta por planta, teniendo en cuenta aquellos soportes donde actue la carga más desfavorable, es decir el los soportes más desfavorables serán aquellos en los que actúen las cargas tanto permanentes como variables de todas las plantas de las que se compone el edificio.

PLANTA COTA 0,0

$$\text{CARGA PERMANENTE} = G \times \text{Lámbito} = 5,75 \text{ kn/m}^2 \times 8 \times 8 = 368 \text{ kn}.$$

$$\text{CARGA VARIABLE} = Q \times \text{Lámbito} = 4 \times 8 \times 8 = 256 \text{ kn}.$$

PLANTA 1

$$\text{CARGA PERMANENTE} = G \times \text{Lámbito} = 5,75 \text{ kn/m}^2 \times 8 \times 8 = 368 \text{ kn}.$$

$$\text{CARGA VARIABLE} = Q \times \text{Lámbito} = 4 \times 8 \times 8 = 256 \text{ kn}.$$

PLANTA 2

$$\text{CARGA PERMANENTE} = G \times \text{Lámbito} = 5,75 \text{ kn/m}^2 \times 8 \times 8 = 368 \text{ kn}.$$

$$\text{CARGA VARIABLE} = Q \times \text{Lámbito} = 4 \times 8 \times 8 = 256 \text{ kn}.$$

PLANTA CUBIERTA

$$\text{CARGA PERMANENTE} = G \times \text{Lámbito} = 7,85 \text{ KN/m}^2 \times 8 \times 8 = 502,4 \text{ kn}.$$

$$\text{CARGA VARIABLE} = Q \times \text{Lámbito} = 2 \times 8 \times 8 = 128 \text{ kn}.$$

$$\Sigma \text{carga permanente } G = 368 + 368 + 368 + 502,4 = 1606,4$$

$$N_{cd} Q = 1606,4 \times 1,5 = 2409,6 \text{ kn. Axil de cargas permanentes mayorado.}$$

$$\Sigma \text{carga variable } Q = 256 + 256 + 256 + 128 = 896 \text{ Kn}$$

$$N_{cd} Q = 896 \times 1,5 = 1344 \text{ kn}.$$

$$\text{Carga total } Q_d = N_{cd} = 2409,6 + 1344 = 3753,6 \text{ kn}.$$

COMPROBACIÓN A RESISTENCIA DE LOS SOPORTES

Realizaremos la comprobación a resistencia de los soportes, para ello el axil de agotamiento tiene que ser mayor que el axil de sollicitación. Es decir el axil para que la pieza este en estado de agotamiento, tiene que ser más grande que el axil mayor de el edificio.

$$N_{rd} \geq N_{cd}$$

Sabemos que $N_{rd} = A \times H \times E \times F_{yd}$

$$N_{cd} = 3753,6 \text{ kn}.$$

$$F_{yd} \text{ (S355)} = F_{ck} / \gamma_s = 355 / 1,15 = 308,69$$

Escogemos un perfil HEB-300 donde el área es igual a:

$$A_{HEB-300} = 149,1 \text{ cm}^2 = 14910 \text{ mm}^2.$$

$$N_{rd} = 14910 \times 308,69 \times 10^{-3} = 4602,56 \text{ kn}.$$

$$N_{rd} \geq N_{cd} \text{ OK CUMPLE EL PERFIL HEB-300.}$$

COMPROBACIÓN A PANDEO.

COMPROBACIÓN A PANDEO EN LA DIRECCIÓN PERPENDICULAR AL PÓRTICO. $I_z=7,58\text{cm}$ para un HEB-300.

Características. Estructura tipo I

Estructura intranslacional

Método general

Zona	Esbeltez (λ_m)	Método de cálculo		Observaciones
		Estructuras tipo I	Estructuras tipo II	
0	$\lambda_m < \lambda_{inf}$	No comprobación (*)	Método general	(*) Desprecian efectos 2º orden
1	$\lambda_{inf} \leq \lambda_m < 100$	Método aproximado	Método general	
2	$100 \leq \lambda_m < 200$	Método general	Método general	
3	$200 \leq \lambda_m$	Fuera de norma		Peligro de inestabilidad (se puede trabajar, pero justificar)

Estructuras tipo I: - Soportes aislados
- Estructuras intranslacionales
- Caso especial de estructuras traslacionales (cfr. 5)

Estructuras tipo II: - Estructuras traslacionales

Sabemos que la esbeltez mecánica tiene que ser igual o menor a 200, según los valores tomados en la tabla anterior, teniendo en cuenta que la esbeltez mecánica es igual a la longitud de pandeo L_0 , partido del radio de giro, tendremos que tener en cuenta que el radio de giro para un perfil HEB-300 sea mayor que el obtenido, es decir:

$$I_z \geq L_{pandeo}/200 \quad \lambda_m \leq 200$$

$$L_{pandeo} = L_0 \times \delta = 4,2 \times 0,7 = 420 \text{cm} \times 0,7 = 294 \text{cm}.$$

Condiciones de enlace de la barra	Valor del coeficiente α	
	Estr. intranslacionales	Estr. traslacionales
Bien empotrada	0,5	1,0
Extremos elásticamente empotrados	[0,5 - 1,0]	> 1,0
Empotrada - articulada	0,7	2,0
Biar articulada	1,0	∞ (*)
Ménsula	∞	2,0

$\delta=0,7$ se trata de un soporte empotrado-articulado.

Entonces tenemos que: $I_z \geq 294/200 \quad 7,94 \geq 1,47$ OK. CUMPLE PARA UN PERFIL HEB-300.

COMPROBACIÓN A PANDEO EN LA DIRECCIÓN PARALELA AL PORTICO. $I_y=13 \text{cm}$ para un HEB-300.

Características. Estructura tipo I

Estructura intranslacional

Método general

Sabemos que la esbeltez mecánica tiene que ser igual o menor a 200, según los valores tomados en la tabla anterior, teniendo en cuenta que la esbeltez mecánica es igual a la longitud de pandeo L_0 , partido del radio de giro, tendremos que tener en cuenta que el radio de giro para un perfil HEB-300 sea mayor que el obtenido, es decir:

$$I_y \geq L_{pandeo}/200 \quad \lambda_m \leq 200$$

$$L_{pandeo} = L_0 \times \delta = 4,2 \times 0,7 = 420 \text{cm} \times 0,7 = 294 \text{cm}.$$

$\delta=0,7$ se trata de un soporte empotrado-articulado.

Entonces tenemos que: $I_y \geq 294/200 \quad 13 \text{cm} \geq 1,47 \text{cm}$ OK. CUMPLE PARA UN PERFIL HEB-300.

PREDIMENSIONAMIENTO DE LA CIMENTACIÓN (ZAPATAS)

CONSIDERACIONES PREVIAS

La cimentación del centro sociocultural se realizará mediante una cimentación a base de zapatas aisladas de hormigón armado.

Las zapatas serán cuadradas, ya que no poseemos límites de propiedad en nuestra parcela.

En zapatas aisladas, cuadradas, se le sumará al eje N_d , un 20% del peso adicional del eje.

El canto de las zapatas, será de tal manera, que la zapata sea del tipo, zapata rígida, siendo obligatorio dimensionar el vuelo máximo.

En cuanto al terreno, se supone que tiene una tensión admisible de 200kn/m^2 , siendo la aceleración sísmica de este $a_c > 0,16g$, y por tanto, viendonos en la obligación según la norma de construcción sísmoresistente NCSE-94, a arriostrar las zapatas en dos direcciones mediante vigas de atado.

Las zapatas también podrán ser zapatas corridas, ya que nuestra cimentación posee muros de sótano, y estas zapatas corridas bajo muro, pueden servir de arriostramiento perimetral del conjunto.

Se deberá arriostrar perimetralmente la cimentación, por medio de vigas de atado.

CÁLCULO DEL PREDIMENSIONAMIENTO DE ZAPATAS Y CUADRO DE CARGAS.

Procederemos al cálculo de cada uno de los tipos de zapatas aisladas que hay debido, a que las cargas que actúan en los soportes son diferentes, dependiendo de las zonas del proyecto.

MUY IMPORTANTE, TRAS EL PREDIMENSIONAMIENTO GRÁFICO, SE REALIZARÁN ZAPATAS COMBINADAS CUANDO SE VEA NECESARIO, Y SE PREDIMENSIONARÁN POSTERIORMENTE COMO ZAPATAS RECTANGULARES, DONDE $A=B$, Y DONDE $B=2A$.

ESTIMACIÓN DE CARGAS POR ZONAS

ZONA 1 DE CARGAS DE CUBIERTA/P2/P1/PB/SOLERA

ZAPATA I

$$N_d = (6,1 + 9,75 + 9,75 + 9,85) \times 8 \times 8 = 2892,8 \text{ kn}$$

Sabemos que la tensión admisible es de 200kn/m^2 , que al tratarse de zapatas aisladas, con la carga de eje centrada, tendremos que estimar un peso del 20% adicional del eje.

Sabemos que $\delta = 200 \text{kn/m}^2$, y que $\delta \leq 200 \text{kn/m}^2$, donde $N_d = 2892,8$

Sabemos que $\delta = N_d + 0,20N_d/a^2$

Despejamos y obtenemos que, $200 = 1,2(2892,8)/a^2$, $a = 4,16 = 4,2 \text{m}$

$$A = b, \text{ entonces } b = 4,2 \text{ m}.$$

$$V_{max} = a/2 - 0,3 = 4,2/2 - 0,3 = 1,8 \text{m}.$$

Como queremos que sea una zapata rígida $V_{max} \leq 2h$

$$h \geq 1,8/2 = 0,9 \text{ metros}$$

$$a \times b \times h = 4,2 \times 4,2 \times 0,9 \text{m}.$$

ZONA 2 DE CARGAS DE CUBIERTA /P1/PB/SOLERA

$Q_d = N_d = (9,75 + 9,75 + 9,85 + 6,1) = 2268,8 \text{ kn.}$

ZAPATA 2

Sabemos que la tensión admisible es de 200 Kn/m², que al tratarse de zapatas aisladas, con la carga de axil centrada, tendremos que estimar un peso del 20% adicional del axil.

Sabemos que $\delta = 200 \text{ kn/m}^2$, y que $\delta \leq 200 \text{ kn/m}^2$, donde $N_d = 2268,8$

Sabemos que $\delta = N_d + 0,20N_d/a^2$

Despejamos y obtenemos que, $200 = 1,2(2268,8)/a^2$, $a = 3,68 = 3,7 \text{ m}$

$A = b$, entonces $b = 3,7 \text{ m}$.

$V_{max} = a/2 - 0,3 = 3,7/2 - 0,3 = 1,55 \text{ m}$.

Como queremos que sea una zapata rígida $V_{max} \leq 2h$

$h \geq 1,55/2 = 0,8 \text{ m}$.

$axbxh = 3,7 \times 3,7 \times 0,8 \text{ m}$.

ZONA 3 DE CARGAS DE CUBIERTA/PB/SOLERA

HAY DOS TIPOS DE ZAPATAS

ZAPATA 3

$N_d = (6,1 + 9,75 + 9,85) \times 8 \times 8 = 1644,8 \text{ KN.}$

Sabemos que la tensión admisible es de 200 Kn/m², que al tratarse de zapatas aisladas, con la carga de axil centrada, tendremos que estimar un peso del 20% adicional del axil.

Sabemos que $\delta = 200 \text{ kn/m}^2$, y que $\delta \leq 200 \text{ kn/m}^2$, donde $N_d = 1644,8$

Sabemos que $\delta = N_d + 0,20N_d/a^2$

Despejamos y obtenemos que, $200 = 1,2(1644,8)/a^2$, $a = 3,14 = 3,2 \text{ m}$

$A = b$, entonces $b = 3,2 \text{ m}$.

$V_{max} = a/2 - 0,3 = 3,2/2 - 0,3 = 1,3 \text{ m}$.

Como queremos que sea una zapata rígida $V_{max} \leq 2h$

$h \geq 1,3/2 = 0,7 \text{ m}$. ZAPATA RÍGIDA.

$axbxh = 3,2 \times 3,2 \times 0,7$

ZAPATA 4

$N_d = (6,1 + 9,75 + 9,85) \times 8 \times 4 = 822,4 \text{ kn.}$

Sabemos que la tensión admisible es de 200 Kn/m², que al tratarse de zapatas aisladas, con la carga de axil centrada, tendremos que estimar un peso del 20% adicional del axil.

Sabemos que $\delta = 200 \text{ kn/m}^2$, y que $\delta \leq 200 \text{ kn/m}^2$, donde $N_d = 822,4$

Sabemos que $\delta = N_d + 0,20N_d/a^2$

Despejamos y obtenemos que, $200 = 1,2(822,4)/a^2$, $a = 2,22 = 2,3 \text{ m}$

$A = b$, entonces $b = 2,3 \text{ m}$.

$V_{max} = a/2 - 0,3 = 2,3/2 - 0,3 = 0,85 \text{ m}$.

Como queremos que sea una zapata rígida $V_{max} \leq 2h$

$h \geq 0,85/2 = 0,6 \text{ m}$. ZAPATA RÍGIDA.

$axbxh = 2,3 \times 2,3 \times 0,6$

ZONA 4 ÚNICAMENTE CARGAS EN SOLERA

HAY 3 TIPOS DE ZAPATA

ZAPATA 5

$N_d = (4,1 + 2) \times 8 \times 8 = 6,1 \times 64 = 390,4 \text{ kn.}$

Sabemos que la tensión admisible es de 200 Kn/m², que al tratarse de zapatas aisladas, con la carga de axil centrada, tendremos que estimar un peso del 20% adicional del axil.

Sabemos que $\delta = 200 \text{ kn/m}^2$, y que $\delta \leq 200 \text{ kn/m}^2$, donde $N_d = 390,4$

Sabemos que $\delta = N_d + 0,20N_d/a^2$

Despejamos y obtenemos que, $200 = 1,2(390,4)/a^2$, $a = 1,53 = 1,6 \text{ m}$

$A = b$, entonces $b = 1,6 \text{ m}$.

$V_{max} = a/2 - 0,3 = 1,6/2 - 0,3 = 0,5 \text{ m}$.

Como queremos que sea una zapata rígida $V_{max} \leq 2h$

$h \geq 0,5/2 = 0,25 \text{ m} = 0,5 \text{ ZAPATA RÍGIDA.}$

$axbxh = 1,6 \times 1,6 \times 0,5 \text{ m}$

ZAPATA 6

$N_d = 6,1 \times 8 \times 4 = 195,2 \text{ kn.}$

Sabemos que la tensión admisible es de 200 Kn/m², que al tratarse de zapatas aisladas, con la carga de axil centrada, tendremos que estimar un peso del 20% adicional del axil.

Sabemos que $\delta = 200 \text{ kn/m}^2$, y que $\delta \leq 200 \text{ kn/m}^2$, donde $N_d = 195,2$

Sabemos que $\delta = N_d + 0,20N_d/a^2$

Despejamos y obtenemos que, $200 = 1,2(195,2)/a^2$, $a = 1,08 = 1,2 \text{ m}$

$A = b$, entonces $b = 1,2 \text{ m}$.

$V_{max} = a/2 - 0,3 = 1,2/2 - 0,3 = 0,3 \text{ m}$.

Como queremos que sea una zapata rígida $V_{max} \leq 2h$

$h \geq 0,3/2 = 0,25 \text{ m} = 0,5 \text{ ZAPATA RÍGIDA.}$

$axbxh = 1,2 \times 1,2 \times 0,5 \text{ m}$

ZAPATA 7

$N_d = 6,1 \times 8 \times 6 = 292,8 \text{ kn.}$

Sabemos que la tensión admisible es de 200 Kn/m², que al tratarse de zapatas aisladas, con la carga de axil centrada, tendremos que estimar un peso del 20% adicional del axil.

Sabemos que $\delta = 200 \text{ kn/m}^2$, y que $\delta \leq 200 \text{ kn/m}^2$, donde $N_d = 292,8$

Sabemos que $\delta = N_d + 0,20N_d/a^2$

Despejamos y obtenemos que, $200 = 1,2(292,8)/a^2$, $a = 1,32 = 1,4 \text{ m}$

$A = b$, entonces $b = 1,4 \text{ m}$.

$V_{max} = a/2 - 0,3 = 1,4/2 - 0,3 = 0,4 \text{ m}$.

Como queremos que sea una zapata rígida $V_{max} \leq 2h$

$h \geq 0,4/2 = 0,25 \text{ m} = 0,5 \text{ ZAPATA RÍGIDA.}$

$axbxh = 1,4 \times 1,4 \times 0,5 \text{ m}$

ZONA	TIPO DE ZAPATA	PILARES	CARGA TOTAL ND		DIMENSIONES			
			KN	Toneladas (T)	a (m)	b (m)	h (m)	Vmax(m)
I	ZAPATA 1	77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 97, 98, 99, 100, 101	2892,8	289,28	4,2	4,2	0,9	1,8
II	ZAPATA 2	47,48,49,50,62,63,64,65,66, 67,68,69,70,71,72,73,82,83, 84,85,86,87,88,87,88,92,93 107,108,122,129	2268,8	226,88	3,7	3,7	0,8	1,55
III	ZAPATA 3	32,33,34,35,36,38,39,40,41, 42,43,24,25,26,27,28,53,54, 55,56,57,112,113,114,115, 116,117,118,119,120,121, 103,104,105,106,89,90,91, 92	1644,8	164,48	3,2	3,2	0,7	1,3
	ZAPATA 4	9, 10, 11, 12, 13	822,4	82,24	2,3	2,3	0,6	0,85
IV	ZAPATA 5	17,18,19,20,21,22,23,24, 29,37,44,52,58,59,74,89, 94,109,124,127,128,129, 130,131,132,133,134,135, 136,137,138,139	390,4	39,04	1,6	1,6	0,5	0,5
	ZAPATA 6	1,2,3,4,5,6,7,8,14,15,141,142, 143,144,145,146,147,148,149, 150,151,152,153,154,155	195,2	19,52	1,2	1,2	0,5	0,3
	ZAPATA 7	16,31,46,61,76,81,96,111,126, 140,125,110,95,80,75,60,45,30	292,8	29,28	1,4	1,4	0,5	0,4